

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**ANÁLISE DA PAISAGEM PARA A IDENTIFICAÇÃO DE FATORES DE PRESSÃO
ANTRÓPICA NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE
JATAÍ, SP.**

LEANDRO JOSÉ OLIVEIRA

SÃO CARLOS - SP

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**ANÁLISE DA PAISAGEM PARA A IDENTIFICAÇÃO DE FATORES DE PRESSÃO
ANTRÓPICA NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE
JATAÍ, SP.**

LEANDRO JOSÉ OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais¹.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo Moschini

SÃO CARLOS - SP

2017

¹ Apoio: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Dedicatória

Dedico esse trabalho ao meu mestre Carlos Augusto Sousa Martins Filho, o Maranhão, *in memoriam*, por acreditar no meu potencial e me “obrigar” a fazer parte da família UFSCar.

Oliveira, Leandro José

Análise da paisagem para a identificação de fatores de pressão antrópica na zona de amortecimento da Estação Ecológica de Jataí, SP. / Leandro José Oliveira -- 2017. 95f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, São Carlos
Orientador (a): Luiz Eduardo Moschini
Banca Examinadora: Luiz Eduardo Moschini, Érica Pugliese, Clauciana Schmidt Bueno de Moraes
Bibliografia

1. Unidade de Conservação. 2. Aerolevramento. 3. Pressões Antrópicas. I. Oliveira, Leandro José. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Ronildo Santos Prado - CRB/8 7325



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Leandro José Oliveira, realizada em 23/02/2017.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Luiz Eduardo Moschini (UFSCar)

Profa. Dra. Érica Pugliesi (UFSCar)

Profa. Dra. Clauciana Schmidt Bueno de Moraes (UNESP)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me nortear em todos os campos da vida.

À minha mãe, exemplo vivo de perseverança.

Aos meus irmãos, pilares de uma família perfeitamente imperfeita.

À minha esposa e filho, pela paciência e compreensão.

Ao meu amigo e orientador Luiz Eduardo Moschini, por me mostrar os caminhos da verdadeira pesquisa científica.

Ao Comando da Polícia Militar Ambiental que contribuiu, sem sombra de dúvidas, para o alcance dos resultados obtidos na pesquisa.

A todos aqueles que contribuíram para realização desse trabalho.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil - (CAPES) - Código de Financiamento 001

"A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará
ao seu tamanho original."

Albert Einstein

RESUMO

A instituição de espaços especialmente protegidos é uma excelente ferramenta de conservação ambiental frente aos diversos impactos causados pelas atividades humanas no ambiente. No Brasil a Lei 9985/2000 instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e em decorrência deste, diversas áreas já segregadas e outras tantas criadas passaram a ter uma proteção jurídica para manutenção de seus habitats. No estado de São Paulo destaca-se como a maior área de proteção do Cerrado a Estação Ecológica de Jataí (EEJ), no entanto a unidade é cercada de atividades humanas pujantes, sendo que algumas destas são potencialmente danosas de modo a proporcionarem pressões ao equilíbrio ecológico existente na EEJ. As ferramentas disponíveis ao gestor e seu conselho diretor nem sempre são eficazes para impedir o avanço de perturbações na Zona de Amortecimento (ZA) tendo em vista diversos fatores, tempo, falta de recursos e funcionários, indisponibilidade de monitoramento constante pelas forças protetivas do Estado. Nesse cenário surge o conceito de utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS) para acompanhamento dessas pressões. O objetivo inicial dessa pesquisa foi buscar bases históricas da concepção das RPAS e os marcos históricos que as envolveram seu desenvolvimento, bem como conhecer e descrever as principais legislações existentes no mundo e no Brasil sobre o tema, sendo verificado que o emprego dessas aeronaves se encontra amparado legalmente e tais regulamentos tendem a evoluir junto com a tecnologia, que a utilização é um caminho sem volta e que as relações humanas serão diretamente afetadas por essa revolução. Foi realizada espacialização dos atendimentos de ocorrências na área da ZA com dados disponibilizados pela Polícia Ambiental e identificados diversos fatores de pressão antrópica à EEJ (Flora, caça, pesca, queimadas, e mineração), além disso, considerando o potencial destrutivo das extrações ilegais de areia nos barrancos do Rio Mogi Guaçu foi realizado levantamento aerofotográfico com utilização de RPAS e constatada a destruição de área de barranco do Rio Mogi Guaçu por intermédio de atividades minerárias, após comparações com imagens anteriores se percebeu o tamanho da destruição, de posse dessa área atingida, foi calculado os valores em reais e constatou-se lucro na casa dos milhões de reais. Após o levantamento desses dados foi elaborado mapa com os vetores de pressão que afligem a Unidade de Conservação, bem como foram propostas ações a serem adotadas pelo Gestor de modo a arrefecer essas forças e, além disso, propôs-se metodologia de monitoramento de ações antrópicas em entornos de Unidades de Conservação (UC), que na presente pesquisa se mostrou eficiente e com custo operacional baixo comparado ao disponível atualmente aos gestores de UC, no entanto tal metodologia carecerá de mais experimentações para comprovação de sua eficácia.

Palavras chave: Unidade de Conservação. Monitoramento. RPAS, Aerolevantamento. Pressões Antrópicas.

ABSTRACT

The establishment of specially protected spaces is an excellent tool of environmental conservation against the various impacts caused by human activities on the environment. In Brazil the Law 9985/2000 instituted the National System of conservation units (SNUC) and as a result of this, several areas already segregated and others have created a legal protection for maintenance of their habitats. In the State of São Paulo stands out as the largest area of Cerrado protection Ecological station of Jataí (EEJ), however the unit is surrounded by powerful human, and enabled some of these are potentially harmful in order to provide pressure to the ecological balance on EEJ. The tools available to the Manager and his Board are not always effective to prevent the advance of disturbances in the buffer zone (ZA) for several factors, time, lack of resources, lack of staff, unavailability of constant monitoring by the protective forces of the State. In this scenario arises the concept of use of Remotely Piloted Aircraft (RPAS) for monitoring of these pressures. The initial goal of this research was to seek historical bases of conception of RPAS and the landmarks that involved its development, as well as meet and describe the main existing legislations in the world and in Brazil on the theme, being established that the employment of these aircraft is legally protected and such regulations tend to evolve along with technology, that the use is a one-way street and that human relationships are directly affected by this revolution. Out-performed spatialization of the attendances of occurrences in the ZA data made available by the environmental police with and identified several factors of anthropic pressure to EEJ (Flora, hunting, fishing, burned, and mining), moreover, considering the destructive potential of the illegal extractions of sand in the bounds of the river Mogi Guaçu out performed aerofotográfico using lifting RPAS and established the destruction from Mogi Guaçu River's ravine through mine activities After comparisons with previous images if you noticed the size of the destruction, in possession of the area hit was calculated the values in Brazilian reais and profit were found at the home of milhões reais. After the lifting of this data was drawn map with the vectors of pressure that afflict the conservation unit, as well as proposed actions to be adopted by the Manager in order to cool these forces and, in addition, proposed methodology for monitoring anthropogenic actions in areas of conservation units (CU), that in the present research proved efficient and low operating cost compared to currently available to managers of UC Yet such methodology merits further trials to prove its effectiveness.

Keywords: Conservation unit. Monitoring. RPAS, Aerial Survey geoprocessing maps. Anthropogenic Pressures.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 A EVOLUÇÃO HISTÓRICA E LEGAL DA UTILIZAÇÃO DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS	14
1.2 EVOLUÇÃO DA APLICAÇÃO DE RPAS NO BRASIL	25
1.3 LEGISLAÇÃO MUNDIAL DA AVIAÇÃO NÃO TRIPULADA E SUA EVOLUÇÃO	27
1.4 AUTORIDADES INTERNACIONAIS DE AVIAÇÃO	28
1.4.1 <i>Organização Internacional de Aviação Civil (ICAO)</i>	28
1.4.2 <i>Federal Aviation Administration (FAA)</i>	30
1.4.3 <i>European Aviation Safety Agency (EASA)</i>	30
1.4.4 <i>Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems (JARUS)</i>	31
1.5 LEGISLAÇÕES INTERNACIONAIS SOBRE RPAS	31
1.6 LEGISLAÇÃO NO BRASIL	33
1.7 GEOTECNOLOGIAS AGREGADAS À UTILIZAÇÃO DE RPAS NO PLANEJAMENTO/MONITORAMENTO AMBIENTAL	45
1.8 APLICAÇÕES/EXPERIÊNCIAS DE RPAS EM MONITORAMENTO AMBIENTAL	49
2. OBJETIVOS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	54
2.1 OBJETIVO GERAL	54
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	54
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	55
3.1 ESTAÇÃO ECOLÓGICA JATAÍ	55
4. MATERIAL E MÉTODOS	57
4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	57
4.1.1 <i>Identificação da Área de estudo</i>	58
4.1.2 <i>Levantamento de dados</i>	60
4.1.3 <i>Descrição do Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada empregado na pesquisa</i>	62
4.1.4 <i>Aerolevantamento dos pontos de interesse</i>	62
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
5.1 COMO RECOMENDAÇÕES AO NÚCLEO GESTOR DA EEJ PROPOMOS:	81
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
7. REFERÊNCIAS	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Um artista descrevendo o voo do pombo voador (A) e protótipo do pombo (B),.....	20
Figura 2:	Projetos de Leonardo Da Vinci: Parafuso Aéreo (A) e Pássaro Mecânico (B).....	20
Figura 3:	Ordem cronológica dos eventos históricos dos RPAS.	24
Figura 4:	A evolução de cenários de usos de RPAS.	33
Figura 5:	Sobreposições lateral e longitudinal.	49
Figura 6:	Localização Geográfica da Estação Ecológica de Jataí no estado de São Paulo.....	56
Figura 7:	Áreas prioritárias para o incremento da conectividade no estado de São Paulo em destaque a região da EEJ.	56
Figura 8:	Zona de Amortecimento da EEJ.	59
Figura 9:	Mapa dos locais e tipos de ameaças à biodiversidade que ocorrem na EEJ.	61
Figura 10:	Aeronave Tiriba empregada nas missões em preparação para voo.	62
Figura 11:	Preparação para Lançamento da aeronave.....	63
Figura 12:	Classificação Quantitativa dos Atendimentos 2013-2015.	64
Figura 13:	Distribuição espacial dos patrulhamentos ambientais da Polícia Ambiental na ZA da EEJ no período de 2013 -2015.	65
Figura 14:	Distribuição espacial dos atendimentos de denúncias pela Polícia Ambiental na ZA da EEJ no período de 2013 -2015.	66
Figura 15:	Distribuição espacial dos atendimentos relacionados à flora realizados pela Polícia Ambiental na ZA da EEJ no período de 2013 -2015.....	67
Figura 16:	Ocorrências relacionadas à flora constatadas na ZA da EEJ: Ampliação de estrada, desmatamento de vegetação nativa, construção de rancho de veraneio, abertura de clareira e bosqueamento.....	68
Figura 17:	Distribuição espacial de ocorrências de caça no período de 2013 -2015.	69
Figura 18:	Capivaras, Veado Mateiro, Onça Parda abatidos no destaque, caçadores, presença de arma de fogo e cachorros de caça.....	70
Figura 19:	Distribuição espacial de ocorrências de pesca no período de 2013 -2015.....	71
Figura 20:	Pescador amador retirando um Covo e recolhendo uma rede de espera do ambiente aquático.	72
Figura 21:	Distribuição espacial de ocorrências de Queimadas no período de 2013 -2015.....	73
Figura 22:	Queimada que atingiu 406 hectares de vegetação nativa da EEJ.....	74
Figura 23:	Distribuição espacial de ocorrências de Mineração no período de 2013 -2015.....	75
Figura 24:	Demonstra o processo de extração de areia no leito de rio.....	76
Figura 25:	Demonstra o sentido do desbarrancamento oriundo do processo de desmonte hidráulico após a corrosão de parte da calha do rio.....	77
Figura 26:	Demonstra Batelão/ Draga em processo de extração ilegal de areia de barranco e barrancos destruídos após a atividade ilícita.....	77
Figura 27:	Dinâmica temporal da degradação ambiental: destruição de barrancos no rio Mogi Guaçu no período de 2003 -2015.....	78
Figura 28:	Vetorização das pressões antrópicas na Zona de Amortecimento da Estação Ecológica de Jataí no período de 2013 -2015.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Identificação das vantagens e desvantagens na utilização de RPAS.....	15
Tabela 2:	Aplicações de RPAS	16
Tabela 3:	Descrição cronológica de atividades RPAS, no Brasil.....	26
Tabela 4:	Diretrizes do Programa Pesquisa e Manejo consonantes com a pesquisa	60

1. INTRODUÇÃO

Historicamente o homem consome os recursos ambientais a ponto de, antigamente pensar que eram infinitos. A crise mundial em torno da escassez e degradação dos recursos naturais, especialmente dos florestais e dos hídricos, tem preocupado os governantes, a comunidade científica e a sociedade de modo geral (CUNHA, 2014).

O desmatamento ainda é um dos principais motivos da perda de biodiversidade e das emissões de gases com efeito de estufa (KOH, L. P. et al., 2012).

Um grande desafio de conservação é a avaliação e monitorização da biodiversidade. Hoje tal demanda é suprida em grande parte por meio de pesquisas no solo, que podem ser demoradas, financeiramente caras e logisticamente desafiadoras em áreas remotas (KOH, L. P. et al., 2012).

Com dimensões continentais e possuidor de enormes riquezas naturais, dentre elas a maior área florestal do mundo (125 milhões de hectares), o Brasil já foi considerado o pulmão do mundo, por possuir uma Floresta Amazônica, a maior do planeta. Possui maior biodiversidade entre todos os países e maior bacia hidrográfica (LOPES, AMARAL, 2015).

Tanto na área de segurança pública quanto no monitoramento ambiental e em muitas áreas possíveis de utilização surge a possibilidade de monitoramento aéreo com RPAS, cujo sucesso depende de dois fatores: o da segurança, onde o sistema não deve incorrer em falhas catastróficas e da missão, onde o sistema deve ser capaz de cumprir a missão programada na íntegra.

Mesmo que sujeito a insucesso, por meio de: erros de projeto e aplicação de sistema; erros no processo de fabricação e controle da qualidade; falhas normais dos sistemas; falhas operacionais; fatores externos; ainda assim o sistema torna-se seguro por não transportar pessoas a bordo, sendo que a destruição do RPA não é considerada falha catastrófica. (TRINDADE JÚNIOR, 2013).

O momento não poderia ser melhor, o mercado dos RPAS, ou Drones como são popularmente conhecidos está em pleno apogeu. Conforme Gallacher et al. (2015) em 2015 os Estados Unidos tiveram 15.000 unidades vendidas por mês. Prevê-se um crescimento para um volume medido em múltiplos bilhões de dólares americanos até 2020. Esse crescimento será para setores da agricultura, aplicação da lei, os meios de comunicação social (notícias e entretenimento) e energia.

Inicialmente de uso exclusivo para fins militares, atualmente vivemos um momento de explosão de multiplicidade de usos civis dos RPAS. Aplicados em áreas cartográficas, entre as

quais se destaca o estudo e monitoramento das transformações de cobertura e uso da terra, fornecendo dados com elevada precisão locacional e altimétrica (LALIBERTE et al., 2010).

Devido a sua flexibilidade temporal (dados podem ser colhidos quando for conveniente), à suas múltiplas possibilidades de altitude (sem problemas com a cobertura de nuvens, problema principal em relação aos satélites), os RPAS se tornaram bastante funcionais para pesquisas e trabalhos nas áreas de: monitoramento agrícola, fiscalizações de Unidades e Áreas de Conservação e estudo de áreas degradadas (SOUSA, 2013).

De acordo com Gallacher (2015) a utilização de RPAS permite uma ampla escala de monitoramento que variam de milímetros a metros, tais escalas são importantes para análise de uma ampla gama de processos ecológicos. Os RPAS apresentam uma nova ferramenta com potencial para substituir grande parte da monitorização atualmente efetuada em nível do solo ou por satélite e aeronaves tripuladas, reduzindo assim os custos e podendo ser utilizada no monitoramento de populações animais, saúde animal, diversidade vegetal, biomassa vegetal e influências antropogênicas, bem como a classificação de micro e macro habitats.

As possibilidades de aplicações dessa tecnologia na área da conservação/monitoramento ambiental são praticamente proporcionais às demandas que existem, Gallacher (2016) cita monitoramento de desastres naturais (erupções vulcânicas, tsunamis) e questões ambientais macros (derrames de petróleo, por exemplo), no entanto, muitas possibilidades tecnológicas permanecem inexploradas.

A captura de imagens aéreas de baixa altitude para a conservação requer a reunião de um conjunto de habilidades em três áreas distintas: ecologia, RPAS e interpretação dados. Um ecologista pode reconhecer o potencial de imagens de baixa altitude e estudar os dados de RPAS para decisões: transformando imagens em respostas ecológicas (GALLACHER, 2016).

Em espaços protegidos, os RPAS representam uma boa ferramenta para a gestão de zonas de conservação, pois se constituem em potencial claro para estudos de ecologia espacial Anderson e Gaston (2013) e para a avaliação da biodiversidade (GETZIN, WIEGAND E SCHÖNING 2012).

Biagioni (2010) empregou com sucesso RPAS em identificação de infrações ambientais e, após análise, constatou-se que a área analisada fazia parte da Zona de Amortecimento da Estação Ecológica de Jataí.

Dessa forma a utilização de RPAS para identificação de fatores de pressão antrópica pode acrescentar ao estado da arte e à comunidade:

- Racionalização da gestão dos meios em Unidades de Conservação e Zonas de Amortecimento por meio da economia financeira e temporal em pesquisas e monitoramentos de campo;
- Comparações precisas, por meio de imagens georreferenciadas, de áreas intactas e/ou impactadas, identificando evolução, regressão ou manutenção de seu *status*;
- Disponibilização de dados contemporâneos das zonas fronteiriças das UC e ZA aos Gestores possibilitando ações de educação ambiental, quando necessárias, acionamento de órgãos de segurança (fiscalização ambiental) e ainda abertura de diálogos com os atores envolvidos nos mais variados cenários identificados.

1.1 A Evolução Histórica e Legal da Utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas

A utilização de aeronaves remotamente pilotadas (RPA) evoluiu juntamente com o desenvolvimento do conhecimento humano, alcançando na atualidade patamares que ultrapassam a capacidade de controlar esse avanço em tempo real, de forma que os conhecimentos de como as etapas de evolução se deram, auxiliaram as autoridades presentes a definirem os melhores rumos de forma a integrar a aviação não tripulada à aviação convencional.

O conceito de construir aeronaves não tripuladas para aplicações diversas surgiu, inicialmente, de necessidades militares, visando à execução de missões aéreas que ofereçam riscos à vida humana (LONGHITANO 2010).

Associado o desenvolvimento da aviação, as RPA passaram a ocupar espaços até então segregados, ofertando serviços até então indisponíveis, dessa forma observou-se uma explosão nos usos dessas aeronaves em diversos segmentos, para Longhitano (2010) a maioria das aplicações está associada a sensores remotos embarcados para obtenção de imagens e dados da superfície terrestre. O desenvolvimento da tecnologia dos sensores aliada aos avanços da tecnologia da informação, evolução dos materiais e tecnologias de manufatura também tornaram as RPA mais acessíveis a entidades civis, acadêmicas e demais instituições (GÖKTOGAN & SUKKRIEH 2009) apud (ALFARO 2015).

Diante estas considerações o presente trabalho tem como objetivo desenvolver pesquisa bibliográfica sobre a evolução das aeronaves remotamente pilotadas desde as primeiras utilizações de objetos voadores produzidos pelo homem até a explosão de utilizações que se vislumbra atualmente. Ainda se pretende discorrer sobre os marcos legais históricos que

contemplam essas aeronaves, passando pelas principais legislações mundiais e finalizando com as legislações brasileiras por meio dos tempos até o desenvolvimento da legislação a ser publicada: Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial (RBAC) 94-e.

Conforme Morgan (1996) as mais variadas aplicações dessas aeronaves e seu custo inferior ao da aviação comum o levou ao seguinte raciocínio:

“A RPA tem sido descrito como uma aeronave sem bexiga, sem cérebro, sem coração e sem medo. Sem bexiga significa que não há limites fisiológicos para o tempo de voo e que não precisa de dispositivos especiais para acomodar ser humano. Sem cérebro, no sentido positivo, significa que não se cansa e, no sentido negativo, que a informação precisa ser enviada até a aeronave ou cuidadosamente armazenada a bordo, para que a missão seja cumprida e retorne em segurança. Sem coração, significa que a perda de um RPA acarreta apenas prejuízo econômico. Sem medo, pois o RPA pode ser enviado para o perigo ou para locais hostis, sem hesitação” (MORGAN, 1996)”.

Existem divergências entre autores no quesito vantagens e desvantagens para aplicação de aeronaves remotamente pilotadas (Tabela 1), considerando Medeiros (2007), Longhitano (2010), Harriman *and* Muhlhausen (2013) e Sandbrook (2015):

Tabela 1: Identificação das vantagens e desvantagens na utilização de RPAS

Autores	Desvantagens	Vantagens
Medeiros (2007)		<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de realizar rota determinada; • Custo de manutenção e construção relativamente baixo; • Fácil Transporte.
Longhitano (2010)		<ul style="list-style-type: none"> • Redução dos custos de obtenção de imagens/ fotografias aéreas; • Maior flexibilidade de resolução temporal para aquisição de imagens de alta resolução espacial; • Possibilidade de realização de missões em condições adversas sem o risco de vida para o piloto e operador de câmera aerofotográfica; • Menor necessidade de gastos com treinamento de pilotos; • Maior facilidade e velocidade de incorporação de novas tecnologias.
Harriman e Muhlhausen (2013)	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo de voo limitado; • Limitação de peso e espaço aéreo; • Pode ser atrapalhado por rajadas de vento. 	
Sandbrook (2015)	<ul style="list-style-type: none"> • Insegurança dos dados obtidos; • Aumento das expectativas bélicas nas populações. 	

Org.: Oliveira, L.J. (2016)

Bastando a curiosidade na visualização de algo fora do alcance visual normal, a utilização de um RPA proporciona ângulos e percepções anteriormente não acessíveis. Originariamente os usos se deram em âmbito militar, recentemente houve uma proliferação de possibilidades de usos conforme (Tabela 2) sintetizada de Correia (2016), Almeida (2012), Alves de Novais (2011), Boanova Filho (2014), Nardini (2016) e Spadotto (2016).

Tabela 2: Aplicações de RPAS

Ramo de Atividade	Características	Aplicações
Agricultura e Florestal	Alta capacidade de revisita; Obtenção de imagens com alta resolução espacial, espectral e radiométrica.	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de culturas agrícolas; • Estresse hídrico; Falha de plantio; • Mapeamento de áreas para aplicação de defensivo ou adubagem; • Aplicação de inseticidas
Meio Ambiente	Proporciona melhor custo/benefício comparados às aerofotos tradicionais	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento e licenciamento Ambiental; • Mapeamento e monitoramento de áreas degradadas; • desmatamento e poluentes, erosões; • Regularização fundiária; • Avaliação de dano ambiental; • Observação e mapeamento costeiro; • Acesso a zonas contaminadas; • Serviços meteorológicos.
Mineração Óleo e Gás	Alta precisão e acurácia nos levantamentos associados à utilização de sensores laser e posicionamento por RTK	<ul style="list-style-type: none"> • Exploração Geológica; • Cálculo de volume em pilhas de minérios; • Monitoramento de barragens de rejeito; • Atualização do Modelo Digital do Terreno (MDT); • Mapeamento de dutos; • Inspeção de instalações; • Apoio à segurança dos trabalhadores.
Obras e Indústria	Proporcionam precisão e agilidade no trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação de viabilidade e geração de pré projetos; • Acompanhamento da evolução da obra com documentação fotográfica; • Levantamentos topográficos; • Inspeção de locais de difícil acesso; • mapeamento e inspeção de dutos, • linhas de transmissão.
Outras Aplicações	Captura de imagens e vídeos	<ul style="list-style-type: none"> • Registros fotográficos de eventos esportivos; • Análise imobiliária; Festas; • Arqueologia; Patrimônio; • Perícias, Ambientais; • Busca e salvamento; • Controle aviário em Aeroportos; • Controle de tráfego; • Controle de multidões; • Inspeção de aeronaves; • Investigação de acidentes, • avaliação e gestão de desastres; • Medição de imóveis para fins do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU); • Medição de radiação; • Patrulhamento de fronteiras; • Pesquisa e levantamento de dados.

Org.: Oliveira, L.J. (2016)

Magalhães (2015) aponta as seguintes aplicações de Sistemas de Aeronaves Remotamente pilotadas no âmbito militar no Brasil:

- Sistema de gerenciamento da Amazônia azul;
- Sistema Integrado de monitoramento de fronteiras;
- Sistema de controle do Espaço Aéreo e
- Sistema de vigilância da Amazônia.

Segundo Nardini (2016) “A indústria tem o poder de desenvolver não apenas novos produtos, mas também de criar necessidades que ainda não conhecemos. A possibilidade do uso de drones parece, a priori, infinita”.

Diversas Organizações se referem aos RPAS de variadas formas, para Alfaro (2015) se faz importante distinguir essas nomenclaturas dentro do panorama atual. Longhitano (2010) cita o relatório do Departamento de Defesa do EUA (*DoD*) denominado *Unmanned Aerial Vehicle Roadmap 2002 - 2027*, como sendo um dos principais e mais completos documentos sobre o estado da arte da tecnologia, no qual os *Unmanned aircraft vehicle* (UAVs) são:

“Veículos aéreos que não carregam operador humano, utilizam forças aerodinâmicas para se elevar, podem voar autonomamente ou serem pilotados remotamente, podem ser descartáveis ou recuperáveis e podem transportar cargas bélicas ou não bélicas. Excluem-se dessa definição, veículos balísticos e semi balísticos como mísseis de cruzeiro e projéteis.”

O termo drone, hoje, amplamente difundido é genérico, sem amparo técnico ou definição em legislação, porém é o mais conhecido pela população em geral conforme Spadotto (2016). Importante salientar que a palavra “*drone*” foi aceita pelos Norte Americanos e adaptada para outras línguas como “*drohne*” para os alemães e “*drono*” para os italianos (ALFARO 2015).

O início da utilização desse termo remonta à *Royal Navy* que nomeou seu mais bem sucedido experimento de aeronave não tripulada em “*Queen Bee*”, visto que seu criador associava nomes de insetos a seus projetos, projeto este que inspirou outra aeronave famosa nos EUA o *Firebee*, assim nomeado em lembrança ao antecessor Inglês, (*VINTAGE WINGS OF CANADA*, 2016).

Os representantes das indústrias tendem a não gostar do termo “*drone*”, pois podem se tornar sinônimos do “*drones strikes*” que são utilizados para os programas militares do Afeganistão, Paquistão, Iêmen e Somália (ALFARO, 2015).

Existe ainda uma discussão acerca do termo “*Unmanned*”, pois tal denominação indica que não há piloto algum em comando, desta forma o termo “*Remotely Piloted*” é o que mais está em uso, no entanto o futuro nos acena que sistemas autônomos tendem a prosperar, dessa

forma poderá não ser necessário ter pilotos em comando (HAYES, JONES, & TÖPFER, 2014) apud (ALFARO, 2015).

Inicialmente a nomenclatura VANT, referente a Veículos Aéreos Não Tripulados era a mais aceita, porém verificou-se que a operação não era apenas composta de um veículo aéreo, mas também de uma estação de comando, de um piloto em comando de um link de dados, sendo o VANT parte de um sistema (BARTELS, 2015).

Os Estados Unidos da América (EUA) consolidaram a utilização da nomenclatura UAS (*Unmanned Aircraft Systems*) conforme publicado na *Advisory Circular 107-2* (2016) da FAA (*Federal Aviation Administration*), tal nomenclatura também é utilizada no Reino Unido como se observa na *Civil Aviation Publication (CAP) 722* (2015), a *International Civil Aviation Organization (ICAO)* (2016) em seu site aponta que República Tcheca, Alemanha e Suécia também utilizam tal denominação, ao passo que o mesmo órgão indica que Brasil, Austrália, Áustria, Itália, nova Zelândia e Suíça utilizam a denominação RPAS (*Remotely Piloted Aircraft Systems*), Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas.

Como se verá adiante o Brasil está prestes a publicar sua legislação para o uso civil de RPAS: a Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – Especial (RBAC-E) nº 94, conforme ANAC (2015) e considerando que esta é a terminologia a ser adotada, nesta dissertação será utilizado esse termo visando estar o mais atual possível frente à legislação e ao modo de pensar das autoridades brasileiras.

De acordo com Rabaça (2014) O Departamento de Defesa do EUA, classifica RPAS em 5 grupos:

- 1- Mini - são aqueles lançados com a mão;
- 2 - Médios - aqueles lançados com rampa;
- 3 - Maior alcance e resistência;
- 4 - Grandes - médias e elevadas altitudes e
- 5 - Maiores dimensões e áreas de atuação

No Brasil a proposta de regulamentação RBAC-E nº 94 ANAC (2015) propõe a seguinte classificação:

Quanto ao Peso de decolagem:

- Classe 1 = RPA com Peso Máximo de Decolagem maior 150 quilos (kg);
- Classe 2 = RPA com Peso Máximo de Decolagem maior que 25 kg e menor ou igual a 150kg;

- Classe 3 = RPA com Peso Máximo de Decolagem menor ou igual a 25kg.

Quanto às operações de RPAS:

- Operações experimentais são aquelas realizadas sem fins lucrativos;
- Operações comerciais representam a prestação de serviços a terceiros utilizando RPAS;
- Operações corporativas se referem ao uso de RPAS pela própria empresa ou instituição sem fins experimentais.

Os RPAS podem ser classificados ainda quanto ao tipo de asas: Asa Fixa e Asa Rotativa, enquanto que o primeiro se destaca em aerodinâmica e seu uso seja associado a tarefas longas e são mais difíceis de operar, o segundo apresenta a facilidade de operação como qualidade principal e é utilizado para trabalhos de filmagens e fotografias de curta distância.

Desde a primeira pedra lançada, um osso jogado e flecha disparada, o homem deseja controlar objetos no ar; esse anseio o acompanhou no desenvolvimento de inúmeros projetos que foram seguindo a evolução intelectual e tecnológica. Com a consolidação da aviação, a prática sempre esteve atrelada a inúmeras regras de voo e com custos elevados o que segregou a utilização a um determinado segmento da sociedade.

Como a história da aviação e dos objetos/aeronaves não tripuladas tem um início comum e no decorrer do tempo houve a separação de suas evoluções, didaticamente optou-se por descrever os instrumentos/objetos/aeronaves que tiveram correlação ao desenvolvimento RPAS.

Dalamagkidis, Valavanis, Piegl, (2012) apresentam o início dos voos não tripulados da antiguidade ao renascimento e descrevem que a primeira máquina voadora conhecida foi creditada a Archytas da cidade de Tarantas do sul da Itália que em 425 aC que construiu um pássaro voador, feito em madeira, bem equilibrado que voou 200 metros utilizando ar fechado em seu estômago antes de cair no chão (**Figura 1**).

Os chineses experimentaram vários tipos de máquinas voadoras como balões de ar quente, foguetes e pipas (DALAMAGKIDIS et al. 2012). Barnhart et al. (2012) cita que o general chinês Zhuge Liang (180-234 d.C.) utilizou balões de papel construídos com um dispositivo que trazia em seu interior uma espécie de lamparina a óleo, como estratégia para assustar os inimigos.

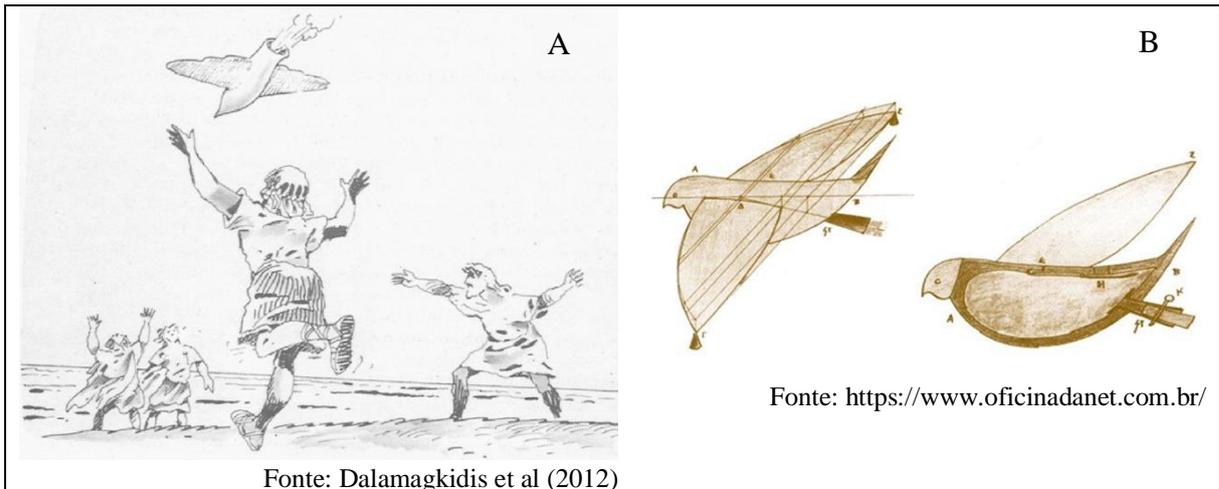


Figura 1: Um artista descrevendo o voo do pombo voador (A) e protótipo do pombo (B),

Em 1483 Leonardo Da Vinci projetou uma aeronave com capacidade de pairar no ar, conhecida como Parafuso Aéreo, Da Vinci (**Figura 2**), ainda projetou o pássaro mecânico que batia suas asas por meio de um mecanismo de dupla manivelas (DALAMAGKIDIS et al 2012).

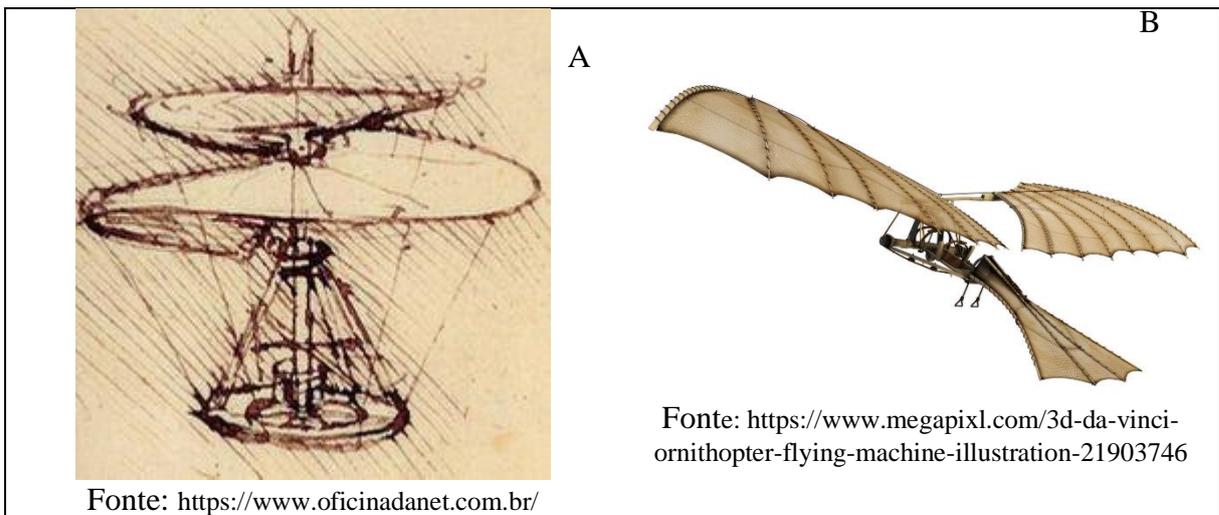


Figura 2: Projetos de Leonardo Da Vinci: Parafuso Aéreo (A) e Pássaro Mecânico (B).

Alfaro (2015) descreve o primeiro evento envolve que aviação não tripulada é citada formalmente se deu em 22 de agosto 1849, quando o navio austríaco Vulcano atacou a cidade de Veneza com o lançamento de balões não tripulados que transportavam explosivos, no entanto o ataque não foi bem sucedido, visto que os balões deixaram sua carga bélica na área rural de Veneza.

Munaretto (2015), cita que na Guerra Civil norte-americana, em 1862, balões incendiários foram usados por ambos os lados em conflito. Medeiros (2007) informa que em 1888 Arthur Batat acoplou uma câmera a uma pipa e fez o 1º voo aerofotográfico registrado.

Em 1898, Nicola Tesla em sua obsessão em transmitir energia elétrica sem fios, desenvolveu o Têlé autômato, um barco controlado por ondas de rádio (DALAMAGKIDIS et al. 2012).

De acordo com Keane e Carr, (2013) em 1915 com a Europa já em guerra, a utilização de um avião não tripulado se tornava latente, visto que as condições do campo de batalha eram ideias para tal sistema com forte concentração de baterias antiaéreas, superioridade aérea da Alemanha em alguns setores e ainda devido a grandes perdas aérea pelos Britânicos, dessa necessidade surgiu um programa de pesquisa para projetos de aeronaves remotamente pilotadas com objetivo de explodir no impacto.

Em 1916 Carl Norden aliou-se à equipe Sperry/ Hewitt e desenvolveram o conceito de torpedo aéreo, após a entrada dos EUA na primeira Guerra Mundial esses cientistas foram financiados pela Marinha Americana. Considerando que a tecnologia de controle via rádio era imatura naquele período Sperry concentrou seus esforços na manutenção do curso de aeronaves e nas medições de distâncias a serem percorridas (KEANE e CARR, 2013).

Em Novembro de 1917 Glenn Curtiss, inventor do hidroavião, entregou uma fuselagem projetada para carregar 100 quilos de explosivos a 50 milhas, dessa forma foi feita uma demonstração e os aliados acreditaram que poderiam fazer frente à ameaça dos submarinos U-Boat alemães e sugeriu a utilização de torpedos aéreos para destruir submarinos e estaleiros. Após vários testes o Torpedo Aéreo Curtiss-Sperry fez seu voo mais longo bem sucedido atingindo 100 jardas, porém com a assinatura do armistício o projeto foi abandonado. (KEANE, CARR, 2013).

Dalamagkidis et al (2012) esclarece que depois de testemunhar os testes do Torpedo Aéreo o Major General George O. Squier do Exército Americano determinou a Charles Kettering, engenheiro elétrico, um esforço paralelo para projetar uma bomba voadora para atingir um alvo a 50 milhas. O projeto tinha Orville Wright como consultor de estruturas de aeronaves e Childe H. Wills da Ford Motor Company. Conforme Keane e Carr (2013) o projeto era de uma aeronave barata em forma de um biplano. Seu lançamento se deu por meio de um sistema de trilhos como o utilizado pelos irmãos Wright, sua navegação consistia de um pequeno giroscópio e o controle foi alcançado por meio de determinação da velocidade do vento, direção e distância desejada, os operadores calcularam o número de rotações de motor necessárias para levar a aeronave ao seu destino, próximo a seu destino o motor era mecanicamente desligado, a aeronave perdia suas asas iniciando uma trajetória balística até o alvo.

O'Malley (2016) informa que em 1932 verificando a necessidade de se criar alvos aéreos que pudessem ser resgatados se não fossem destruídos e que fossem realistas, a Marinha Real Britânica buscou novos modelos, sendo que a primeira tentativa foi o Fairey Queen, dos três fabricados, um obteve sucesso. A experiência com o Fairey Queen levou ao desenvolvimento do Havilland DH-82 B Queen Bee, mais leve e podendo ser controlado remotamente por outro piloto ou controlador sentado em outra aeronave, de um navio de guerra ou em terra por meio de um controle simples composto de um seletor giratório simples que “discava” os comandos à aeronave, além dos controles de aceleração e ignição, no cockpit existiam os mesmos comandos de forma que um piloto pudesse verificar o funcionamento da aeronave sem piloto e intervir se necessário, um dos seus feitos foi demonstrar lacunas nas habilidades e eficácia dos artilheiros e sistemas antiaéreos da Marinha Real, fato este que estimulou o melhoramento dos resultados de artilharia, desenvolvimento de radares e computadores primitivos.

Outro fato interessante é que seu criador, Geoffrey de Havilland, entomologista amador tinha por hábito nomear suas aeronaves com nomes de insetos (Tiger Moth, Fox Moth, Mosquito, and Dragonfly) e sendo assim possivelmente escolheu o nome Queen Bee em referência ao Fairey e referente ao fato de que a aeronave foi o modelo “B” do DH-82, o Queen Bee foi a primeira aeronave sem piloto bem sucedida com fabricação de 400 unidades, tanto que em 1936 na conferência Naval de Londres, após demonstrações do Queen Bee, o Almirante Americano William Harrison Standley ficou tão entusiasmado que ao voltar para os EUA retomou as pesquisas em aeronaves remotamente pilotadas (O'MALLEY 2016).

Após ter desenvolvido um projeto semelhante ao Queen Bee, o Curtiss N2C-2 Fledgling, o termo “drone” começou a aparecer em documentos relacionados ao projeto, de acordo com relatos o próprio almirante cunhou o termo drone como homenagem ao Queen Bee, a importância deste fato é que o termo Drone é até hoje amplamente utilizado pela população (O'MALLEY, 2016).

Medeiros (2007) cita que em 1935 Reginald Denny projetou o RP1 (*Remotely Piloted* 1) ou RPV, o primeiro veículo aéreo não tripulado rádio controlado, na sequência projetou o RP2 e RP3 até chegar ao mais bem sucedido o RP4 que foram encaminhados ao exército dos EUA com designação OQ-1 que chegou ao OQ-6^a.

Segundo Gomes (2006), a Alemanha na 2^o guerra mundial utilizou o míssil V1 (*Vergeltungswatter*), também conhecido como foguete da morte, ao todo foram lançados mais de 10.000 contra a Grã Bretanha (*Luftwaffe X RAF*) causando mais de 6.000 mortes e 1.800

feridos, o míssil alemão V2, transportava 1 tonelada de explosivos e provocou 2.700 mortes com seus lançamentos, sua forma de funcionamento era com cálculo de combustível no voo, formando uma parábola até atingir o objetivo (CORNWELL, 2003). Conforme Ronconi; Batista e Merola (2014) o míssil V1 foi utilizado na Batalha da Grã Bretanha (1940-1941) em nova disputa entre a *Royal Air Force* e a *Luftwaffe*.

Com o sucesso das V-1 na Segunda Guerra, os Estados Unidos e Aliados desenvolveram no pós-guerra projetos baseados diretamente na tecnologia das V-1. Os técnicos e engenheiros alemães ligados à aeronáutica foram “voluntariamente” repartidos entre as duas grandes superpotências emergentes da Segunda Guerra, Estados Unidos e União Soviética. Conforme Carvalho (2014) existe informações que a marinha francesa também as utilizou. De acordo com Baltazar (2015) um dos pais das bombas V1, Wernher Von Braun, emigrou para os EUA no final do conflito (Operação Paperclip) instalando-se num dos centros mais importantes de planeamento e execução de foguetes que viriam a conquistar o espaço.

DALAMAGKIDIS et al. (2012) descreve que logo após o fim da Segunda Guerra Mundial, aumentou o interesse em missões de reconhecimento. As aeronaves de Reginald Denny se tornaram a base da primeira aeronave de reconhecimento, o SD-1 Também conhecido como o MQM-57 Falconer, foi desenvolvido em meados da década de 1950 e teve um total de 1.500 exemplares construídos. Era operado remotamente, carregava uma câmera e depois de um voo de 30 minutos retornava à base e foi recuperado com paraquedas, praticamente a base dos RPAS asa fixa da atualidade. Gomes (2006) cita também que o SD-1 foi utilizado pela Inglaterra em 1955.

Carvalho (2014) descreve que a Guerra do Vietnã foi a possibilidade de afirmação do poder dos RPAS, considerando as baixas em campo de batalha, bem como os altos custos da Guerra a utilização de RPAS foi acolhida com simpatia pelos militares e pelos políticos americanos.

Conforme Medeiros (2007) já em 1962, a empresa americana Ryan desenvolveu e transformou o avião modelo BQM-34 em AQM-34 “Firebee” para missões de reconhecimento, sendo utilizado pelos EUA na Guerra do Vietnã e em outras atividades bélicas. Foi mais bem sucedido RPA da história, até a um passado recente, podendo ser utilizado de modo autônomo ou controlado remotamente. Foi continuamente desenvolvido e copiado, de acordo com Carvalho (2014) existem ainda hoje inúmeros exemplares operacionais em diversos países.

Segundo Cabello (2013) o Firebee realizou mais de 34.000 missões de vigilância no sudeste Asiático entre 1964 e 1975, atingindo 83% de confiabilidade, o avião Ryan modelo 147

da USAF (Força Aérea Estados Unidos) realizou missões na China e no Vietnã entre os anos de 1960 e 1976. Em 1973 Israel utilizou Firebees na Guerra do Yom Kippur (RONCONI et al. 2014).

Um fato marcante na utilização de RPAS foi em 1982, durante a Guerra do Líbano, no Vale de Bekaa, quando Israel destruiu 17 baterias antiaéreas, após a realização de voos de reconhecimento com alvos aéreos (MEDEIROS 2007) e (GOMES 2006).

Em 1990/1991 durante a Guerra do Golfo, que abrangeu as operações Tempestade no Deserto e Escudo do Deserto, os EUA utilizaram o RPAS *Pionner* trazido de Israel em 1986. Este RPA foi ainda utilizado após a guerra do Golfo, por causa de sua grande aclamação, tendo voado na Bósnia, Haiti e Somália. Na década de 1990, os EUA ganharam experiência nessa tecnologia com a utilização dos RPAS com a *Pionner*, *Hunter*, *Pointer*, *Exdrone* e *Predator* em situações de combate, que provaram serem muito importantes na guerra contra o Terror (DALAMAGKIDIS et al 2012).

Medeiros (2007) aponta que em 1998 o RPA modelo AEROSONDE, desenvolvido na Austrália, foi o primeiro veículo aéreo não tripulado a cruzar o Atlântico, Gomes (2006) esclarece que o voo se deu entre Bell Island, Newfoundland, Canadá e Benbecula, Escócia, cobrindo 3.270 km em 26 horas e 45 minutos.

Gomes (2006) descreve, além de sua pesquisa, diversos autores que narram eventos que marcaram a história da utilização dos RPAS e que foram agrupados na **Figura 3**.

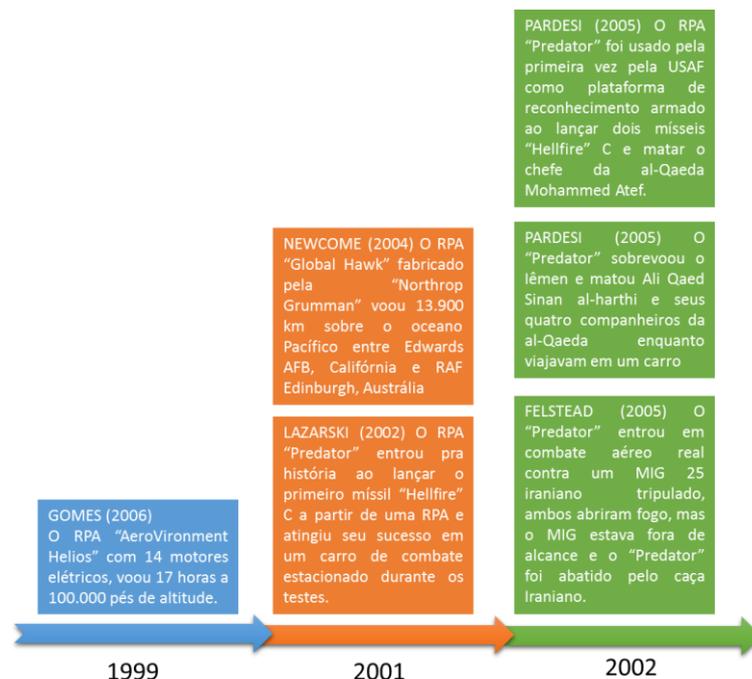


Figura 3: Ordem cronológica dos eventos históricos dos RPAS.

Desde 2010 o mundo dos RPAS teve uma explosão de seguidores e compradores. Os mercados não param de crescer e uma forte fatia desse mercado está nos multirrotores, marcas como DJY, 3D Robotics, 3DR, Syma, Parrot, Multilaser, Candide, entre outras, até marcas conhecidas querem uma fatia desse mercado como SONY, INTEL, GOPRO. Esses RPAS vêm despertando o interesse de boa parte da população pelas mais variadas utilizações.

1.2 Evolução da aplicação de RPAS no Brasil

De acordo com Brandão (2007) na década de 70 o Comando Geral de Tecnologia Aeroespacial (CTA) em conjunto com o Instituto de Pesquisas da Marinha (IPQM) e o Centro de Tecnologia do Exército (CTEX) demonstraram interesse na nova tecnologia, o CTA desenvolveu em 1984 o primeiro RPA brasileiro, o projeto Acauã, que tinha objetivos civis e militares.

Desta forma outros projetos tiveram, via de regra, associações com Universidades brasileiras, conforme (Tabela 3).

Além desses projetos Rodrigues (2009) cita instituições que se destacaram nas pesquisas e implantação de RPA's no Brasil: Centro Federal de tecnologia de Minas Gerais (CEFET-MG), Instituto de Tecnologia da Aeronáutica (ITA), FlyBR UAV Solutions, Rotomotion Brasil, Empresa Brasileira de Veículos Aéreos Não Tripulados (EMBRAVANT) com o VANT Gralha Azul, AeroCamera, Gyrofly com o projeto Gyro 500, Avibras com o RPA Harpia, Aeromot com o RPA K1AM, Prince Air Models com o Agro Robot.

Em julho de 2009 o Departamento de Polícia Federal do Brasil realizou testes com o RPAS modelo HERON da Israel Aerospace Industries Ltd (IAI), também nesse ano a Força Aérea brasileira testou o RPAS HERMES desenvolvido pela empresa Elbit Systems (FREITAS e COTTET, 2010).

Atualmente a Polícia Federal opera com duas unidades do equipamento Heron 1, enquanto a Força Aérea possui o Esquadrão Hórus formada por seis equipamentos de origem israelita (04 Hermes 450 e 02 Hermes 900). O uso desses equipamentos pelas FFAA encontra-se previsto nos documentos de alto nível do planejamento militar, como o Livro Branco de Defesa Nacional (2013) e a Estratégia Nacional de Defesa (2008) (MAGALHÃES 2015).

Tabela 3: Descrição cronológica de atividades RPAS, no Brasil.

Ano	Projeto (objetivo)	Parceiros	Universidade	fonte
1991	HELIX (Helicóptero não tripulado para fins de inspeção)	Gyron Sistemas Autônomos	Universidade Federal de Santa Catarina/ Centro de Pesquisas Renato Archer - CenPRA	Longhitano <i>apud</i> Gyron <i>et al</i> (2010)
1997	O Projeto Aurora (Autonomous Unmanned Remote Monitoring Robotic Airship)		Laboratório de Robótica e Visão Computacional-Instituto de Automação-Centro de tecnologia de informática - CTI	
1999	ARARA (Aeronaves de Reconhecimento Assistidas por Rádio e Autônomas)	AGX Tecnologia	Instituto de Ciências Matemáticas e Computação da Universidade de São Paulo - ICMC-USP/ EMBRAPA	Longhitano <i>apud</i> Souza <i>et al</i> (2010)
2000	CIDA (Controle e Implementação de Dirigível Autônomo)		Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG	Longhitano <i>apud</i> Campos <i>et al</i> (2010)
2001	Dirigível Robótico		Centro de Pesquisas Renato Archer - CenPRA	
2003	SiDeVAAN		Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG	Longhitano <i>apud</i> Campos <i>et al</i> (2010)
2004	SOFIA (Sistema de obtenção de fotos e imagens com aeromodelos)		Departamento de Cartografia Universidade Estadual Paulista - UNESP	Longhitano <i>apud</i> Piovesan (2010)
2005	APOENA	XMobots	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EP-USP/ CIETEC/FAPESP/ CNPq e IPT	Longhitano (2010)
	FITuav	Fitec Inovações Tecnológicas	CEMIG	Longhitano (2010)
2006	UAV-UFBA (monitorar reservas ecológicas e áreas de desmatamento, controle de pragas e pesquisa científica)		Universidade Federal da Bahia - UFBA	Longhitano <i>apud</i> Filardi (2010)
	AqVS (Avião que voa sozinho)		Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG	Longhitano <i>apud</i> Scold <i>et al</i> (2010)
2008	Aeronave não tripulada para fins de agricultura de precisão		Universidade Federal de Santa Maria - UFSM	Longhitano <i>apud</i> Medeiros (2010)
	Cararah (Helimodelo para inspeção de linhas de transmissão)		Universidade Federal de Brasília - UNB	Longhitano <i>apud</i> Martins (2010)
2009	AEROPEURO (Inspeção e supervisão de instalações de petróleo e gás)		Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN	Longhitano <i>apud</i> Maranhão Neto (2010)
	Watchdog(FS01) Avantvision (FS02) Startcopter (FS03)	Flight Solutions	Comando de Aviação do exército/Centro Tecnológico do Exército (CETEX)/ Centro de Excelência Engenharia de transportes (CENTRAN) e o Instituto Militar de Engenharia (IME)	
	Carará Jabiru	Santos Lab	Marinha do Brasil	
	Helimodelo		Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN	Longhitano <i>apud</i> Cordeiro Neto (2010)
2010	AURORA		Centro de Pesquisas Renato Archer - CenPRA- Campinas	Longhitano (2010)

Em 2016 foram utilizadas RPAS durante a realização das Olimpíadas no Brasil, com a participação das RPAS da FAB e Polícia Federal, o Exército adquiriu um sistema JAMMER para bloquear sinais de RPAS próximos aos locais dos jogos, de forma que se assume o comando da aeronave e a pouso com segurança (ESCRITÓRIO DE PROJETOS DO EXÉRCITO BRASILEIRO, 2016). Tal preocupação encontra respaldo na divulgação do Jornal Estado de São Paulo de que a utilização de drones com pequenos explosivos foi um dos métodos sugeridos pelo Estado Islâmico para a realização de ataques terroristas durante os jogos (O ESTADO DE SÃO PAULO, 2016).

1.3 Legislação mundial da aviação não tripulada e sua evolução

Desde que o homem direcionou seus conhecimentos para realizar o sonho de Ícaro de ganhar os céus, aliado a essa evolução, houve quem se preocupasse com as normas que iriam regular essa nova fronteira que o ser humano transpassava; não diferente da atualidade, na qual diversas entidades, públicas e privadas, se debruçam sobre a nova fronteira da aviação: a aviação não tripulada.

Após a demonstração do voo a bordo de um balão de ar quente pelos irmãos Montgolfier em 1784, foi proposta a primeira legislação aeronáutica cujo escopo foi o impacto da aeronave ao solo, não regulando a segurança de bordo. Por meio desta legislação a polícia de Paris proíbe o voo de balões sem licença especial, tal legislação introduziu o conceito de licença para a aviação, utilizado até hoje (HUANG, 2009); (SAND; FREITAS; PRATT, 1944).

Em 1926 e 1928 dois grupos de Estados decidiram estabelecer duas novas Convenções, respectivamente, a Convenção Ibero-Americana sobre a Navegação Aérea, em Madrid e a Convenção Pan-Americana sobre Aviação Comercial, em Havana (SAND; FREITAS; PRATT, 1944).

Com o avanço da aviação no período da Segunda Guerra Mundial, apesar das grandes tragédias, percebeu-se a possibilidade de transportar um grande número de pessoas e mercadorias a grandes distâncias, porém muitos obstáculos deveriam ser ultrapassados no campo político e técnico, dessa forma em 1944 o governo dos Estados Unidos propõe novas discussões com outras nações e como isso 55 Estados foram convidados para a Conferência de Aviação Civil Internacional em Chicago, que foi um grande sucesso, nela foi adotada a Convenção sobre Aviação Civil Internacional, também conhecida como Convenção de Chicago (MARCELINO 2012).

Marcelino (2012) aponta que na Convenção de Chicago estipulou-se 96 artigos que estabelecem as prioridades e as restrições de todos os Estados contratantes e preveem a adoção de normas internacionais e práticas recomendadas para regular o transporte aéreo internacional, além disso, foi estabelecida a criação da Organização de Aviação Civil Internacional Provisória (PICAO), que foi sucedida pela Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO) quando da entrada em vigor da Convenção de Chicago em 1947. A Convenção de Chicago conta atualmente com 191 Estados membros (ANAC 2016).

Conforme ANAC (2015) é importante destacar que tanto a Convenção de Paris em seu artigo 15º quanto a Convenção de Chicago já previam restrições à utilização de aeronaves “capazes de operar sem piloto”, e que seu emprego dar-se-ia mediante autorização especial, que o Estado contratante comprometer-se-ia a garantir o voo de tais aeronaves em regiões abertas excluindo risco à aviação civil. No Brasil o texto da convenção, bem como esse artigo foi internalizado por meio do Decreto nº 21.273 de 1946.

1.4 Autoridades Internacionais de aviação

1.4.1 Organização Internacional de Aviação Civil (ICAO)

A ICAO, órgão da Organização das Nações Unidas (ONU) é formada por um conselho de 33 Estados contratantes eleitos e de uma assembleia formada por todos os estados contratantes, com reuniões a cada 03 anos ou a pedido. Relativo à regulamentação dos RPAS, conforme ANAC (2015) a ICAO tem por objetivo favorecer a segurança, a eficiência, a economia e o desenvolvimento dos serviços aéreos, tem promovido o debate sobre operações com RPAS entre as autoridades de aviação civil de seus países-membro visando ao desenvolvimento de *Standards and Recommended Practices* – SARPS e material de orientação sobre o assunto.

De acordo com Regis (2016) em 2007 a ICAO criou um grupo de discussões sobre RPAS: Grupo De Estudo De Sistemas De Aeronaves Não Tripulados (UASSG) que, devido à sua importância foi convertido em painel, o *Small Unmanned Aircraft System Advisory Group* (RPASP) responsável por debater assuntos específicos e propor ações necessárias, *Job Cards* à *Air Navigation Commission* (ANC), sendo que o Brasil é o único País da América Latina a fazer parte. Para que sejam cumpridos os *Job Cards* o RPASP foi dividido em grupos de trabalho:

- 1) Aeronavegabilidade;
- 2) link C2 (Comando e controle);
- 3) DAA; (Detect and avoid);

- 4) Licenças;
- 5) Operações;
- 6) Integração ATM e
- 7) HITS (humanos no sistema).

O Brasil tem participação no Grupo de Trabalho 06 por 02 Oficiais do DECEA e no grupo de Trabalho 01 por 01 representante da ANAC.

Regis (2016) aponta que o USSAG já expediu os seguintes documentos referentes ao tema: em 2010, emenda ao Anexo 13: *Aircraft accident and incident Investigation*; em 2011, circular 328: *Unmanned aircraft Systems (UAS)*; em 2012, emenda ao anexo 07: *Aircraft Nationality and Registration Marks*; em 2014, emenda ao anexo 02: *Rules of the Air* e em 2015 o Documento 10019 intitulado Manual sobre Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS), em substituição à circular 328, versando sobre:

- Autorização especial;
- Aprovação de Certificado de Tipo de Aeronavegabilidade;
- Registro de RPA;
- Responsabilidade do Operador de RPAS;
- Gestão de Segurança;
- Licenciamento e Competência;
- Operação de RPAS;
- Detectar e Evitar (DAA);
- Link de Comando e Controle (C2);
- Comunicações ATC;
- Estação de pilotagem remota (RPS);
- Integração das operações RPAS em procedimentos ATM e ATM e
- Utilização de Aeródromos.

Conforme Regis (2016) a ICAO ainda publicou o Plano Global de Navegação Aérea 2013 - 2028, no qual consta o bloco de Melhoramentos do sistema de aviação (ASBU), constante no Documento 9750. O ASBU é dividido em três blocos separados por lapso temporal de 06 anos, sendo o primeiro para 2018, para os RPAS as ações tomadas visam à integração ao Sistema aéreo com as seguintes perspectivas:

Bloco 01 - 2018 - Estabelecimento de procedimentos básicos, com vistas à operação em espaço aéreo não segregado, incluindo Sistema de Detectar e Evitar;

Bloco 2 - 2024 – Refinamento dos procedimentos operacionais que englobam a perda do link de C2 (SSR 7400) e melhorias no Sistema de Detectar e Evitar e

Bloco 3 - 2030 – Completa integração, sendo a RPA capaz de operar em aeródromos e espaço aéreo não segregado da mesma forma como a aviação tripulada.

1.4.2 *Federal Aviation Administration (FAA)*

Conforme De Florio (2011) apud Marcelino (2012) a FAA é a Autoridade Aeronáutica Nacional dos Estados Unidos, fundada em 1966 regula e supervisiona todos os aspectos relacionados com a aviação civil. Suas atividades principais são: regulamentar a aviação civil para promover a segurança; incentivar e desenvolver a aeronáutica civil, incluindo novas tecnologias de aviação; desenvolver e operar um sistema de controle de tráfego aéreo (ATC) e de navegação tanto para a aviação civil, como para a aviação militar; desenvolver o Sistema Nacional de Aviação (NAS); desenvolver programas para controlar o ruído das aeronaves e outros efeitos ambientais da aviação civil; regulamentar o transporte aéreo comercial nos Estados Unidos.

1.4.3 *European Aviation Safety Agency (EASA)*

Em 15 de Julho de 2002, é criada a EASA com a adoção pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho da UE do Regulamento (CE) n.º 1592/2002, de modo a estabelecer e manter um nível de segurança da aviação civil elevado e uniforme em toda a Europa (MARCELINO 2012).

De acordo EASA (2016) as tarefas da agencia são: Projeto de implementação de regras em todos os domínios pertinentes à missão da EASA; certificar e aprovar produtos e organizações, em domínios em que a EASA tem competência exclusiva (aeronavegabilidade, por exemplo); a supervisão e apoio aos Estados-Membros nos domínios em que a EASA tem competência partilhada (operações aéreas, *Air Traffic Management*, por exemplo); promover a utilização de normas europeias e mundiais; cooperar com os intervenientes internacionais, a fim de atingir o mais alto nível de segurança para os cidadãos da UE no mundo. Com relação aos RPAS a EASA desenvolveu um parecer técnico, com base no Aviso prévio de proposta de alteração 2015-10 (A-NPA 2015-10), devidamente alinhado com a ICAO, JARUS e FAA, no qual estão inclusas 27 propostas concretas para um quadro regulamentar e para operações de baixo risco, que estabelece três categorias na seguinte forma:

- Categoria baixo risco: a segurança é garantida por meio do cumprimento das limitações operacionais, limitações de massa, requisitos de segurança do produto e um conjunto mínimo de regras operacionais;
- Categoria risco médio: necessita de uma autorização de uma autoridade nacional de aviação, na sequência de uma avaliação de risco feita pelo operador, necessidade de um manual de operações no qual são enumeradas as medidas de mitigação do risco;
- Categoria maior risco: seus requisitos são comparáveis aos da aviação tripulada, com supervisão da Agência Nacional de Aviação, operação, treinamento, ATM/ANS e organização de aeródromos pela EASA.

1.4.4 *Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems (JARUS)*

JARUS é um grupo de peritos das autoridades aeronáuticas nacionais e organizações regionais de segurança da aviação. O seu objetivo é recomendar um único conjunto de técnicas, de segurança e requisitos operacionais para a certificação e integração segura dos sistemas de aeronaves não tripuladas (UAS) no espaço aéreo e nos aeródromos. O objetivo Jarus é fornecer material de orientação visando facilitar cada autoridade para escrever as suas próprias necessidades e evitar a duplicação de esforços (JARUS, 2016).

1.5 Legislações Internacionais sobre RPAS

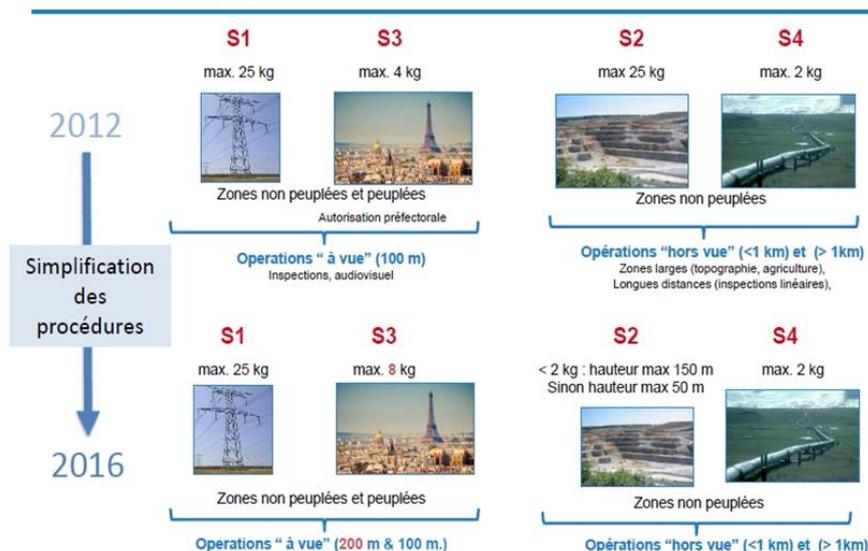
Conforme *Australian Government* (2016) a Austrália foi pioneira no lançamento de legislação específica para RPAS, a AC 101-1(0) a qual previa que o UAV não compreende só a aeronave, mas também o controle terrestre UAV, Sistema de comunicações / datalink, o sistema de manutenção e o sistema de pessoal, com relação às regras para utilização a regulamentação:

- Classifica as RPA em “pequenos UAV” (RPA entre 100 kg e 150 kg) e “grandes UAV” (RPA com mais de 150 kg);
- Exime os “pequenos UAV” da necessidade de possuir um Certificado de Aeronavegabilidade;
- Esclarece que um “pequeno UAV” a ser operado acima de 400 ft AGL necessita de autorização da CASA (Civil Aviation Safety Authority), a autoridade de aviação civil australiana;

- Impõe, para operação até 400 ft AGL com um “pequeno UAV”, algumas restrições operacionais, incluindo a proibição do sobrevoo de áreas populosas, sendo o operador o responsável pela garantia de uma operação segura;
- Determina que o sobrevoo de áreas populosas requiera Certificação de Tipo, independentemente do peso da RPA;
- Informa que “Pequenos UAV” são isentos de registro, porém necessitam conter uma placa de identificação;
- Informa ainda que a operação de “grandes UAV” requer o registro e um Certificado de Aeronavegabilidade, que pode ser um certificado experimental ou um certificado de aeronavegabilidade na categoria restrita;
- Determina, no que se refere à aeronavegabilidade continuado, que um “grande UAV” deve ser mantido de acordo com o regulamento CAR 1988 Part 4A, ao passo que os demais devem ser mantidos de acordo com os procedimentos aplicáveis a aeromodelos.

De acordo com FRANCE (2016) a França publicou o Decreto DEVA 1.206.042 A em 11 de abril de 2012 que foi revogado por dois novos Decretos de 17 de dezembro de 2015 e que entraram em vigor em janeiro de 2016, sendo o DEVA 1.528.542 A, relacionado ao design de RPA, condições de emprego e capacidade do operador e o DEVA 1.528.469 Esta situação diz respeito à utilização do espaço aéreo por RPA (**Figura 4**)

Conforme EUA (2016) a FAA publicou o conjunto de regulamento AIC 107-2 apresentando as primeiras regras operacionais para uso comercial rotineiro de RPAS, visando aproveitamento das inovações de segurança, estimular o crescimento do emprego, avanço da pesquisa científica e salvar vidas.



Fonte federação profissional de drone civil.

Figura 4: A evolução de cenários de usos de RPAS.

1.6 Legislação no Brasil

A primeira documentação referente à regulamentação de RPAS é o Decreto 21.713 de 27 de agosto de 1946, o qual Promulga a Convenção sobre Aviação Civil Internacional, concluída em Chicago a 7 de dezembro de 1944 e firmado pelo Brasil, em Washington, a 29 de maio de 1945, que em seu artigo 8º já previa restrições à utilização de aeronaves “capazes de operar sem piloto”, seu emprego mediante autorização especial, que o Estado contratante comprometer-se-ia a garantir o voo de tais aeronaves em regiões abertas excluindo risco à aviação civil (BRASIL, 1945).

Em 1986 foi publicado o Código Brasileiro de Aeronáutica, (CBA) Lei Nº 7565 BRASIL (1986) o qual informa em seu artigo primeiro que o Direito Aeronáutico é regulado pelos Tratados, Convenções e Atos Internacionais de que o Brasil seja parte, por este Código e pela legislação complementar.

Em seu artigo 176 o CBA esclarece que se considera aeronave todo aparelho manobrável em voo, que possa sustentar-se e circular no espaço aéreo, mediante reações aerodinâmicas, apto a transportar pessoas ou coisas (BRASIL, 1986).

Em 1998 foi publicada a Constituição Federal, que em seu artigo 5º, item X trata da direito a indenização pelo dano material ao qual todos operadores e usuários estão sujeitos, o

artigo 21º, item XII, letra “c” trata da competência da união em explorar a navegação aérea e aeroespacial (BRASIL, 1988).

Em 1999 foi publicada a Lei Complementar Nº 97 1999, BRASIL (1999), que em seu artigo 18º informa que cabe à Aeronáutica, como atribuições subsidiárias particulares:

I - Orientar, coordenar e controlar as atividades de Aviação Civil;

II - Prover a segurança da navegação aérea;

III - Contribuir para a formulação e condução da Política Aeroespacial Nacional;

IV - Estabelecer, equipar e operar, diretamente ou mediante concessão, a infraestrutura aeroespacial, aeronáutica e aeroportuária.

Também em 1999 foi publicada a Portaria 207 do Departamento de Aviação Civil (DAC) que estabelecia regras para operação de aerodelismo no Brasil (ANAC, 1999).

Em 2001 foi publicado do Decreto Nº 3.954 que estabelece as competências do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) cuja finalidade primária é: planejar, implantar, integrar, normatizar, coordenar e fiscalizar as atividades de controle do espaço aéreo brasileiro, de telecomunicações aeronáuticas e de informática (BRASIL, 2001).

Em 2004 o Exército publicou a Portaria Nº 606 cujo objetivo foi estabelecer orientações, devidamente priorizadas, a serem seguidas pelas Forças Singulares, para assegurar a eficiência do processo de obtenção de RPA, bem como sua transparência no âmbito das Forças Armadas (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2004).

Em 2005 por meio da publicação de Lei Nº 11192 é criada a ANAC, que tem a competência para editar e dar publicidade aos regulamentos necessários à aplicação da referida lei, bem como regular e fiscalizar os produtos e processos aeronáuticos; proceder à homologação e emitir certificados, atestados, aprovações e autorizações relativas às atividades de competência do sistema de segurança de voo da aviação civil, observados os padrões e normas por ela estabelecidos; expedir, homologar ou reconhecer a certificação de produtos e processos aeronáuticos de uso civil, observados os padrões e normas por ela estabelecidos (ANAC, 2005).

Ainda em 2009 o DECEA publicou a Circular de Informações Aeronáuticas (AIC) nº 29, primeira informação oficial sobre RPAS no Brasil, a qual tinha por finalidade apresentar as informações necessárias para o uso de RPAS no espaço aéreo brasileiro (DECEA, 2009).

Para tanto a AIC 29 conceituava VANT, SISVANT, OPERADOR DO SISVANT, área restrita, informava a participação do DECEA no UASSG, estabelecia condições de segurança, tais como: a operação de VANT não deveria aumentar o risco a pessoas e

propriedades, garantia de padrões aeronáuticos de segurança, proibição de voos sobre cidades, lugares povoados etc., os VANT deveriam se adequar às normas já existentes do Gerenciador do espaço Aéreo (*ATM - Air Traffic management*) e os voos só poderiam ocorrer em áreas restritas precedidos de NOTAM (*Notice to Airmen*) notícia aos aero navegantes, as solicitações deveriam ser realizadas aos órgãos regionais do DECEA (CINDACTA I, CINDACTA II, CINDACTA III, CINDACTA IV e SRPV-SP) com antecedência de 30 dias, que os aeromodelos não eram considerados VANT.

Em 2010 o DECEA publicou a AIC 21/10, substituindo a AIC 29/09 e com relação à antiga, a nova AIC trouxe novas conceituações, tais como: aeronave autônoma, aeronave de acompanhamento, aeronave remotamente pilotada, alcance visual, área perigosa, área proibida, carga útil, detectar e evitar, Estação Remota de Pilotagem (ERP), link de comando e controle, observador de ARP, operação autônoma, operador, órgão de controle do espaço aéreo, órgão regional, perda de link, piloto em comando, piloto remoto. Importante notar que além da ampliação de conceitos, incluem o ARP como subdivisão de VANT e os conceitos até então mundialmente discutidos são incluídos na regulamentação como DAA, Link C2 (DECEA, 2010).

A AIC 21/10 divide as operações de ARP quanto ao perfil dois tipos: Operação na linha de visada e operação além da linha de visada e quanto a sua natureza em ostensiva e sigilosa previa voos em espaços aéreos condicionados, com relação às condições de segurança, além das previstas na AIC 29, inclui regras para utilização de aeródromo compartilhado e taxiamento.com relação às autorizações para voo manteve os mesmos órgãos regionais do DECEA, e diminuiu o prazo das solicitações para 15 dias, além de ampliar o número de informações a serem prestadas ao controle do espaço aéreo e por fim promove ainda a divisão de competências entre DECEA, ANAC e da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

Em 2011 a ANAC, ANAC (2011), publica a DECISÃO Nº 127, que, além de autorizar a operação aérea de Aeronave Remotamente Pilotada do Departamento de Polícia Federal, estabelece:

- I - Definição de RPA;
- II - Condições para emissão da autorização de operação que o DPF deve observar;
- III - Condições para que o DPF conduza operações de RPA e
- IV - Condições relacionadas à pessoal para operações conduzidas pelo DPF.

Em 2012 a ANAC publicou a Instrução Suplementar IS 21-002 Revisão-A que visa orientar a emissão de Certificado de Autorização de Voo Experimental com base no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 21 – RBAC 21 para Veículos Aéreos Não Tripulados – VANT, para tanto define: RPA, Componente crítico, Condição de falha, Condições de falha prováveis, Condições de falha remotas, Condições de falhas extremamente remotas, Condições de falha extremamente improváveis, Detectar e Evitar, Equipe de RPAS, Fabricante, Modo de falha, Operação em linha de visada visual, Operador, Recuperação de emergência, Requerente, RPAS, Sistema de terminação de voo, SISVANT, VANT (BRASIL, 2012).

A IS 21-A esclarece também que dentre os SISVANT, apenas os RPAS estão qualificados a obter o certificado, que independentemente da posse de um Certificado de Autorização de Voo Experimental – CAVE, a operação de RPAS estará condicionada à autorização do DECEA, da ANATEL e, em alguns casos, do Ministério da Defesa ou do Comando da Aeronáutica, também que são aplicáveis às RPA que se pretenda operar a mais de 400ft acima da superfície terrestre ou além da linha de visada visual, ainda que abaixo desta altura. Esta IS também é aplicável às RPA com peso máximo de decolagem superior a 25 kg, ainda que operando em linha de visado visual e abaixo de 400ft AGL (BRASIL, 2012).

Define o CAVE é o certificado de aeronavegabilidade que pode ser emitido de acordo com a seção 21.191 do RBAC 21 para RPA experimental com os propósitos de pesquisa e desenvolvimento, treinamento de tripulações e/ou pesquisa de mercado. O CAVE é emitido para a RPA, no entanto o modelo da estação de pilotagem remota e outros componentes do RPAS também deverão ser constados, esse documento não autoriza a operação da aeronave com fins lucrativos (BRASIL, 2012).

Para solicitação de uma CAVE deverão ser incluídas informações, a ANAC realizará uma avaliação de segurança, baseada na documentação enviada, e, se necessário, poderá solicitar visitas às instalações do fabricante e, para propósitos que não sejam pesquisa e desenvolvimento ou treinamento de tripulações, poderá ser solicitada demonstração em voo, o CAVE é emitido com uma validade de 1 ano ou menos, de acordo com o critério que a ANAC julgue mais adequado para a manutenção da segurança operacional, caso o operador não cumpra com as condições e limitações estabelecidas pelo CAVE, ou com os regulamentos de aviação civil aplicáveis, bem como se o registro da aeronave seja cancelado ou suspenso, a ANAC poderá suspender ou cancelar o CAVE (BRASIL, 2012).

Após conclusão da aviação de segurança a ANAC poderá realizar uma inspeção local para determinar a aeronavegabilidade da aeronave. O registro de aeronaves no Registro Aeronáutico Brasileiro – RAB é um pré-requisito necessário para a emissão de um CAVE, o qual emitirá matrícula para a aeronave, deverá ser marcada a palavra EXPERIMENTAL em local visível da RPA, todas as RPA operando de acordo com esta IS devem ser coloridas com esquemas de alto contraste (BRASIL, 2012).

Todos os RPAS devem ser capazes de informar a posição e a altitude para o piloto em comando, e este deve monitorá-las continuamente e 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, conforme definido pela Anatel as RPAS deverão trabalhar em faixas específicas de frequências, a exceção para realização de voos autônomos são os RPAS operando com todos os enlaces de comando e controle perdidos (BRASIL, 2012).

De acordo com BRASIL (2012) a IS ainda traz considerações gerais sobre:

- Aeronavegabilidade continuada;
- Programa de Inspeção e Manutenção;
- Comunicação de Perda Total de Aeronave;
- Utilização do espaço aéreo e
- Utilização de espectro de rádio frequência.

Apresenta os apêndices: Relatório de avaliação de risco para emissão de CAVE para aeronaves remotamente pilotadas (BRASIL, 2012).

Em 2013 o DECEA publicou a Diretriz DCA 63-4 que disciplina a implementação dos Comitês responsáveis pelos assuntos relacionados aos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS) nos Órgãos Regionais do DECEA. Observa-se uma novidade quanto à nomenclatura, pois descreve que o termo VANT está obsoleto, sendo a referência doutrinária para tema (BRASIL, 2013).

Em 2014 o Ministério da Defesa publicou a Portaria Normativa nº 953 que estabelece procedimentos para a inscrição de entidades públicas e privadas no Ministério da Defesa (MD), a concessão de autorização para a realização da fase aeroespacial do aerolevanteamento, o controle de seus produtos e a participação de entidades estrangeiras em serviços de aerolevanteamento no território nacional, bem como o controle dos produtos sigilosos decorrentes do aerolevanteamento (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2014).

Em 2015 o DECEA publicou a ICA 100-40 aprovado pela Portaria DECEA nº 415/DGCEA que revoga a AIC nº 21/10 e esclarece os procedimentos necessários ao voo dos RPAS, bem como os parâmetros, enquadramentos técnicos de cada aeronave e as regras de voo a que estarão expostos (DECEA, 2015).

Em seu prefácio o alinhamento do pensamento estratégico do DECEA em promover a regulamentação de acordo com a ICAO em seu painel RPASP e ainda que o documento segue em linha de ação adotada pela Convenção de Chicago e pelo *Manual on RPAS* (DOC 10019) da ICAO, sua principal meta final é servir como guia para permitir operacionalmente e tecnicamente a total e segura integração do RPAS em espaço aéreo não segregado e aeródromos, compartilhando-os com aeronaves tripuladas (DECEA, 2015).

A nova regulamentação amplia novamente os conceitos em relação à AIC 21/10, definindo: aeronave, aeronave não tripulada totalmente autônoma, área restrita, comitê RPAS, Condições Meteorológicas de voo por Instrumentos (IMC), Condições Meteorológicas de voo Visual (VMC), equipe de RPAS, enlace de pilotagem, espaço aéreo condicionado, espaços aéreos ATS, espaço aéreo controlado, espaço aéreo de assessoramento, espaço aéreo segregado, Estação de Pilotagem Remota (RPS), explorador, fabricante, falha de enlace de pilotagem, notam, Operação em Linha de Visada Visual Estendida (EVLOS), Operação Além da Linha de Visada Visual (BVLOS), operação além da linha de visada rádio, órgão de controle de tráfego aéreo, plano de terminação de voo, requerente, sistema de aeronave não tripulada (UAS), sistema de aeronave remotamente pilotada (RPAS), Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), Sistema de Gerenciamento Da Segurança Operacional (SGSO), Voo IFR, Voo VFR (DECEA, 2015).

Além de norma propriamente dita, a ICA 100-40 contempla algumas questões principais: com o pleno objetivo de instruir os usuários de RPAS, dentre elas: tipos de aplicação, vantagens no uso, consciência situacional do RPAS, de forma a detectar e evitar acidentes e incidentes com aeronaves não tripuladas, sistemas estão sendo desenvolvidos e poderão integrar inclusive aeronaves tripuladas, a emissão de documentações aos pilotos deverá seguir a complexidade das RPA, utilização de uma faixa de frequência confiável de forma a evitar falhas do enlace para a pilotagem e sobre as medidas de proteção contra possíveis interferências, intencionais ou não, para os casos de aerolevamento, necessidade de autorização do Ministério da Defesa (DECEA, 2015).

De acordo com DECEA (2015) a ICA 100-40 estabelece ainda 05 premissas básicas:

- 1) O RPA é uma aeronave e sendo assim deverá seguir as normas estabelecidas pelas autoridades competentes da aviação nacional;
- 2) O RPAS deverá se adaptar às regras existentes, não poderá gerar impactos negativos de segurança;
- 3) A operação de um RPAS deverá priorizar a segurança, minimizando o risco para aeronaves tripuladas e para as pessoas e propriedades no solo;
- 4) Não será autorizado voo totalmente autônomo e
- 5) A instrução se aplica a todas as operações que não sejam exclusivamente com propósitos recreativos, excluindo da instrução os aeromodelos.

Na sequência, conforme DECEA (2015) a Instrução trata de:

- Certificado de Tipo e aprovações de aeronavegabilidade, considerando que o RPA é uma aeronave e que conforme as normas em vigor toda aeronave deve possuir certificado de aeronavegabilidade;
- Registro do RPA, O Código Brasileiro de Aeronáutica prevê, em seu artigo 20, que, “salvo permissão especial, nenhuma aeronave poderá voar no espaço aéreo brasileiro, aterrissar no território subjacente ou dele decolar, a não ser que tenha marcas de nacionalidade e matrícula.”
- Responsabilidade do explorador/operador de RPAS, O Explorador de RPAS é responsável pela condução segura de todas as operações. Essa atribuição inclui o estabelecimento e a implementação de um Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional, é também responsável pelo gerenciamento do seu pessoal (incluindo programa de treinamento, composição da equipe, procedimentos de transferência de pilotagem, controle de fadiga etc.), pela manutenção (programa de manutenção, registros, aeronavegabilidade continuada, modificações e reparos etc.) pela documentação (manuais, certificados, licenças, registros, log book, informações etc.), pelos contratos prestados pelos provedores de serviços (por exemplo, prestadores de serviços de comunicação) e pela proteção e salvaguarda da operação (segurança da Estação de Pilotagem Remota, preservação dos dados etc.).
- Piloto remoto, a emissão de documentação específica de Licença, quer seja de Piloto Remoto ou de Piloto em Comando, quando aplicável, deverão ser seguidas as orientações estabelecidas pela ANAC, assim como o Observador de RPA pode ter requerida uma habilitação;
- Comunicações, os enlaces de comunicação são parte essencial da operação de um RPAS, poderão ser empregados: enlace de pilotagem, que pode ser dividido em Operação

em Linha de Visada Rádio (RLOS) ou Operação Além da Linha de Visada Rádio (BRLOS), cujas frequências deverão estar de acordo com as regulamentações da ANATEL, assim como o Enlace de carga útil, Comunicação com o órgão ATS, além de outros tais como capacidade de detectar e evitar;

- Estação de pilotagem remota, como princípio geral, a RPS se comporta, ou funciona como o cockpit de uma aeronave tripulada e deve, portanto, oferecer ao piloto remoto capacidade equivalente para pilotar e gerenciar o voo, deve fornecer os meios aos pilotos remotos do RPAS para monitorar e controlar o funcionamento da RPA, tanto no solo quanto no ar, os Exploradores/Operadores deverão ter planos de ação de segurança (*security*) contra qualquer tentativa que ameace a salvaguarda da RPS. Os RPS podem ter as seguintes categorias: Categoria BVLOS A - Pilotagem direta, Categoria BVLOS B - Piloto automático, Categoria BVLOS C - Pilotagem por “*waypoint*”, Categoria VLOS - linha de visada visual;

- Regras de acesso ao espaço aéreo, as operações de RPAS no Espaço aéreo brasileiro deverão ser previamente autorizadas pelo DECEA, por meio de seus órgãos regionais, para tanto deverão se adequar às regras e sistemas existentes, a utilização do espaço aéreo por RPA somente será autorizada mediante a acomodação desta tecnologia, por meio da criação de um Espaço Aéreo Condicionado, com coordenadas e volume definidos, devidamente publicado em NOTAM, ou em áreas de teste constantes no AIP Brasil, Em princípio, será proibido o voo sobre áreas povoadas e grupo de pessoas, dependendo da classe de espaço aéreo que se pretenda operar, o RPA deverá contar com transponder, cada piloto somente poderá pilotar uma RPA por vez a partir de uma RPS, Fica proibido o transporte de cargas perigosas (como explosivos, armas, agentes químicos ou biológicos, laser etc.), a menos que devidamente autorizado por autoridade competente, quando em contato com órgão ATS:

- As operações em alturas muito baixas: a operação de voo de RPA com Peso Máximo de Decolagem (PMD) menor que 25 kg, em área segregada, sem a necessidade de publicação em NOTAM, poderá ser autorizada desde que atendidas condições específicas a aeronaves com peso máximo de decolagem até 02 kg e peso máximo de decolagem entre 2 kg e 25 kg, para aeronaves com peso superior a 25 kg o voo deverá ser realizado em Espaço Aéreo Segregado, independentemente da altura em que se pretenda voar, devendo ainda ser feita a solicitação formal ao Órgão Regional responsável pela área pretendida para o voo, com antecedência mínima de 30 dias corridos antes da data de início pretendida para a operação.

- Operação em áreas confinadas: Os voos no interior de prédios e construções fechadas, mesmo que parcialmente, incluindo ginásios, estádios e arenas a céu aberto (até o

limite vertical da sua estrutura lateral) são de total responsabilidade do proprietário da estrutura ou do locatário do imóvel e deverão estar autorizados.

- Operação de RPAS sobre áreas povoadas: em princípio não serão autorizadas, porém poderão ser excepcionalmente autorizadas se: tenha enlace de pilotagem certificado pela ANATEL, RPAS totalmente certificado pela ANAC, piloto possua habilitação conforme estabelecido pela ANAC, operador/explorador possua Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO), seja apresentado ao órgão regional do DECEA um documento de análise do risco à Segurança Operacional, devidamente aprovado pela ANAC. Esse documento deverá conter a análise dos riscos envolvidos com ações mitigadoras aceitáveis, observando ainda: Altitudes para uma operação segura, consequências de uma descida e pouso descontrolado, distância de obstáculos, proximidade com aeroportos e campos de pouso de emergência, restrições locais, plano de Terminação de Voo e qualquer outro aspecto, relacionado com a operação ou não, que possa causar riscos às pessoas e propriedades, no solo e no ar.

- Operações na circulação operacional militar: Caso estejam operando na Circulação Operacional Militar, deverão seguir o previsto em legislação específica do SISDABRA.

- Operações em áreas ou condições perigosas: Esse tipo de operação deverá ser cuidadosamente considerado para garantir que pessoas, propriedades ou outra aeronave não fiquem sujeitos a um risco ainda maior e poderá ser autorizada pelo Órgão Regional, em caráter excepcional, mediante uma análise criteriosa da situação.

- Processo de solicitação de autorização: esclarece todas as etapas e documentações necessárias para operação de RPAS, informa ainda quais são os pareceres dos órgãos regionais, quanto à autorização importante constar que estará autorizado o perfil aprovado no parecer emitido pelo Órgão Regional, o que não necessariamente autoriza o solicitado pelo requerente, informa a finalidade da NOTAM.

- Segurança operacional: é o estado no qual o risco de lesões a pessoas ou danos a propriedades são reduzidos e mantidos em (ou abaixo de) um nível aceitável, mediante um contínuo processo de identificação de perigos e gerenciamento de riscos, os Exploradores/Operadores do RPAS, sempre que for aplicável, deverão estabelecer e manter um Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO) que seja apropriado ao tamanho da RPA, traz ainda um item sobre investigação e prevenção de acidentes e incidentes;

- Emergências e plano de terminação de voo: O plano de terminação de voo deverá ser estabelecido para minimizar a possibilidade de danos ou prejuízos a pessoas e/ou

propriedades, no solo, sobre a água ou no ar, a RPA deverá estar equipada com um dispositivo ou mecanismo, ou ainda um sistema, função ou procedimento pré-programado de terminação de voo, acionado automaticamente ou manualmente, que levará a aeronave, no caso de interrupção ou falha de quaisquer sistemas de controle, para o solo, dentro de padrões de segurança estabelecidos, o plano de Terminação de Voo deverá ser executado como o último recurso, após a constatação de insucesso de todos os procedimentos de contingência ou no caso de outro perigo potencial que requeira a descontinuidade imediata do voo, cita ainda quais serão os casos para realização de procedimento para terminação de voo;

- Proteção e salvaguarda: deve ser entendida nesse capítulo como proteção da integridade, deve-se ter controle de acesso à RPS, quando for o caso, a fim de protegê-la contra sabotagens ou qualquer interferência ilegal, assim como a faixa de frequência deve ser robusta o suficiente para garantir a operação, O Explorador/Operador do RPAS é o responsável por garantir a salvaguarda física dos equipamentos do sistema, bem como da aeronave, no solo, embarcado e no ar.

- Questões legais: a operação de RPAS deverá ser realizada mediante contratação de seguro que garanta indenização contra danos a propriedades e terceiros, quanto à responsabilidade, o piloto em Comando é responsável pelo cumprimento dos critérios de acesso ao Espaço Aéreo, ao piloto remoto é imputada a responsabilidade pelo manuseio dos comandos de voo e as consequências que dele advêm, seja operando no modo manual ou automático, caso o Explorador/Operador cometa alguma infração em relação às regras estabelecidas nesta Instrução, estará desrespeitando, além desta, diversas outras legislações, estando sujeito às providências previstas, entre as quais:

Art. 33 do Decreto Lei nº 3.688 (Lei das Contravenções Penais) – Dirigir aeronave sem estar devidamente licenciado;

Art. 35 do Decreto Lei nº 3.688 – Entregar-se na prática da aviação fora da zona em que a lei o permite, ou fazer descer a aeronave fora dos lugares destinados a esse fim;

Art. 132 do Decreto Lei nº 2.848 (Código Penal) – Expor a vida ou a saúde de outrem a perigo direto e iminente; e

Art. 261 do Decreto Lei nº 2.848 – Expor a perigo aeronave, própria ou alheia, ou praticar qualquer ato tendente a impedir ou dificultar navegação aérea.

Em 2015 a ANAC realizou uma consulta pública e disponibilizou em seu site o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial RBAC-e nº 94 que atualmente passa por aprovações de diretoria e em vias de ser publicada oficialmente. a proposta de regulamentação

apresenta os conceitos de: Áreas distantes de terceiros, Pessoa anuente, Pessoa envolvida e Piloto Remoto (BRASIL, 2015).

De acordo com BRASIL (2015) a RBAC-e nº 94 classifica as operações de RPAS em:

- Operações experimentais são aquelas realizadas sem fins lucrativos;
- Operações comerciais representam a prestação de serviços a terceiros utilizando RPAS;
- Operações corporativas se referem ao uso de RPAS pela própria empresa ou instituição sem fins experimentais.

Para BRASIL (2015) as RPAS serão classificadas em:

- Classe 1 = RPA com Peso Máximo de Decolagem maior 150 quilos (kg);
- Classe 2 = RPA com Peso Máximo de Decolagem maior que 25 kg e menor ou igual a 150kg;
- Classe 3 = RPA com Peso Máximo de Decolagem menor ou igual a 25kg

As documentações necessárias para operação de RPAS serão divididas pelas classes apresentadas:

- Classe 1 operando em linha visada visual até 400 pés acima do nível do solo: comprovação do cadastro emitido junto à ANAC, Manual de voo, seguro com cobertura de danos a terceiros (exceto órgãos de segurança pública e defesa civil), documento que contenha a análise de risco;

- Classe 1 operando além da linha visada visual acima de 400 pés acima do nível do solo): Manual de voo, seguro com cobertura de danos a terceiros (exceto órgãos de segurança pública e defesa civil), licença e habilitação emitida pela ANAC, Certificado de marca experimental ou certificado de matrícula, certificado de autorização de voo experimental (CAVE) ou certificado de aeronavegabilidade especial, documento que contenha a análise de risco;

- Classe 2: Manual de voo, seguro com cobertura de danos a terceiros (exceto órgãos de segurança pública e defesa civil), Certificado Médico Aeronáutico de 5ª Classe (Emitido segundo RBAC nº 57), certificado de marca experimental ou certificado de matrícula, certificado de autorização de voo experimental ou certificado de aeronavegabilidade especial, documento que contenha a análise de risco;

- RPA com Peso Máximo de Decolagem superior a 150 kg: Manual de Voo, seguro com cobertura de danos a terceiros (exceto órgãos de segurança pública e defesa civil), licença e habilitação emitidas pela ANAC, Certificado Médico Aeronáutico de 5ª Classe

(Emitido segundo RBAC nº 57), certificado de marca experimental ou certificado de matrícula, certificado de autorização de voo experimental ou certificado de aeronavegabilidade especial, documento que contenha a análise de risco.

A proposta de regulamento estabelece a diferenciação entre RPA e Aeromodelo segundo a intenção do voo de seu “piloto remoto”, ou seja, se o voo tem a finalidade de “recreação” a aeronave é um Aeromodelo; se a finalidade é diversa da “recreação”, como por exemplo, nas atividades comerciais, corporativas, de segurança pública e de defesa civil, a aeronave é um RPA. Dessa forma, uma mesma aeronave pode ser um Aeromodelo e um RPA (BRASIL, 2015).

Outra questão interessante é o retorno do termo VANT, pois a RPA é uma subclasse de VANT que se caracteriza pela capacidade que a aeronave possui de permitir a intervenção do piloto remoto em qualquer fase do voo, sendo essa aeronave o foco principal da nova regulamentação (BRASIL, 2015).

Com relação ao piloto remoto em comando a nova regulamentação prevê que devem ser maiores de 18 anos (exceto no caso de aeromodelos), e quando operarem as classes 1, 2 e 3 (neste último caso acima de 400 pés) deverão possuir licença e habilitação emitidas pela ANAC. Os pilotos remotos de RPA de classes 1 e 2 devem ainda possuir Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido. Não serão exigidas licença e habilitação para pilotos remotos de RPA Classe 3 operando abaixo de 120 metros de altura e nem para a operação de Aeromodelos. Um piloto remoto somente poderá operar um único RPAS por vez e deve estar presente durante todas as fases do voo, sendo permitida a troca de piloto remoto em comando durante a operação. Antes de iniciar um voo, deve tomar ciência de todas as informações necessárias ao planejamento de voo (BRASIL, 2015).

Para as regras de voo, de acordo com BRASIL (2015) a proposta estabelece que:

- RPA e Aeromodelos não podem voar de forma autônoma, isto é, sem que o piloto remoto possa interferir no voo e não podem transportar pessoas, animais e artigos perigosos;
- Os Aeromodelos somente podem voar em até 120 metros (400 pés) de altura e distantes no mínimo 30 metros horizontais de terceiros, ou seja, daqueles que não estão envolvidos ou que não consentiram com essa operação;
- As RPA somente podem voar, pousar e decolar a uma distância mínima de 30 metros horizontais de terceiros, exceto os que se destinam a operações de segurança pública e/ou defesa civil;

- A distância horizontal de 30 metros de terceiros não precisa ser observada caso haja uma barreira mecânica suficientemente forte para isolar e proteger as pessoas, na eventualidade de um acidente;

- Os voos de RPA da Classe 3 ou de Aeromodelos sobre áreas habitadas não poderá ultrapassar 60 metros (200 pés) de altura e

- É proibida a operação internacional de RPA e de Aeromodelos, podendo a ANAC expressamente autorizar apenas as RPA para tal operação.

Todas as RPA devem ser “registradas” junto ao Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB) e receberão um Certificado. As RPA que operarem somente até 120 metros de altura e dentro da visão do piloto remoto (VLOS) serão dispensadas do Registro no RAB e serão apenas “cadastradas” junto à ANAC, mediante a apresentação de informações sobre o operador e o equipamento. Aeromodelos não necessitarão de registro ou mesmo de cadastro (BRASIL, 2015).

No caso de não cumprimento dos requisitos estabelecidos nesse regulamento, o infrator estará sujeito às sanções estabelecidas no Código Brasileiro de Aeronáutica e a ANAC poderá suspender temporariamente as operações, por meio de medida cautelar, quando o descumprimento aumentar significativamente o nível de risco da operação. Além dessas sanções, a proposta sugere a aplicação da Lei das Contravenções Penais (Decreto-Lei nº 3.688, de 3/10/1941), no caso de operações de RPA e Aeromodelos fora das áreas permitidas e quando os pilotos remotos estiverem voando um RPA sem estarem devidamente licenciados (BRASIL, 2015).

1.7 Geotecnologias agregadas à utilização de RPAS no planejamento/monitoramento ambiental.

Os SIG são derivados de Cartografia Digital que incorporaram funções mais específicas voltadas à integração, análise espacial e modelagem de dados georreferenciados, para tanto fazem uso de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD). (NEPOMUCENO, 2016).

Câmara (1995) explica que um SIG é dividido em diferentes componentes que se relacionam hierarquicamente: interface do usuário, entrada e integração de dados, funções de consulta e análise espacial, visualização e plotagem, armazenamento e recuperação de dados.

Christofolletti (1999) expõe que a utilização de SIG para modelagem de dados vem permitindo a realização de prospecções cada vez mais eficientes, possibilitando a identificação

e dimensionamento de respostas dos sistemas ambientais frente às possíveis intervenções antropogênicas, ou mesmo naturais, tendo serventia para as tomadas de decisão tanto na escolha de alternativas de intervenções menos impactantes, quanto na definição de medidas de mitigação de riscos, custos, impactos, levando em consideração aspectos sociais, ambientais e econômicos.

Sob a perspectiva ambiental, diversos autores propõem diferentes métodos, etapas, procedimentos de aplicação de técnicas de georreferenciamento, no entanto se assemelham nas atividades de planejamento ambiental por meio da divisão deste planejamento em três etapas distintas (NEPOMUCENO, 2016):

I - inventário: criterioso levantamento qualitativo e/ou quantitativo das condições ambientais existentes (características climáticas, litologia, vegetação etc.), é importante que esse levantamento seja criterioso, pois do contrário poderá interferir nas análises ambientais posteriores e tomadas de decisão subsequentes;

II - análise/diagnósticos é definido como sendo a etapa de realização de “Prospecções Ambientais” feitas por meio de avaliações ambientais diretas (com reclassificação direta de dados originais, tendo com resultado as avaliações de risco e de potenciais ambientais, ex. previsão de inundações) ou complexas que são a partir de diversas avaliações prévias combinadas com a situação atual, de forma que sejam identificadas áreas com possibilidades de conflitos ou incongruências de uso;

III – tomada de decisões: é a escolha frente a um conjunto de alternativas, norteado por metas, meios usados e fins esperados, implicando em escolher a melhor alternativa de ação disponível, levando em consideração as limitações e vantagens inerentes a cada alternativa selecionada.

De acordo com Meyer *and* Gallacher (2016) um software de informações geográficas exibe informações geográficas de uma variedade de camadas. O padrão da indústria é ESRI ArcGis, mas várias opções de código aberto estão disponíveis (GRASS GIS, QGIS, uDig, openjump, gvSIG).

Para Longhitano (2010) os SIGs são recursos poderosos de ampla utilização em pesquisas e trabalhos, pois facilitam a visualização de informações espaciais, bem como seu cruzamento e análise. Tratam-se, portanto, de ferramentas que auxiliam na identificação e previsão de Impactos Ambientais.

Geoprocessamento pode ser considerado como a técnica e tecnologia voltada à aquisição, arquivamento, à recuperação, ao processamento, à integração e à representação de dados e informações geográficas (CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V., 2001)

Segundo Medeiros (2007) geoprocessamento é o processamento informatizado de dados georreferenciados. É útil para monitorar áreas com maior necessidade de proteção ambiental, acompanhar a evolução da poluição da água e do ar, níveis de erosão do solo, disposição irregular de resíduos e para o gerenciamento dos serviços de limpeza pública.

Nessa linha o termo geoprocessamento abarca a aquisição de dados e informações espaciais por Sistema de Navegação Global por Satélites (*Global Navigation Satellite System - GNSS*) e técnicas de Sensoriamento Remoto, além de técnicas de processamento destas imagens por meio de programas de Processamento digital de Imagens (PDI) e SIG (CÂMARA, et al., 2001).

Meneses et al (2012) informa que Sensoriamento remoto é uma ciência que visa a obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres. A origem do sensoriamento remoto nos anos de 1960 deve-se ao espetacular desenvolvimento da área espacial nesses anos, época da corrida espacial. A Tecnologia disponível possibilitou colocar no espaço satélites artificiais para várias finalidades. Os satélites meteorológicos foram os pioneiros e, por meio deles, quase que de uma maneira acidental é que o sensoriamento remoto deu os seus primeiros passos.

Com o advento do avião como instrumento para tomada de fotografias aéreas verticais, somada à evolução das lentes das máquinas fotográficas e a invenção de aparelhos estereoscópicos que possibilitaram a visualização tridimensional de pares adjacentes de imagens aéreas em sua área de sobreposição. Andrade (1997) destaca o maior controle sobre o processo de tomada de fotografias aéreas. Essa evolução permitiu a criação de conceitos como aerotriangulação, restituição e retificação de fotografias aéreas, aumentando o nível de acurácia desejados para esses tipos de levantamentos.

Com o surgimento da informática, surgiram também os primeiros modelos numéricos de terreno em meio digital para ortorretificação de fotografias aéreas (JENSEN, 1986). As técnicas de fotogrametria consistem em uma das principais ferramentas para geração de mapas de bases planialtimétricas, cartas topográficas e ortofotos, e vários outros usos para levantamentos ambientais (NEPOMUCENO 2016).

Importante destacar o uso de RPAS para transporte de sensores para obtenção de imagens de superfície e além destes, outra fonte para obtenção de informações da superfície terrestre são os sensores orbitais, que, juntamente com as câmeras fotográficas, registram a radiação emitida ou refletida pela superfície terrestre. São, possivelmente, os sensores de maior importância para levantamentos ambientais devido à diversidade disponível no mercado e pela vasta gama de aplicações, (JENSEN 2009).

Os Sensores Orbitais são classificados em dois tipos conforme (FELICÍSIMO, 1994):

I - Sensores Orbitais ativos: Possuem fonte de energia própria e não dependem de energia solar ou outras fontes e podem ser usados independente de dia ou noite e das condições climáticas, os sensores ativos de maior relevância são aqueles que operam na frequência de micro-ondas de rádio do tipo RADAR (*Radio Detection and Ranging*) e que geram produtos como os Modelos Digitais de Elevação (MDE), que são imagens digitais com dados altimétricos da superfície terrestre. Além dos sensores radar tem destaque a utilização dos sensores tipo Laser Scanner, também conhecidos como LIDAR (*Light Detection and Ranging*) (MEYER and GALLACHER, 2016).

II - Os sensores Orbitais passivos: são dispositivos eletrônicos, sensíveis à radiação eletromagnética emitida e refletida da superfície terrestre, possuem capacidade de converter a radiação recebida em sinais digitais que são associados aos níveis de cinza na imagem (LUCHIARI, KAWAKUBO, MORATO, 2011).

Segundo Crosta (1992) existem duas técnicas para extração de informação de elementos da paisagem por meio de análise de imagens: interpretação visual de imagens (fotointerpretação) e classificação automatizados ou semiautomatizados por meio de processamento digital de imagens.

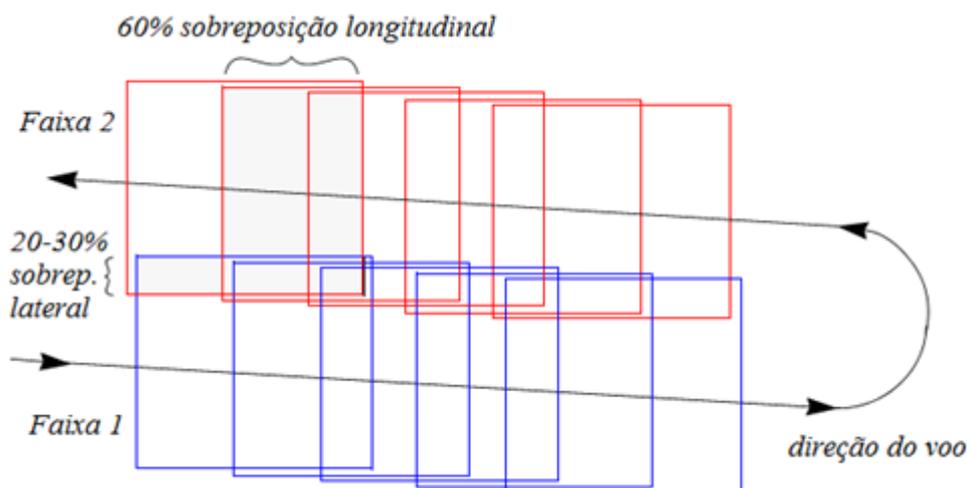
O Processamento Digital de Imagens (PDI) é o conjunto de procedimentos voltados à análise e manipulação de imagens de sensores remotos (fotografias aéreas ou orbitais) por meio do processamento em computadores (JENSEN, 1986). Para Crosta (1992) a função primordial do PDI é fornecer ferramentas para identificação e extração de informações destas imagens para posterior interpretação.

De acordo com Amaral e Fernandes (2013) até 1970, fotogrametria era: “ciência e arte de obter medidas confiáveis por meio de fotografias”, conceito este elaborado pela Sociedade Americana de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto (ASPRS). Tal definição foi alterada para se adequar à nova demanda de interpretações visuais.

A fotointerpretação se inclui nessa antiga definição da ASPRS, uma vez sua importância é semelhante, visto que a capacidade de reconhecer e identificar feições na superfície terrestre é tão importante quanto à dedução de posições a partir de fotografias (SPOHR, 2009).

Para Palermo e Leite (2013) as fotografias aéreas podem ser verticais ou oblíquas, as primeiras são tomadas do eixo da câmera na posição mais vertical possível, porém o próprio movimento da aeronave altera o eixo, as segunda são obtidas quando o deslocamento é intencional, podendo ser alto oblíquas, quando o horizonte está presente ou baixo oblíquas quando o horizonte não está presente.

As sobreposições podem ser laterais e longitudinais, que representam duas faixas de fotografias aéreas. A sobreposição lateral acontece entre as faixas do bloco, e seu valor quase sempre é de aproximadamente 30%. A sobreposição longitudinal ocorre entre uma fotografia e sua subsequente, sendo normalmente superior a 60%, **Figura 5** (PALERMO e LEITE, 2013).



Fonte: adaptado de ERDAS, 2010 apud (PALERMO E LEITE, 2013).

Figura 5: Sobreposições lateral e longitudinal.

Palermo e Leite (2013) informam que a realização de medições de objetos utilizando Fotogrametria é possível por meio de dois tipos de orientações para as fotografias utilizadas: a orientação interior (OI) e a orientação exterior (OE). De acordo com Andrade (1998, p. 162), a OI recupera a geometria interna da câmera no momento da aquisição da fotografia.

1.8 Aplicações/experiências de RPAS em Monitoramento ambiental

Dentre as mais variadas utilizações possíveis para os RPAS, a área ambiental representa uma de seus grandes expoentes. As possibilidades de usos são tão variadas quanto à multiplicidade de cenários ambientais que se apresentarem. Gallacher (2015) delimita o monitoramento ecológico por RPAS, devido a questões de gestão, em seis categorias:

- I Biomassa vegetal - Estimativa do potencial herbívoro/pressão dentro das UC;
- II Diversidade biológica das plantas - estimativa da saúde dos ecossistemas e da pressão das bordas;
- III População animal - contagens de indivíduos dentro de uma espécie, ou de artefatos (por exemplo, tocas, ninhos);
- IV Aptidão animal - estimativa da distribuição de saúde e/ou idade de uma espécie por análise morfológica;
- V Influências antropogênicas - avaliação dos danos ecológicos e preservação herança cultural;
- VI Zoneamento de habitats - identificação de macro e micro-habitat.

Gallacher (2015) aponta ainda uma possível aplicação futura para os RPAS como sendo a coleta de amostras físicas para uso imediato para análise de laboratório estendida, permitindo o acesso a áreas difíceis (ex. Pântano) com mínima perturbação (ex. coleta de pelos de um carnívoro).

Das várias utilizações possíveis encontradas na literatura para uso de RPAS para monitoramento ambiental, destacam-se as abaixo compiladas:

- Monitorar reservas ambientais, adquirir evidências de atividades humanas, como a exploração madeireira, trilhas na floresta e incêndios florestais (KOH and WICH, 2012);
- Monitoramento ambiental de áreas atingidas, por meio do acompanhamento de impactos ambientais, a verificação da eficiência das ações de mitigação e recuperação destas áreas, comparação evolutiva destas áreas ao longo do tempo, documentação da ocorrência auxiliando empresas ambientais a produzir relatórios de acompanhamento da recuperação ambiental, acompanhamento de reflorestamentos (LONGHITANO, 2010);
- Recuperação de informação biológica para fins de conservação (LOBO ALEU, 2009);
- Estudo de floresta ripária no Mediterrâneo (DUNFORD et al., 2009);
- Estudo de ambientes de pastagens, (LALIBERTE et al., 2011);
- Monitoramento de gases na atmosfera, (KHAN et al., 2012);

- Monitoramento de radiação na atmosfera pós desastre nuclear de Fukushima com a explosão de reator (TOWLER et al., 2012);
- Medição da biodiversidade florestal (GETZIN et al., 2012)
- Contagem de quantidade de aves numa variedade de contextos (JONES et al., 2006; RODRIGUEZ et al., 2012; SARDA-PALOMERA et al., 2012);
- Contagem de elefantes em Burkina Faso (VERMEULEN et al.);
- Monitoramento de oceano (LOMAX et al.,
- Monitoramento de habitats de água doce (HUSSON et al.,);
- Monitoramento de rios (LEJOT et al., 2007; LIN et al. 2012
- Dispersão de sementes como parte de projetos de restauração florestal (KRUPNICK, 2013; SUTHERLAND et al.,
- Aplicação da lei é para o acompanhamento das atividades ilegais, nomeadamente no contexto da caça ilegal de animais selvagens (SCHIFFMAN, 2014);
- Investigação ecológica também pode ser vantajosa para patrulhas (MULERO-PAZMANY et al., 2014);
- Recolha de evidências de atividades ilegais como o desmatamento (KOH *and* WICH, 2012);
- Captura de infratores ambientais, ajudando as equipes de fiscalização a localizá-los e prendê-los (MULERO-PAZMANY et al., 2014);
- Fornecimento de imagens fotográficas de alta resolução que podem ser usadas para garantir processos judiciais (SNITCH, 2014);
- Monitoramento de grandes áreas que são muito difíceis de cobrir a partir do solo (STEINER, 2014);
- Monitoramento ambiental de atividades de mineração (BIAGIONI, 2010);

Harriman *and* Muhlhausen (2013) descrevem as seguintes utilizações:

- Locais arriscados à vida tais como linhas costeiras inacessíveis ou furacões (NAGAI et al., 2008; WATTS et al., 2012; NOAA, 2012);
- A Agência Nacional de Aeronáutica E Administração do Espaço (NASA) voou um RPAS sobre o enxofre de dióxido de sódio ventilado do Vulcão Turrialba em San Jose, Costa Rica para recolher dados sobre as suas emissões;
- Levantamento e gestão de áreas com risco de desastre, mitigação de atividade ilegal, monitoramento de erosão de rios, risco de inundação, identificação de áreas de caça

furtiva, constatação de migração, identificação de padrões de desmatamento e de áreas com risco de deslizamento de terra, constatação de atividade de pesca ilegal, monitoramento de espécies ameaçadas de extinção, verificação de expansão urbana e possíveis riscos de erupção em atividades vulcânicas;

Sandbrook (2015) elencou as seguintes aplicações:

- Aplicações de pesquisa e conservação direta (utilizado para a contagem e monitoramento de vida selvagem e outros recursos biológicos que fornecem potencialmente de valor para a conservação (KOH *and* WICH, 2012; MARTIN et al., 2012; MARRIS, 2013);
- Controle de Caça em Balule na África do Sul (SNITCH, 2014);
- Contagem de dugongos na Austrália (HODGSON et al., 2013);
- Aplicação da lei é para o acompanhamento das atividades ilegais, nomeadamente no contexto da caça ilegal de animais selvagens (SCHIFFMAN, 2014);
- Recolha de evidências de atividades ilegais como o desmatamento (KOH *and* WICH, 2012);
- Fornecimento de imagens fotográficas de alta resolução que podem ser usadas para garantir processos judiciais (SNITCH, 2014);
- Monitoramento de grandes áreas que são muito difíceis de cobrir a partir do solo (STEINER, 2014).
- Classificação de Habitat, monitoramento da população animal por meio de sítios de agregados (água/alimentação) dispersos em áreas (pastagens abertas) e métodos indiretos (por exemplo, buracos de lagartos e carcaças), monitoramento de condição animal, por exemplo, largura corporal do mamífero é indicativa de boa saúde e/ou gravidez (GALLACHER *and* KHAFAGA, 2015).

Além de uma infinidade de aplicações, se faz necessário examinar os impactos que os RPAS podem causar. Longhitano (2010) os classifica e descreve como:

- I – Positivos: aqueles que podem gerar apoio para a conservação, tornando as ações de conservação mais fáceis e eficazes, fornecendo novos benefícios sociais, uma vez que as populações locais podem conhecer o fluxo contínuo de serviços ecossistêmicos como o ecoturismo, as pessoas que vivem em locais de usos podem também se beneficiar de serviços como mitigação dos impactos de mudança de clima, aumento no valor de existência que a população ganha, sabendo que espécies raras estão sendo protegidas;

II – Negativos: considerando que os dados coletados podem cair nas mãos de pessoas erradas, devido à ação de hackers, como por exemplo, disponibilização de informações sobre esforços de aplicação da lei aos criminosos; criação de hostilidade com a população local, o que poderia comprometer a eficácia da conservação proposta. RPAS podem minar o paradigma de conservação livre criando a impressão, intencional ou não, de um retorno a uma abordagem militarizada.

Longhitano (2010) descreve ainda reações adversas e hostis à utilização de RPAS, como exemplo emprego de arma de fogo com intuito de derrubar a aeronave, tais incidentes já ocorreram nos EUA, geralmente em casos em que caçadores abatem Drones que foram implantados por grupos de bem-estar dos animais contrário de suas ações, assim como um RPA de uma estação de TV que monitorava caça ilegal em Malta foi atingido em 2012.

Considerando a multiplicidade de equipamentos disponíveis e conseqüentemente suas múltiplas possibilidades de utilização, não é possível eleger uma plataforma ideal para monitoramento ambiental, pois como observado, a aeronave deve se adequar ao objetivo da utilização e sendo assim, tanto aeronaves de asa fixa, quanto as de asas rotativas podem ser satisfatoriamente empregadas, inclusive com utilização de ambas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Diante dessas considerações, o objetivo deste estudo é a obtenção de informações das forças de pressão antrópica na Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação de Proteção Integral: Estação Ecológica de Jataí por meio de processamento de informações da Companhia de Polícia Militar Ambiental responsável pela área e da utilização de Aeronave Remotamente Pilotada.

2.2 Objetivos específicos

- Obtenção de imagens aéreas com a utilização de Aeronave Remotamente Pilotada para a identificação de fatores de pressão na ZA;
- Distribuição e espacialização dos atendimentos de ocorrências registrados pela Polícia Militar Ambiental no período de 2013 a 2015, identificando se as pressões já apontadas no Plano de Manejo se perpetuam e ainda, hierarquizar as ocorrências de acordo com o potencial de dano;
- Análise da paisagem da ZA da EEj por meio de elaboração de carta temática de fatores de pressão;
- Proposição de medidas de arrefecimento das pressões identificadas.
- Verificar a viabilidade de proposição de metodologia de constatação de forças de pressão em Unidade de Conservação e suas ZA.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Estação Ecológica Jataí.

A EEJ foi criada pelo Decreto-lei nº 18.997 (15/06/82, SP), é localizada no município de Luiz Antônio, São Paulo, conforme **figura 6**; de acordo com o mesmo Decreto, até 2002, a área da EEJ era de 4.532,18ha, e, a partir do Decreto Lei 47.096/SP, a UC teve sua área ampliada para aproximadamente 9.000 ha com a inclusão de áreas que pertenciam à Estação Experimental de Luiz Antônio (EExLA) (PLANO DE MANEJO EEJ, 2013).

De acordo com o Plano de Manejo EEJ (2013) a UC está situada na porção atlântica do Domínio Fitogeográfico do Cerrado, em íntimo contato com a Floresta Atlântica, por estar situada a cerca de 290km, em linha reta, do litoral paulista.

A EEJ é uma UC estadual de grande importância por abrigar diferentes fitofisionomias de cerrado em contato com floresta semi-decidual que não estão sendo protegidas pelo Sistema Federal de Unidades de Conservação (SNUC) nesta porção da Região Sudeste (PLANO DE MANEJO EEJ, 2013).

O ciclo do café e mais recentemente, o avanço das culturas de citros, eucaliptos e cana-de-açúcar proporcionaram a devastação dos biomas protegidos pela EEJ. Nessa região já não são encontradas grandes manchas representativas do que era o sistema ecotonal no passado, sendo assim, embora possa ser considerado um fragmento no contexto de sua paisagem, a EEJ é uma das únicas grandes áreas remanescentes deste sistema, (PLANO DE MANEJO EEJ 2013).

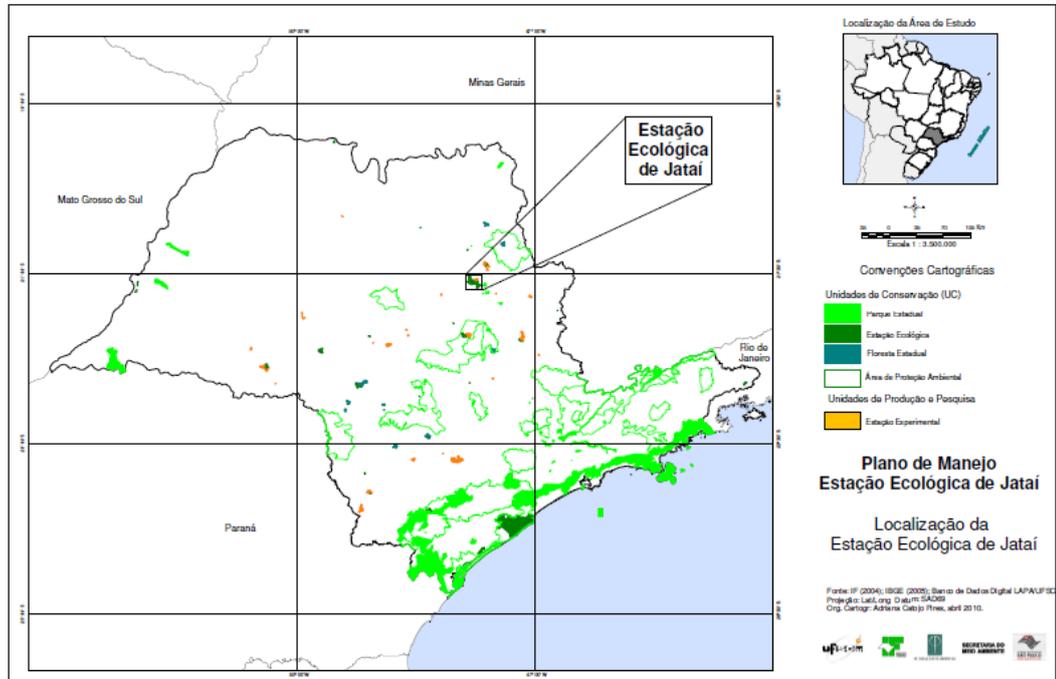
Conforme o Plano de Manejo EEJ (2013), a UC é formada basicamente por três tipos de ecossistemas:

- Terrestres, em sua maior parte, representados pela vegetação nativa, e áreas sob recuperação de antigo plantio de pinus e eucalipto;
- Aquáticos, representados pelo Rio Mogi-Guaçu, que exerce grande influência sobre a área da EEJ (permanecendo, porém, fora de seus limites), córregos e lagoas marginais;
- Terrestres inundados periodicamente (áreas alagáveis ou de inundação).

A Estação Ecológica de Jataí é a maior UC do Estado de São Paulo e protege três diferentes fitofisionomias de Cerrado (Campo sujo, Cerrado estrito senso e Cerradão) PLANO DE MANEJO EEJ, (2013).

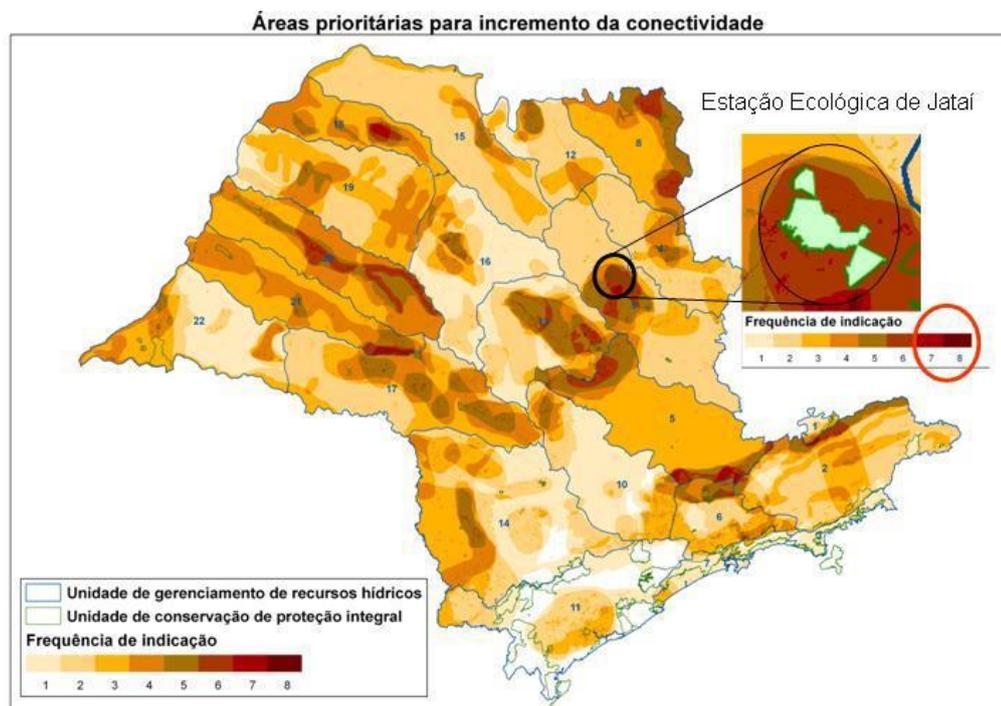
Considerando o isolamento dos remanescentes de vegetação natural no Estado de São Paulo, a área onde se encontra a EEJ possui prioridade nível 7 e 8 (nível máximo) para a

promoção da conexão entre fragmentos (FAPESP, 2007), Plano de Manejo EEJ (2013), conforme **Figura 7**.



Fonte: (PLANO DE MANEJO EEJ, 2013).

Figura 6: Localização Geográfica da Estação Ecológica de Jataí no estado de São Paulo.



Fonte: (PLANO DE MANEJO EEJ, (2013).

Figura 7: Áreas prioritárias para o incremento da conectividade no estado de São Paulo em destaque a região da EEJ.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Procedimentos metodológicos

Esta seção tem como objetivo apresentar os critérios adotados para a realização desta pesquisa, os métodos e técnicas selecionados. Segundo Lakatos e Marconi (2001) pesquisa científica significa muito mais do que apenas procurar a verdade: é encontrar respostas para questões propostas, utilizando-se métodos científicos.

Como já explorado anteriormente os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas, RPA representam uma tecnologia de vanguarda no monitoramento ambiental, sendo utilizada em diversos países com as mais variadas e infinitas possibilidades de usos, dessa forma verificou-se a possibilidade de utilização dessa tecnologia para identificar pontos de conflitos na Zona de Amortecimento da EEJ.

Ao final objetiva-se identificar áreas de conflitos ambientais que possam interferir no equilíbrio dinâmico da UC, de forma a se elaborar um mapa de vetores de pressão que possa ser encaminhado ao Gestor da Unidade, bem como com a indicação de recomendações frente às pressões identificadas.

No tocante à metodologia, trata-se de uma pesquisa exploratória, de natureza qualitativa e quantitativa e com utilização de dados do plano de manejo, de informações obtidas junto ao Comando da Polícia Ambiental local e com a utilização de ferramentas tecnológicas (RPAS) para comprovação de possíveis fatores de pressão que possam interferir na EEJ.

Para tanto foi estabelecido um roteiro metodológico a ser executado nas seguintes fases:

A) Materiais e métodos:

- I Identificação da área de estudo;
- II Levantamento dos dados;
- III Descrição do RPA empregado na visualização aérea;
- IV Aerolevantamento nos pontos de interesse;

B) Resultados:

- I Análise dos dados e identificação/classificação de pressões antrópicas na Zona de Amortecimento da Estação Ecológica de Jataí;
- II Espacialização/Diagnóstico dos dados e pressões identificadas;
- III Contextualização e análise de mosaico produzido pelo RPAS
- IV Identificação de fatores de Pressão na ZA;

V Proposição de medidas de arrefecimento das pressões.

4.1.1 Identificação da Área de estudo

A Zona de Amortecimento da EEJ: O entorno da EEJ, de acordo com o Plano de Manejo EEJ (2013) é composto de uma paisagem com estrutura pouco heterogênea, com atividades ligadas ao agronegócio, como a cana-de-açúcar, a silvicultura, a citricultura e a pecuária, no entanto, observa-se uma série de ameaças à biodiversidade associadas a essas atividades, não somente devido à fragmentação de habitats, mas também devido à aplicação de agrotóxicos sobre culturas agrícolas, que representa uma das principais fontes de risco de contaminação e eliminação biológica.

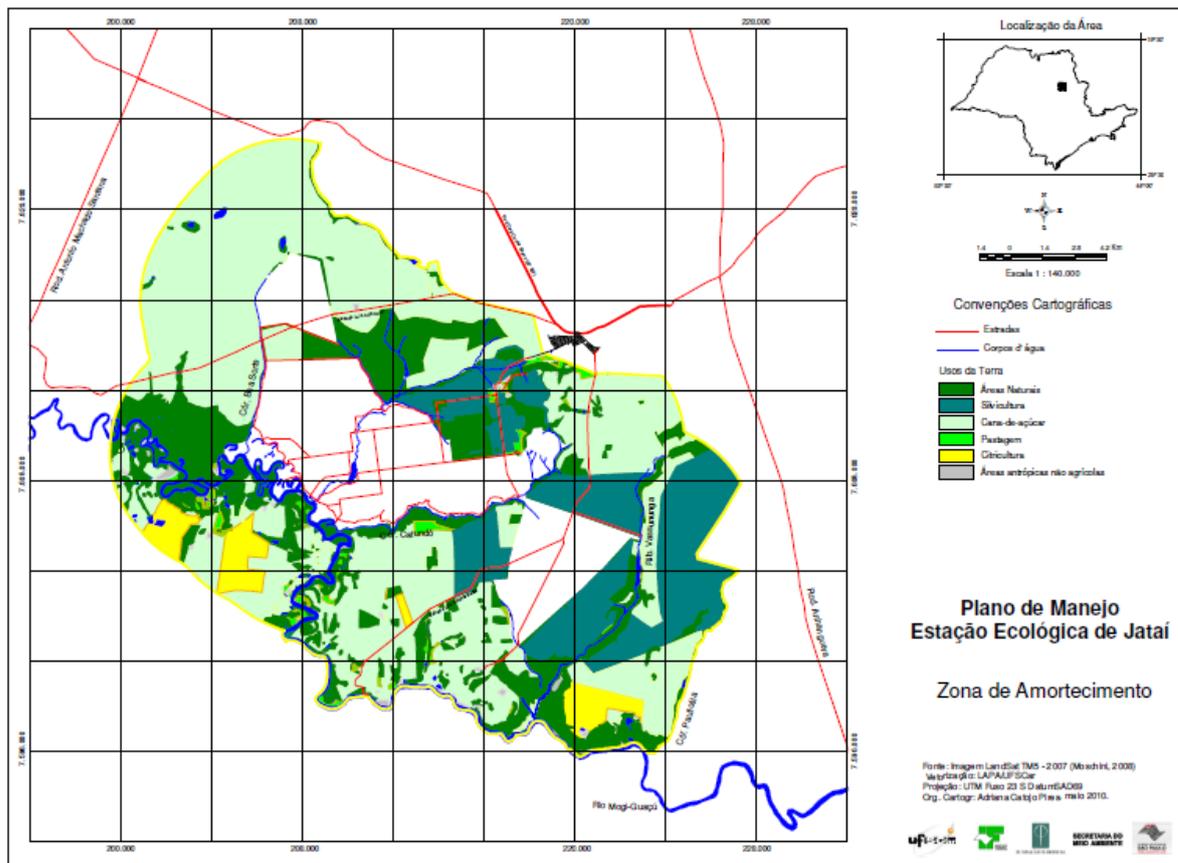
Ainda conforme com o Plano de Manejo EEJ (2013) Entre os critérios que determinaram a ZA da EEJ foram analisados:

- (a) áreas de alta e média importância para a proteção da biodiversidade (BIOTA);
- (b) áreas de alta e média importância para a conectividade da paisagem (BIOTA);
- (c) presença de área de recarga de aquífero e de área com alta vulnerabilidade de águas subterrâneas;
- (d) localização das principais bacias hidrográficas que convergem para a EEJ, que têm suas nascentes na área ao Norte/Nordeste da Unidade de Conservação; e
- (e) direção predominante dos ventos (Sul e Sudeste), que podem influenciar a deriva de produtos químicos, utilizados em lavouras de cana-de-açúcar e citros, para dentro da Unidade de Conservação.

Observa-se também no Plano de Manejo EEJ (2013) que as atividades agrícolas ocorrendo nas áreas de entorno da UC implicam no uso de agrotóxicos e do fogo para o manejo agrícola.

Dessa forma, são necessárias medidas mais complexas de preservação ambiental e de proteção da fauna e da flora na ZA. Algumas das características da ZA estão representadas na **Figura 8**.

Devido a sua condição de tamanho e isolamento, esse fragmento está submetido a uma série de ameaças associadas e também aos efeitos de vizinhança relacionados à: poluição por agrotóxicos, manejo do fogo, invasão de plantas e animais exóticos, erosão e assoreamento, extrativismo e caça entre outros (PIRES, 1995; PIRES, 1999) apud (PLANO DE MANEJO EEJ 2013).



Fonte: PLANO DE MANEJO EEJ, 2013.

Figura 8: Zona de Amortecimento da EEJ.

Considerando a heterogeneidade da área em que se encontra a Unidade de Conservação (UC), Estação Ecológica de Jataí (EEJ) e os mais diversos atores que coabitam seu entorno é de grande importância o monitoramento de suas fronteiras, bem como de sua Zona de Amortecimento que tem por objetivo atenuar a gama de impactos a que a UC pode estar sujeita.

Fora observada a consonância da proposta deste trabalho com alguns itens do Programa de Pesquisa e Manejo do Plano de Manejo da EEJ (2013), como se observa na Tabela 4.

Ainda, dentro das diretrizes propostas pelo Plano de Manejo (2013) no tocante à Zona de Amortecimento, observa-se que algumas se correlacionam com o proposto nessa pesquisa, quais sejam:

- A Deverá ocorrer fiscalização rotineira e acompanhamento das atividades executadas;
- B Deverá ocorrer fiscalização rotineira na interface do Rio Mogi-Guaçu com o limite da UC por parte da Polícia Ambiental e dos funcionários da Estação;

C Deverá ser realizado Zoneamento para as áreas de atividades de mineração a fim de indicar a capacidade de suporte para essas atividades e as recomendações necessárias para o desenvolvimento orientado e controlado.

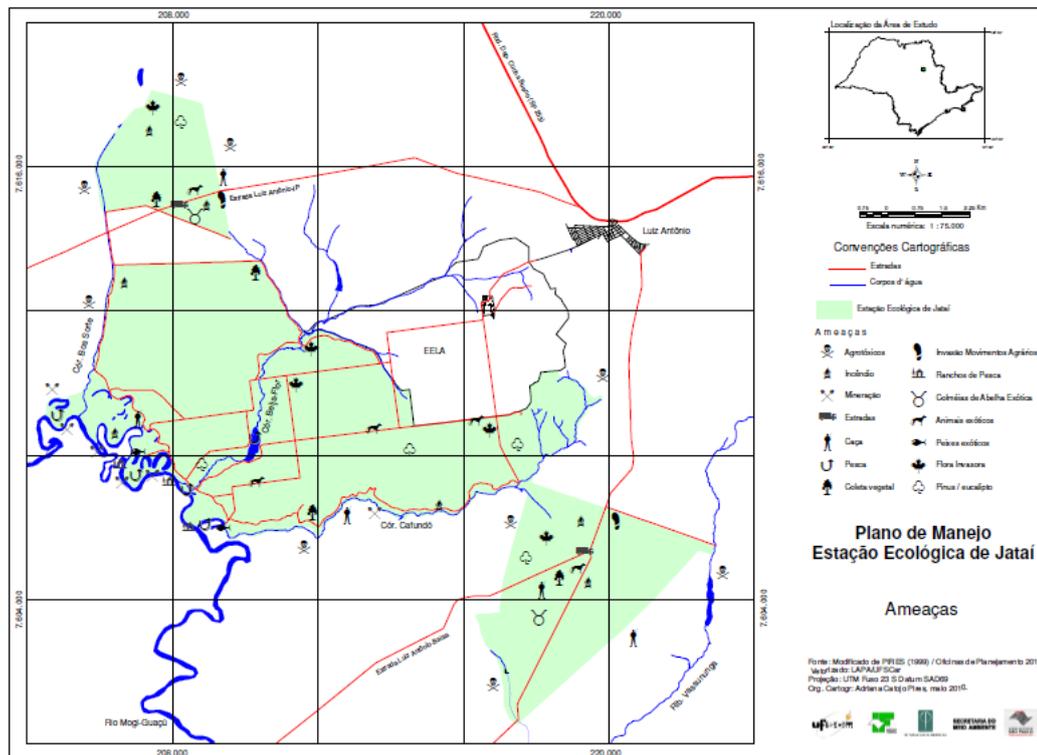
Tabela 4: Diretrizes do Programa Pesquisa e Manejo consonantes com a pesquisa

Diretriz	Linha de Ação	Prioridade
Diretriz 1: Estruturar Programa de Pesquisa Científica e Manejo;	Estabelecer linhas de pesquisa prioritárias à gestão e manejo da EEJ;	Alta
	Fomentar Pesquisas na Zona de Amortecimento	
Diretriz 2: Constituir GT de pesquisa para apoio à Gestão	Identificar novas prioridades de pesquisas na ZA que fundamentem ações de manejo na EEJ, bem como as estratégias de envolvimento das partes interessadas.	Médio-alta
Diretriz 6: Implantar Monitoramento Ambiental	Acompanhar atividades de Risco na Zona de Entorno;	Alta
	Acompanhar e avaliar a implantação de Ações de Gestão dos Programas de Pesquisa e Manejo.	

4.1.2 Levantamento de dados

Considerando a extensão das margens da unidade e consequente zona de amortecimento é de se supor que várias atividades potencialmente danosas à unidade estejam ocorrendo na Zona de Amortecimento da EEJ. O Plano de manejo da EEJ descreve diversas ameaças à EEJ, destacadas na **Figura 9**, dentre as quais s observam na Zona de Amortecimento:

- Agrotóxicos;
- Caça;
- Invasão de Movimentos Agrários;
- Introdução de animais exóticos;
- Mineração;
- Peixes exóticos;
- Pesca;
- Ranchos de pesca.



Fonte: PLANO DE MANEJO EEJ, 2013.

Figura 9: Mapa dos locais e tipos de ameaças à biodiversidade que ocorrem na EEJ.

Nesse contexto, após a observação de tais pontos, verificou-se que a área necessita de observação e monitoramento constante. A Instituição estadual responsável pelo monitoramento ambiental das mais diversas formas de agressão à Unidade, bem como ao seu entorno é a Polícia Ambiental, sendo assim consultou-se a Quarta Companhia de Polícia Ambiental sediada em Ribeirão Preto sobre a possibilidade da disposição de dados sobre atendimentos de ocorrências na área do entorno da EEJ num espaço amostral de três anos (2013 – 2015).

Foram disponibilizados pela Polícia Ambiental dados georreferenciados referentes à de 157 atendimentos no período proposto, o quais foram tabulados e analisados. Os quais foram inseridos e analisados em Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), sendo utilizados os softwares ArcGis® 10.2.2. Para a caracterização da paisagem, foi elaborado um banco de dados georreferenciado da Zona de Amortecimento da Estação Ecológica de Jataí, utilizando-se a projeção geográfica de Universal Transversa de Mercator, Fuso 23 Sul, Datum SIRGAS 2000, no qual as informações foram estruturadas nos Planos de Informação (PI) para cada categoria de carta temática.

Foram elaboradas cartas temáticas referentes aos dados de patrulhamentos, denúncias, atendimentos de ocorrências de Flora, Caça, Pesca, Queimadas e Mineração. Para tanto se utilizou a distribuição espacial por meio da função Kernel.

De posse das informações processada dos dados fora realizado análise da distribuição espacial dos dados no período correspondente a 2013 a 2015 de modo a diagnosticar os fatores relativos às informações de Patrulhamento Ambiental e Atendimento de denúncias e às pressões identificadas e suas correlações.

4.1.3 Descrição do Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada empregado na pesquisa

Para realização da observação aérea foi solicitado ao Comando da Polícia Ambiental apoio necessário para realização da pesquisa de campo com a utilização da Instituição que é composta por 02 RPAS modelo AGPlane Tiriba (**Figura 10**), de Prefixos: PPZ-VT e PPX-VT.

4.1.4 Aerolevanteamento dos pontos de interesse

Após a determinação da área de interesse para a presente pesquisa, sendo esta área de possível extração irregular de areia no barranco do rio Mogi Guaçu, foram realizados voos entre os dias 24 de Fevereiro e 10 de Março de 2015, estando todos precedidos de NOTAM expedida pelo CINDACTA – I em nome do Comando da Polícia Ambiental, condição impreterível para realização das missões.

Primeiramente foi realizado o planejamento de voo no software DataSender, o plano de voo foi feito com 60% de recobrimento entre fotografias e 60% de recobrimento entre as faixas de voo, a altura de voo planejada foi de 440 metros em relação ao solo. Após a definição das coordenadas de cada fotografia elas foram exportadas para o Google Earth e serviram de auxílio para a definição da localização e distribuição dos pontos planejados. Em campo foram realizados os voos programados. **Figuras 10 e 11.**



Fonte: Autor.

Figura 10: Aeronave Tiriba empregada nas missões em preparação para voo.



Fonte: Autor.

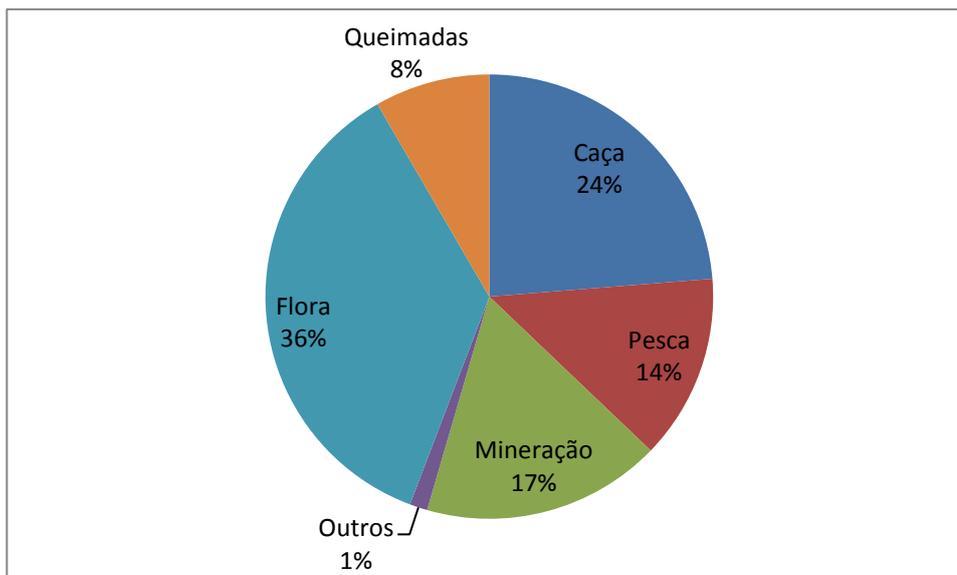
Figura 11: Preparação para Lançamento da aeronave.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De posse dos dados georreferenciados de 157 atendimentos de ocorrência na ZA da EEJ fornecidos pela Polícia Militar Ambiental foi realizado uma tabulação das informações e constatado a existência das seguintes ocorrências:

- Caça;
- Flora;
- Mineração;
- Pesca e
- Queimadas.
- Outros (demandas do Ministério Público ou da Secretaria do Meio Ambiente para refiscalizações de áreas já autuadas);

As informações dos atendimentos foram classificadas de acordo com a quantidade de eventos (**Figura 12**).



Fonte: Autor.

Figura 12: Classificação Quantitativa dos Atendimentos 2013-2015.

As pressões constatadas já haviam sido citadas por Santos; Pires, e Pires (2001), bem como no Plano de Manejo da EEJ (2013), sendo assim, inicialmente se comprovada que as práticas lesivas ao meio ambiente se perpetuam na ZA da EEJ, não sendo possível mensurar com exatidão a degradação ao Capital Natural por todos esses anos de registro.

A Polícia Militar pode ser demandada para realização de vistorias na ZA da EEJ de várias formas, porém as principais são: atendimentos de denúncias e realização de patrulhamento preventivo. A **Figura 13** apresenta a Distribuição espacial dos patrulhamentos ambientais da Polícia Ambiental na ZA da EEJ no período de 2013 -2015. Observa-se que os patrulhamentos se concentram em três regiões distintas:

- I – ao Sul: região de condomínio de ranchos;
- II – ao Norte: área urbana do Município de Luiz Antônio;
- III – a Sudoeste: região de portos de areia;

A concentração na região sul em 2013 se explica pela realização de operação de cumprimentos de mandados de busca nos condomínios de pesca, assim como a dispersão dos pontos apresentada em 2014, no qual o Estado de São Paulo enfrentou a chamada Escassez Hídrica, prejudicando dessa maneira os patrulhamentos no Rio Mogi Guaçu, no entanto observa-se uma evolução nos patrulhamentos na região das mineradoras, sendo que no ano de 2015 a fiscalização dos barrancos foi intensificada por meio da realização de uma operação para coibir a prática de extração ilegal de areia dos barrancos, tanto que a distribuição dos pontos de patrulhamentos acompanha a sinuosidade do Rio Mogi Guaçu.

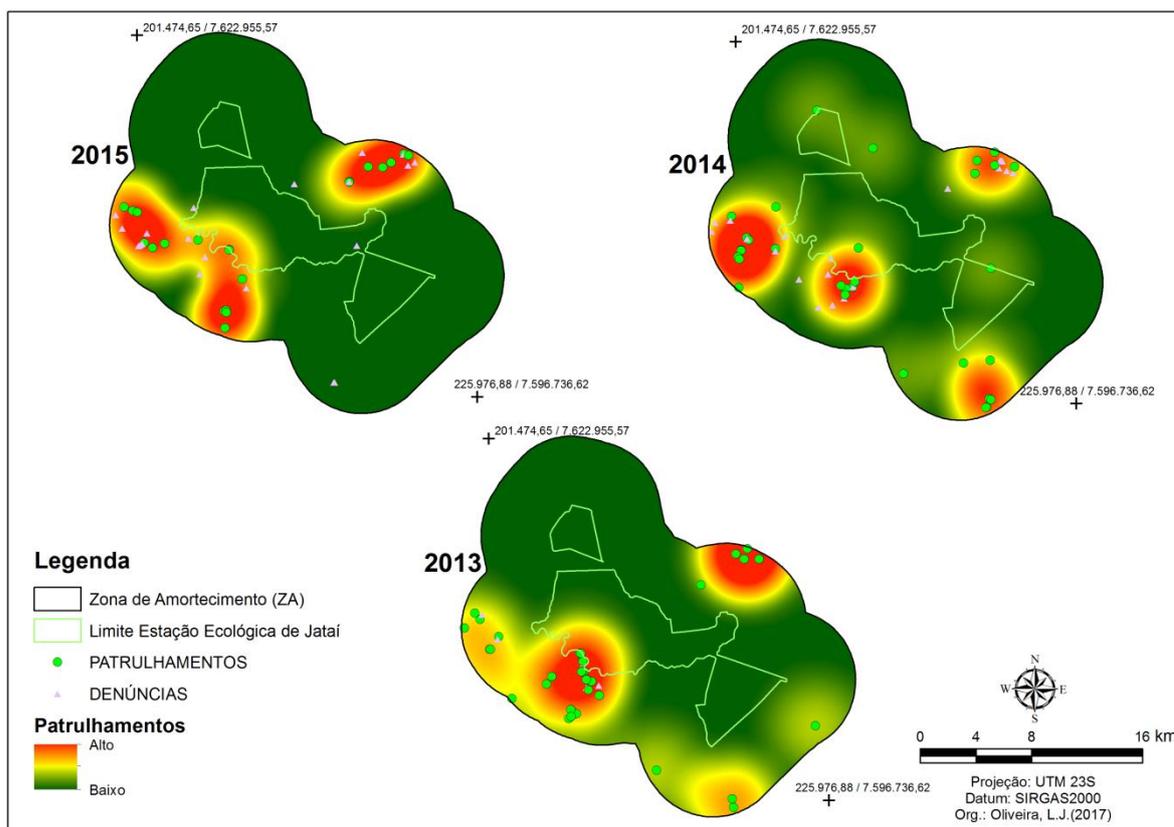


Figura 13: Distribuição espacial dos patrulhamentos ambientais da Polícia Ambiental na ZA da EEJ no período de 2013 -2015.

A **Figura 14** apresenta a distribuição espacial dos atendimentos de denúncias pela Polícia Ambiental na ZA da EEJ no período de 2013 -2015. Observa-se que denúncias também estão concentradas nas regiões dos patrulhamentos, ou seja, nas três áreas constatadas (Ranchos, Municípios e Mineradoras), dessa forma observa-se uma concentração de denúncias na região dos ranchos em 2013 e 2014, no município em 2014 e 2015 e de ocorrências de mineração em 2013 e 2015.

É passível de se deduzir que as denúncias nas regiões dos ranchos que ocorreram em 2013, redundaram, entre outros atendimentos, na operação de apreensão de armas de fogo e objetos de caça, assim como, com a repercussão da operação em 2014 as denúncias continuaram. Com relação às denúncias no Município de Luiz Antônio vislumbra-se a existência nos anos de 2014 e 2015, o que demonstra uma evolução da percepção ambiental o que pode ser associada pela maior presença da polícia por meio do policiamento preventivo como constatado na **Figura 14**.

Observa-se que a maior incidência de denúncias de mineração ocorreu em 2015, justamente no período de realização de patrulhamento para verificação de extração ilegal de

areia nos barrancos pelos portos. De tudo se deduz que quanto maior a presença policial por meio de patrulhamentos sazonais, maior a sensação de segurança e confiabilidade das pessoas em solicitar intervenção da polícia ambiental na resolução de demandas ambientais.

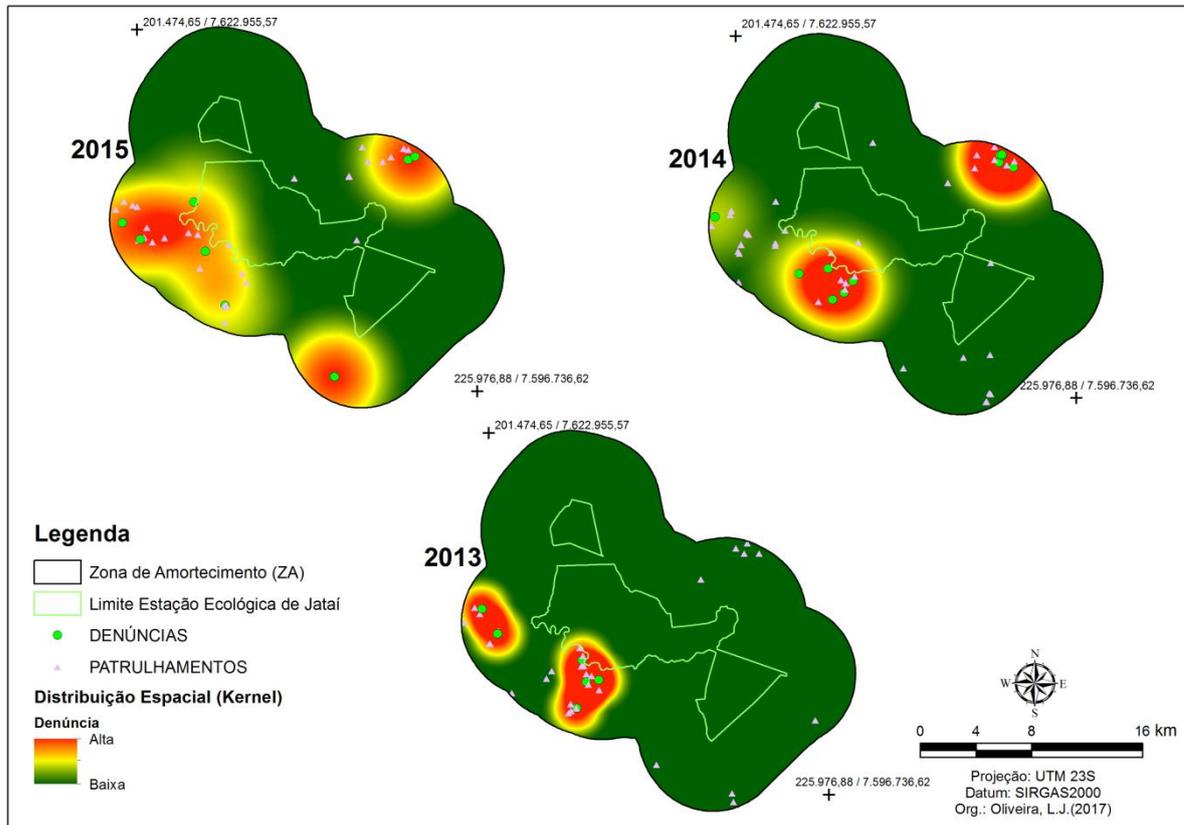


Figura 14: Distribuição espacial dos atendimentos de denúncias pela Polícia Ambiental na ZA da EEJ no período de 2013 -2015.

Os atendimentos de ocorrências relacionadas à flora foram as que obtiveram maior destaque no período pesquisado, representando um universo de 36% dos atendimentos, no entanto tal número não corresponde necessariamente às degradações de florestas e maciços florestais, visto que nem em todas as vistorias localizam-se infrações ambientais.

Observa-se na leitura dos registros que os atendimentos que constataram infrações ambientais estavam relacionados à Limpeza de sub-bosque; Impermeabilização de APP's por meio da construção/manutenção de ranchos; Manutenção de gado em APP's; Roçadas em APP's; Desmatamento e Destruição de APP's (barrancos) por ação de mineradoras.

A observação da **Figura 15** demonstra que os atendimentos ocorreram principalmente nas três áreas já citadas (ranchos, município e mineradoras), importante destacar que nos anos

de 2014 e 2015 observam-se atendimentos na própria EEJ o que demonstra que a pressão identificada deixa de ser pressão e passa a ser classificada como agressão potencial.

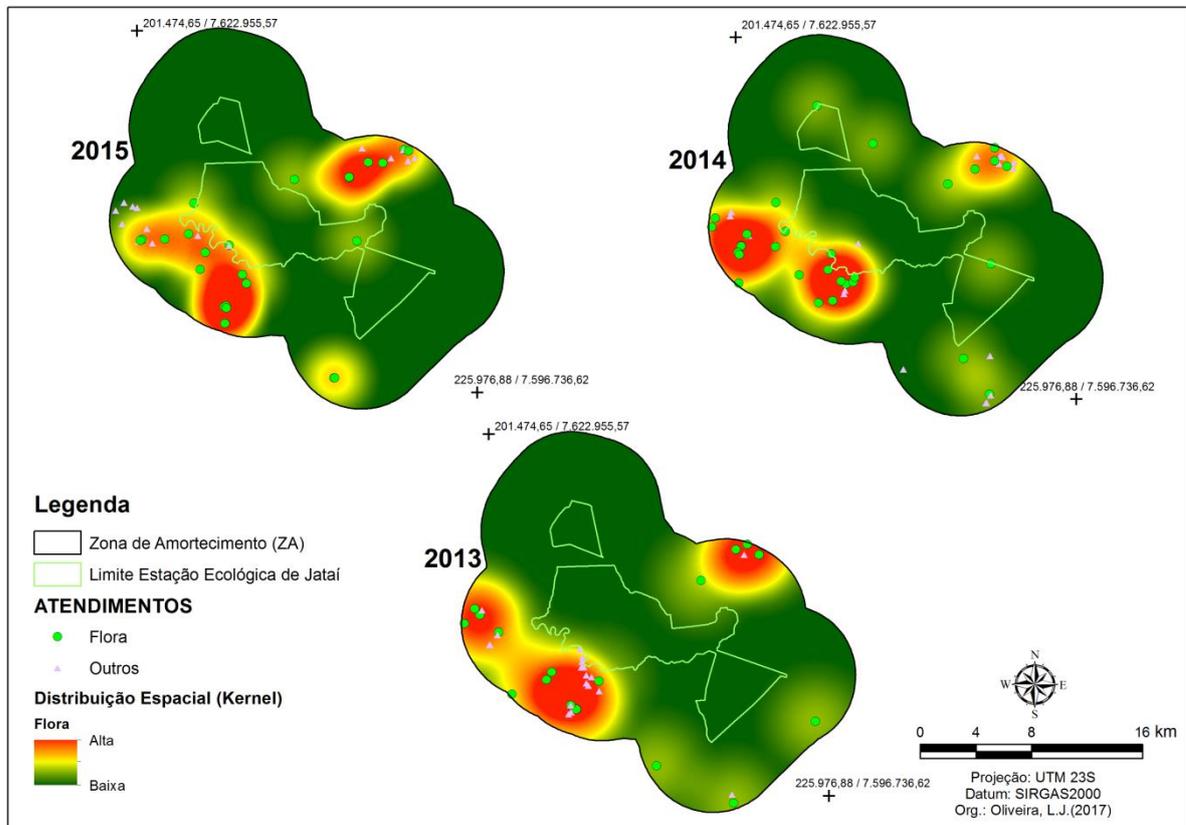


Figura 15: Distribuição espacial dos atendimentos relacionados à flora realizados pela Polícia Ambiental na ZA da EEJ no período de 2013 -2015.

No ano de 2015 observa-se que os pontos acompanham o leito meândrico do rio Mogi Guaçu, o que pode ser associado às fiscalizações de extração ilegal de areia e a consequente destruição de barrancos e consequentemente de APP's.

A **Figura 16** demonstra algumas das agressões constatadas: ampliação de estrada, desmatamento de vegetação nativa, construção de rancho de veraneio, abertura de clareira e bosqueamento.



Fonte: Adaptado de Polícia Militar Ambiental.

Figura 16: Ocorrências relacionadas à flora constatadas na ZA da EEJ: Ampliação de estrada, desmatamento de vegetação nativa, construção de rancho de veraneio, abertura de clareira e bosqueamento.

Na análise da **Figura 17**, vislumbra-se no ano de 2013 uma concentração de atendimentos de caça na região de ranchos de pesca, sendo que após detalhada análise, observou-se que a Polícia Ambiental realizou operação naquele local com objetivo de localizar petrechos relacionados ao crime de caça de animais silvestres (armadilhas, carnes, armas de fogo) foram localizadas 28 armas de fogo, além de 1225 munições, 16 kg de carnes de animais silvestres (Capivara, cotia e Veado) e diversos petrechos de caça (fiskas, facas, facões, pius, canhãozinhos, covos, jequi, redes, gancho e punhais), bem como um casco de tartaruga.

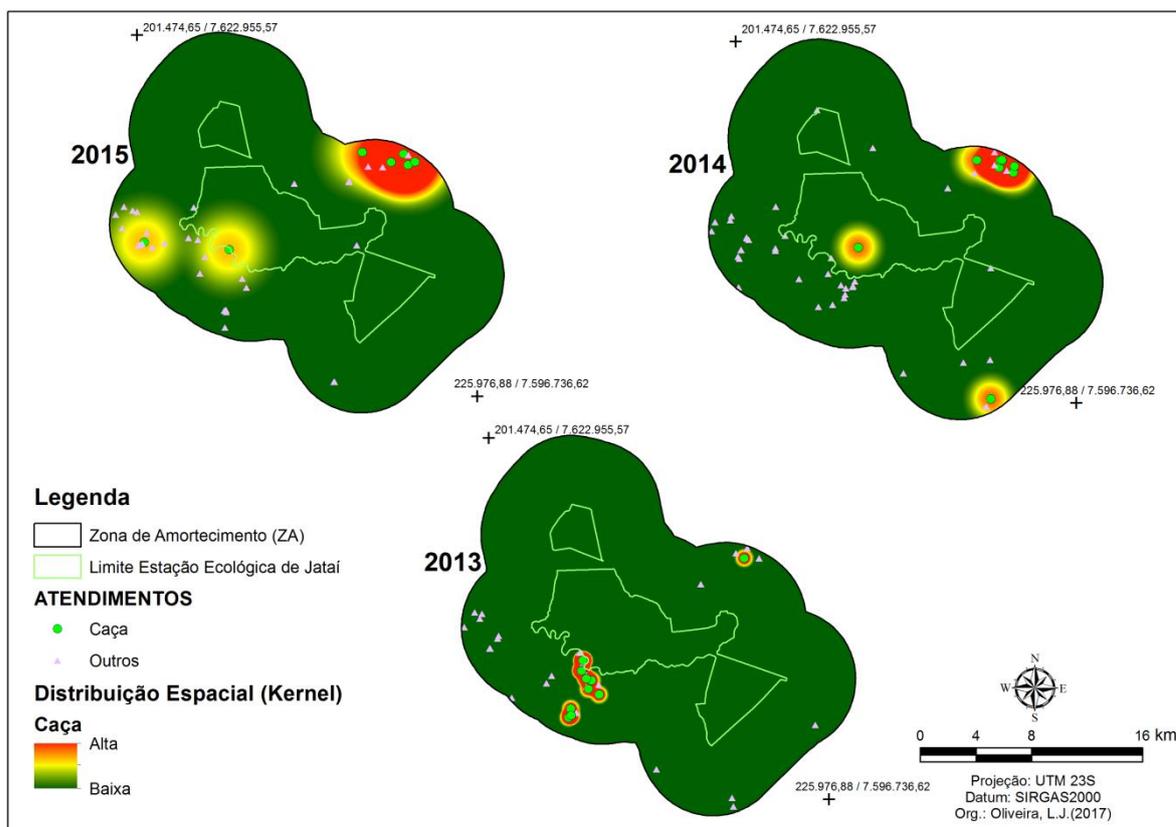


Figura 17: Distribuição espacial de ocorrências de caça no período de 2013 -2015.

Observa-se também que nos anos de 2014 e 2015 a concentração das ocorrências de caça concentrou-se na zona urbana do Município de Luiz Antônio, tais atendimentos são referentes a um empenho das equipes de fiscalização ambiental em fiscalizar mantenedores de animais silvestres em cativeiro, maioria aves, sendo alguns destas oriundas da caça predatória na própria EEJ.

Tamanha é a audácia dos caçadores que foi encontrado um álbum fotográfico, conforme **Figura 18**, no qual foram registradas as caçadas e os “troféus”, em tais imagens se observa indivíduos com animais silvestres abatidos, dentre eles:

- Capivara, *Hydrochoerus hydrochaeris*;
- Onça Parda, *Puma concolor*;
- Veado Mateiro, *Mazama americana*.



Fonte: Adaptado de Polícia Militar Ambiental.

Figura 18: Capivaras, Veado Mateiro, Onça Parda abatidos no destaque, caçadores, presença de arma de fogo e cachorros de caça.

O desenvolvimento de pesca na ZA da EEJ ocorre principalmente no Rio Mogi Guaçu com predominância na região de ranchos no ano de 2013, na região de mineradoras em todos os anos e no segmento sudeste nos anos 2013 e 2014, a falta de ocorrência na região dos ranchos nos anos de 2014 e 2015 pode ser explicada pela operação da polícia ambiental em busca de armas e petrechos de caça e pesca.

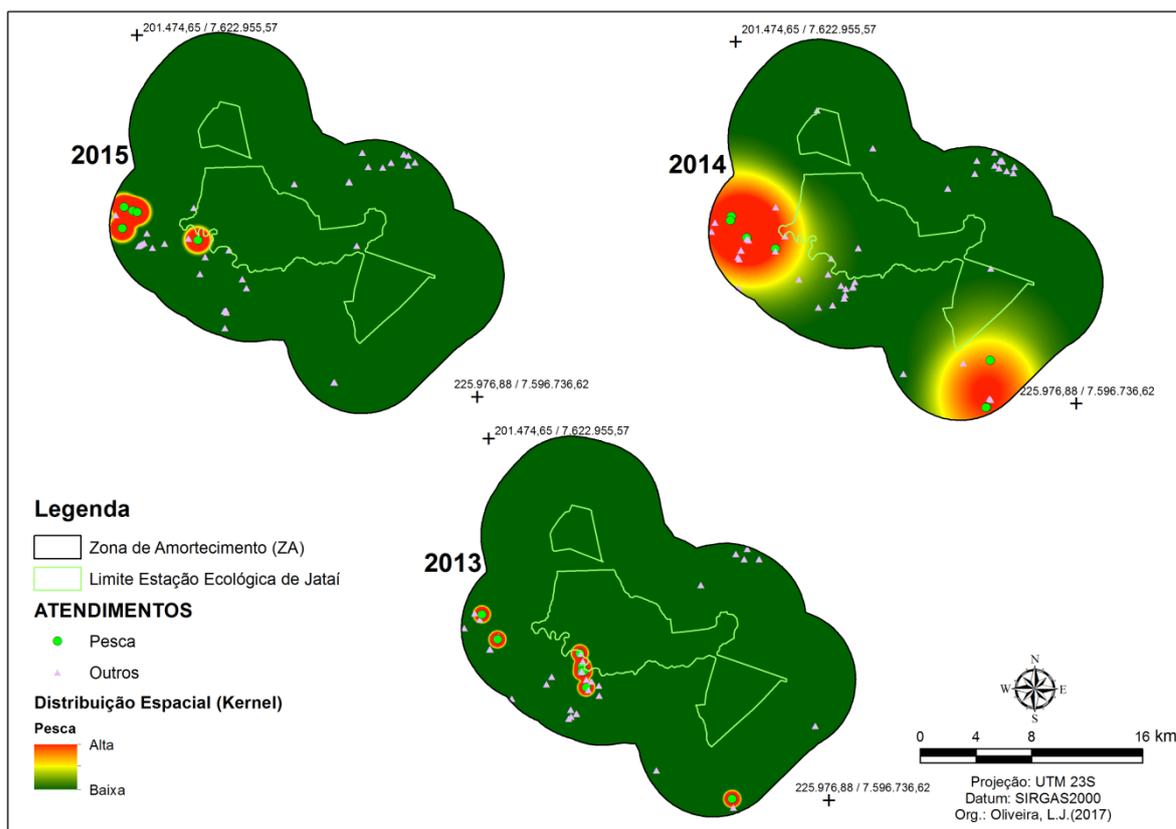


Figura 19: Distribuição espacial de ocorrências de pesca no período de 2013 -2015.

O Rio Mogi Guaçu tem com um dos seus atrativos a existência de espécies da fauna ictiológica que atraem pescadores profissionais e amadores (Dourado, *Salminus brasiliensis*; Cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum*; Pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* e Barbado, *Pirinampus pirinampu*, dentre outros).

No exame dos registros da Polícia Ambiental, observa-se o desenvolvimento de atividades de pesca profissional, bem como de pesca amadora, como se observa na **figura 20**, por meio de flagrantes de pescadores amadores utilizando petrechos proibidos para pesca amadora (Rede de espera e covo).



Fonte: Adaptado de Polícia Militar Ambiental.

Figura 20: Pescador amador retirando um Covo e recolhendo uma rede de espera do ambiente aquático.

A ocorrência de queimada é uma das mais agressivas e com alto potencial lesivo à ZA da EEJ e à própria UC, pois dependendo das condições climáticas no momento da ocorrência, o seu combate se torna praticamente impossível, principalmente se o fogo atingir a Unidade, visto que os acessos anteriormente existentes, hoje se encontram em processo de regeneração da vegetação.

Observa-se na **Figura 21** que nos anos de 2013 e 2015 a incidência desse tipo de ocorrência não foi tão significativa comparada ao ano de 2014, no qual se verifica uma dispersão de atendimentos a ocorrências de queimadas, o que pode ser explicado pelo falta de chuvas experimento no ano de 2014 que redundou na crise denominada Escassez Hídrica.

Ocorre que além de não alimentar os lençóis freáticos e bacias de captação de nascentes, a falta de chuva proporciona à vegetação da ZA e também da própria EEJ um processo de desidratação e seca, visto a natureza do próprio domínio vegetacional do local (Cerrado) o que proporciona ambiente ideal à propagação de queimadas.

Importante destacar que a polícia ambiental classifica como queimadas aquelas oriundas de atividades agrosilvopastoris, tais como, queimadas fitossanitárias (citros), bem como a queima do palhão de cana-de-açúcar, não categorizando como ocorrências de queimadas aquelas nas quais o infrator põe fogo em parte do sub-bosque dos ranchos de veraneio, ou quando a serapilheira das áreas verdes desses ranchos também é queimada com intuito de se promover “limpeza” do local, tais ocorrência são categorizadas como ocorrências de dano à flora.

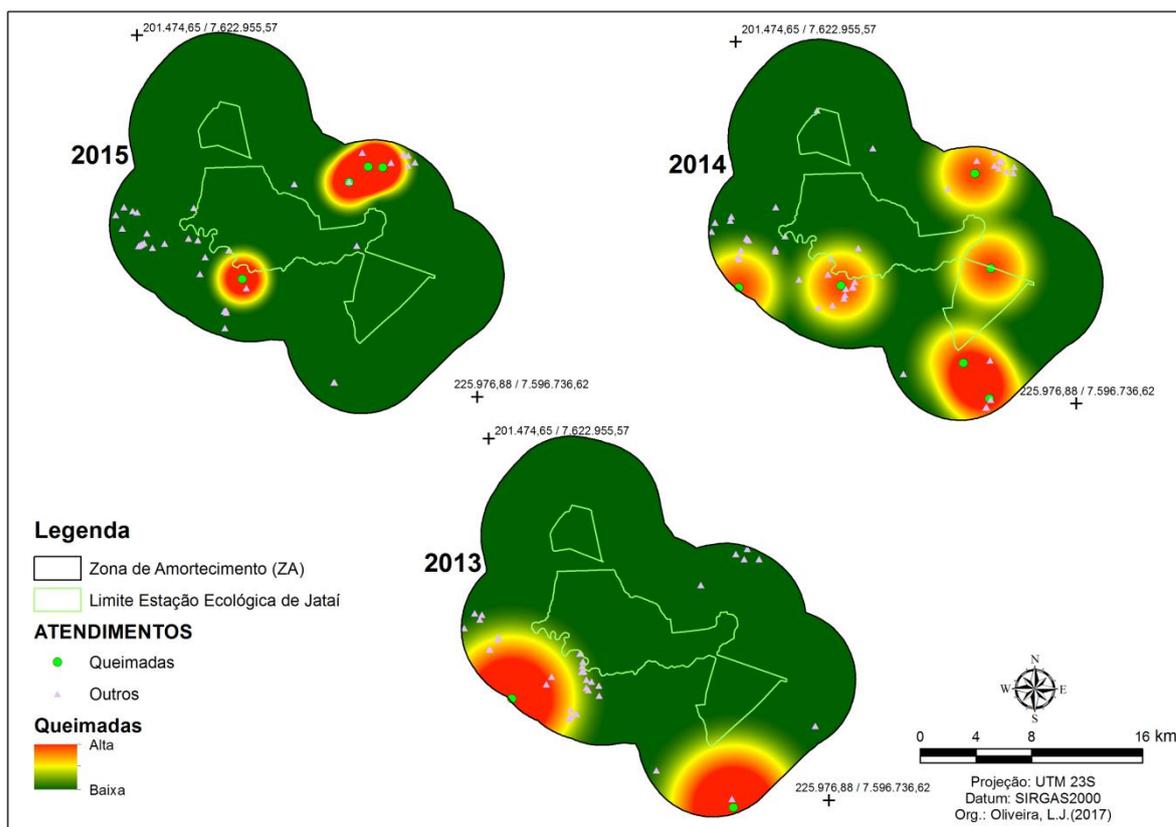


Figura 21: Distribuição espacial de ocorrências de Queimadas no período de 2013 -2015.

Merece destaque a ocorrência narrada no Termo de Vistoria Ambiental N° 141765 de 12 de agosto de 2014, exatamente no auge do período de estiagem vivenciado naquele ano. O presente Termo de Vistoria narra um incêndio ocorrido entre os dias 10 e 11 do citado mês, no qual foi constatada a queima de 406 hectares de vegetação nativa em regeneração.

Importante destacar que é de conhecimento dos policiais que naquele local a incidência de ocorrências de fogo vem sendo constada ano a ano e que na ocorrência propriamente dita não receberam solicitação para acompanhamento por parte dos responsáveis pela EEJ; citam os policiais que no qual existe uma estrada que permite acesso a várias propriedades rurais e à antiga balsa, ou seja, trata-se de um local com grande fluxo de veículos e pessoas.

A polícia ambiental monitora as ocorrências de queimadas em toda área da Companhia por meio do acompanhamento do Site do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), o qual fornece coordenadas geográficas de focos de incêndio identificados por meio de satélites.

A **Figura 22** demonstra a degradação proporcionada pela queimada relatada.



Fonte: Adaptado de Polícia Militar Ambiental.

Figura 22: Queimada que atingiu 406 hectares de vegetação nativa da EEJ.

Observa-se na **Figura 23** que as ocorrências de mineração concentram-se nos anos de 2013 e 2015 na região já identificada como a de área de atividades de mineradoras, no ano de 2014 observa-se baixa ocorrência desse tipo de ocorrência o que também pode ser associado à falta de chuvas do período e a consequente baixa do rio Mogi Guaçu, o que dificultou tanto a atividade minerária, quanto a fiscalização no leito do rio.

A estiagem provocou ainda uma das ocorrências constatadas no ano de 2014, no caso o infrator abriu uma passagem, destruindo um flanco rio, visto que, com a baixa não conseguia trafegar com suas barcaças no ponto da ocorrência, tendo em vista que no local existem diversas pedras que impedem a navegação em períodos de baixa do rio.

Os pontos destacados no ano de 2013 são associados a atendimentos de ocorrências envolvendo extração de areia e resíduos sólidos.

A concentração observada no ano de 2015 é justamente no trecho do Rio Mogi Guaçu no qual a Polícia Ambiental desenvolveu operação para combater a extração ilegal de areia em barrancos.

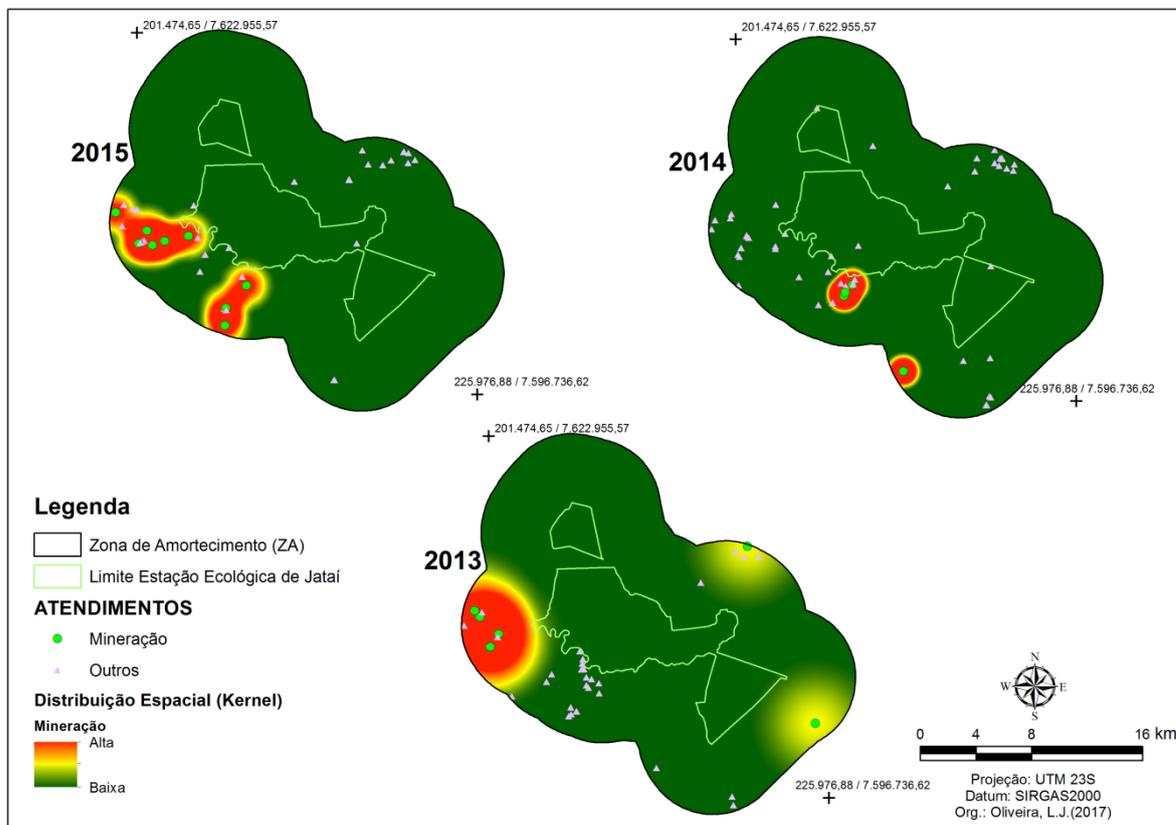
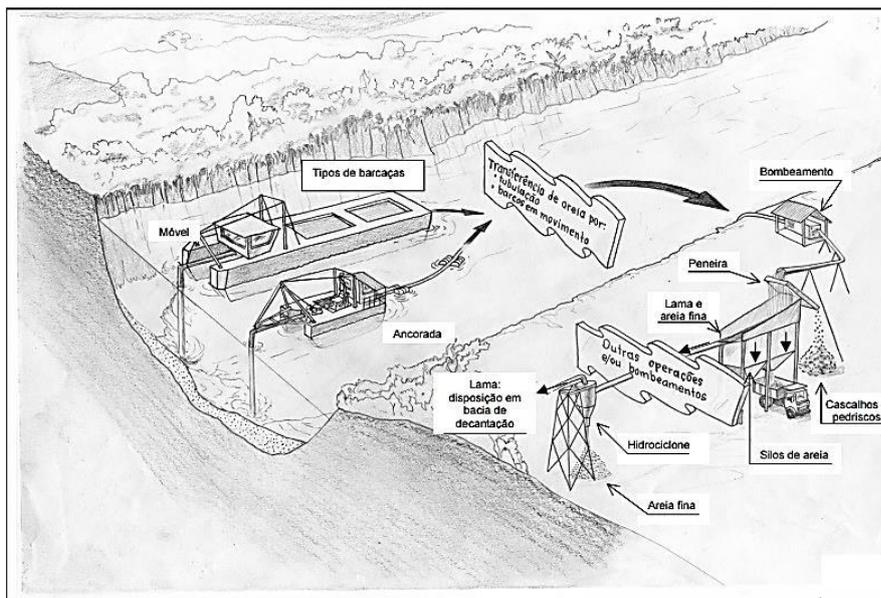


Figura 23: Distribuição espacial de ocorrências de Mineração no período de 2013 -2015.

A Dragagem de areia em leito de rios tem seu processo regulado pela Norma Técnica CETESB (2016) que estabelece critérios para a atividade de mineração por dragagem visando à preservação da qualidade ambiental, no item 6.2 que trata de dragagem em leito de rio e reservatório, mais especificamente na letra (a) existe a previsão:

Para garantir a estabilidade das margens dos rios, a dragagem deverá restringir-se ao leito regular do rio, mantendo uma distância mínima de 5 (cinco) metros de ambos os lados da margem devendo ser apresentados os estudos exigidos no processo de licenciamento ambiental. Nos casos de cursos d'água com largura inferior a dez metros, o projeto de extração deverá seguir procedimento específico do licenciamento e não será permitido o uso do equipamento para empolpamento;

Verifica-se na **Figura 24** a maneira correta de extração de areia seguindo a regulamentação na qual a retirada é feita no fundo do leito proporcionando, conforme Lellis et al. (2005), diminuição do assoreamento dos cursos d'água em virtude da retirada de sedimentos.



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2003).

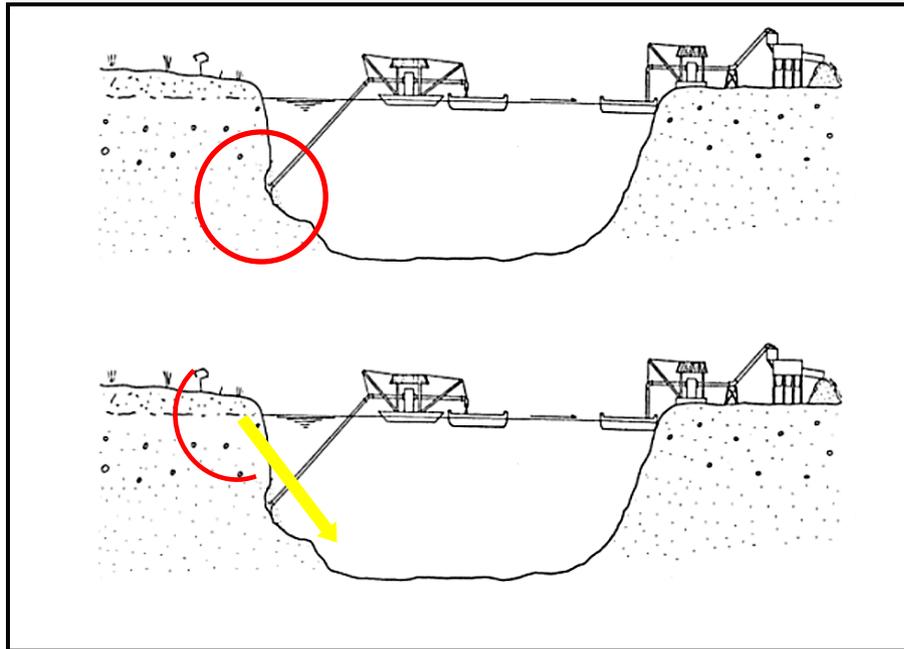
Figura 24: Demonstra o processo de extração de areia no leito de rio.

No entanto a ganância dos exploradores que nem sempre tem a sua disposição bancos de areia nos leitos dos rios e/ou estes tem em si agregados pedras, madeiras, restos de redes de pesca, os quais dificultam a extração, pois impõe ao operador da draga a necessidade de promover a limpeza constante do sugador, fato este que diminui a capacidade $m^3/hora$ de extração de areia, diminuindo assim os lucros.

Dessa forma o operador realiza o método ilegal de extração, que consiste na colocação do sugador no barranco sob a água e naquele local realiza a extração da areia sem entupimento constante do sugador o que aumenta a capacidade $m^3/hora$ de areia extraída conforme **Figura 25**.

O degradador ainda obtém um segundo benefício com essa danosa prática: com a retirada de areia do barranco, o seu topo desmorona por falta de sustentação e desmonte hidráulico gerado pela própria correnteza do rio, como se observa na **Figura 26**, aumentando assim o banco de areia existente, promovendo assim um verdadeiro ciclo vicioso de retirada ilegal de areia.

Constatou-se que esse processo de degradação ambiental patrocinado pelas mineradoras e encontrado na ZA da EEJ se encontra em perpetuação como **Figura 26** extraídas dos relatórios da Polícia Ambiental



Fonte: Adaptado de Figueira 2011.

Figura 25: Demonstra o sentido do desbarrancamento oriundo do processo de desmonte hidráulico após a corrosão de parte da calha do rio.



Fonte: Polícia Militar Ambiental.

Figura 26: Demonstra Batelão/ Draga em processo de extração ilegal de areia de barranco e barrancos destruídos após a atividade ilícita.

Considerando o potencial destrutivo do Capital Natural das atividades de mineração na ZA da EEJ, mais propriamente nos barrancos do Rio Mogi Guaçu e ainda, que essas atividades impossibilitam a resiliência das áreas afetadas, optou-se por realizar sobrevoos em áreas de mineração, uma vez que Biagioni (2010) já havia constatado tal ocorrência e comprovou o extermínio de uma península por atividade minerária ilegal também na ZA da EEJ. Após a obtenção de imagens com o RPAS TIRIBA, fora gerado um mosaico, representado pela imagem referente ao ano de 2015, a qual chamou atenção devido à constatação de alargamento no curso do Rio Mogi Guaçu, conforme se observa no destaque da **Figura 27**.

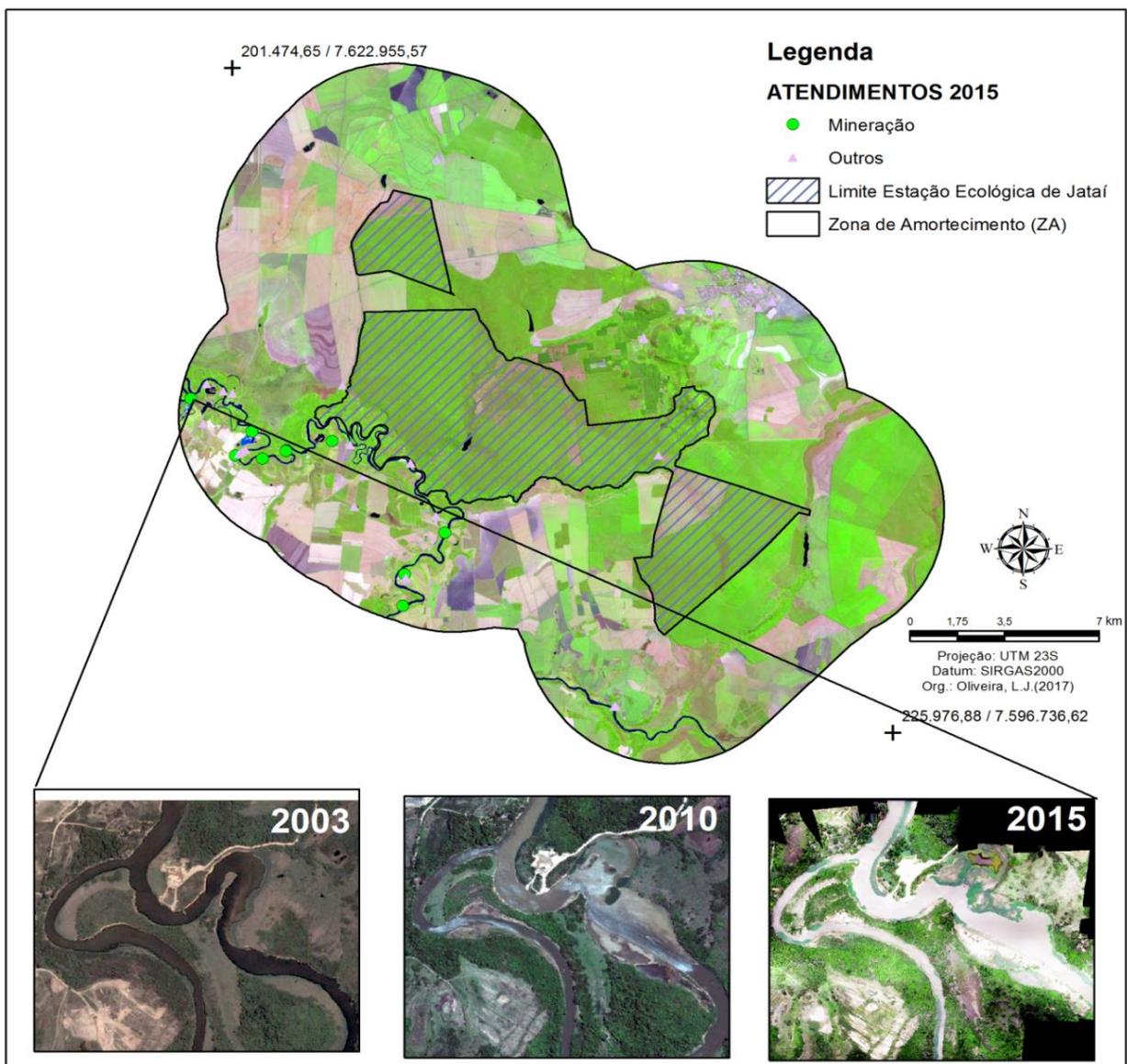


Figura 27: Dinâmica temporal da degradação ambiental: destruição de barrancos no rio Mogi Guaçu no período de 2003 -2015.

Dessa forma buscou-se, por meio de comparação com imagens do software Google Earth®, um arquivo histórico de imagens do local e dessa forma constatou-se que no ano de 2003 o ambiente já apresentava características de extração ilegal de areia em barrancos, sendo possível verificar uma draga de areia em operação ilegal nos barrancos e observou-se que num período de sete anos a atividade provocou os seguintes impactos:

I – Destruição do Capital Natural foi com a eliminação de barranco e de uma península numa área de aproximadamente 16.4 hectares, equivalente a 160.400 metros quadrados;

II – Alteração do regime fluvial local;

III – Aumento do espelho d'água;

IV – Aumento da temperatura local da água;

V – Alteração da profundidade do rio no local;

VI – Migração de espécies da fauna ictiológica;

VII – Destruição de Áreas de Preservação Permanente;

O curso do rio foi drasticamente alterado, visto que apresentava traço distinto do que observa hoje. Realizando-se um comparativo entre as imagens de 2003 e 2015 verifica-se conforme a **Figura 27** que foram destruídos aproximadamente 153.000m² de barranco e 6.938m² de uma península também destruída pela ação das dragas.

Considerando as pressões antrópicas identificadas fora confeccionado um mapa de vetores com intuito de melhor visualizar o fluxo das pressões na Zona de Amortecimento em direção a Estação Ecológica de Jataí, **Figura 28**.

Após a elaboração da vetorização das pressões observou-se que na ZA da EEJ existem quatro áreas a serem observadas, as quais concentram os principais vetores de pressão. A distribuição dos vetores confirmou que as pressões se fazem presentes principalmente nas três áreas inicialmente identificadas e patrulhadas pela Polícia Ambiental: I – Norte - Município de Luiz Antônio, II – Sul - região de condomínios de ranchos e III sudoeste - região de atividade minerária.

Considerando que Santos; Pires e Pires, (2001), bem como no Plano de Manejo da EEJ (2013) também descreveram dentre outras essas mesmas pressões, observa-se que o esforço de preservação não tem atingido a erradicação das ações antrópicas.

Esses conflitos socioambientais decorrentes de interesses diversos numa mesma área se fazem presentes na Zona de Amortecimento da Estação Ecológica de Jataí

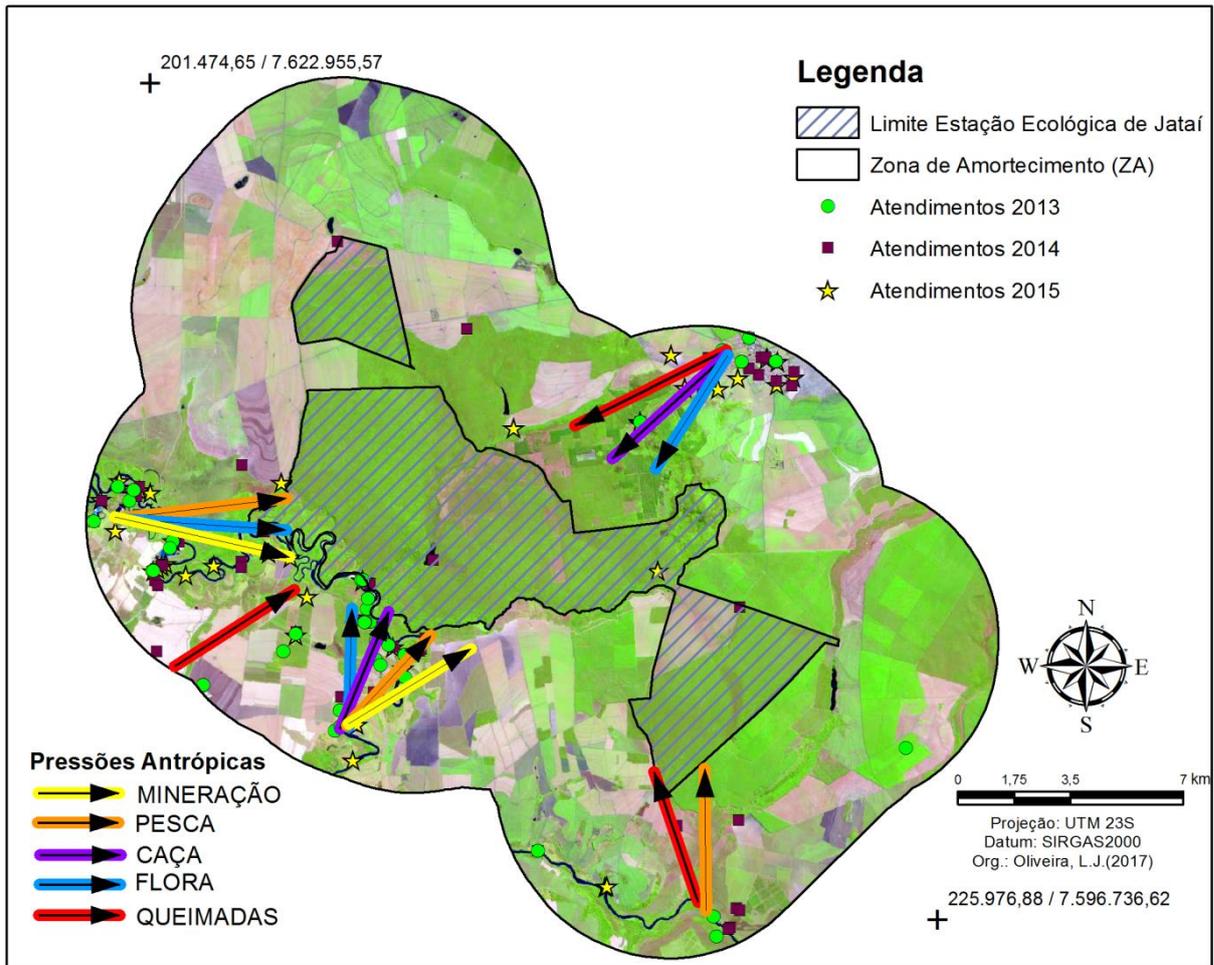


Figura 28: Vetorização das pressões antrópicas na Zona de Amortecimento da Estação Ecológica de Jataí no período de 2013 -2015.

O plano de manejo 2013 já prevê algumas ações para diminuição de pressões antrópicas, dentre elas:

- Divulgar e difundir a EEJ e sua Zona de Amortecimento para a comunidade local e regional;
- Fomentar parcerias para o desenvolvimento de atividades no entorno da Unidade de Conservação;
- Ampliar o nível de participação da comunidade nas denúncias e fiscalização contra agressões à Estação Ecológica de Jataí;
- Instalar Guaritas em locais estratégicos, adquirir veículos e equipamentos e
- Deverá ser desenvolvido Programa de Educação Ambiental nos municípios que compõem a ZA, visando ampliar a consciência a respeito da importância e dos benefícios da Unidade de Conservação e orientar para usos sustentáveis dessas áreas.

No entanto mesmo com essa previsão de ações, as pressões de flora, caça, pesca, queimadas e mineração continuam latentes e sendo assim, a adoção de medidas mais restritivas se fazem necessárias para conter o avanço dessas pressões na UC.

Dessa forma considerando a intensidade das pressões e a continuidade das práticas comprovadamente desde a constatação de Santos; Pires e Pires, (2001), ou seja, tem-se mais de 15 anos de degradação contínua, tendo como ferramenta principal de arrefecimento as ações da Polícia Ambiental.

5.1 Como recomendações ao núcleo gestor da EEJ propomos:

I – Pressões de Flora: contato com Ministério Público Federal no sentido de ser ajuizada uma Ação Civil Pública para que sejam destruídos os ranchos de pesca existentes na ZA da EEJ, bem como para que seja proibida a extração de areia, visto que se os portos estão buscando esse material nos barrancos, tal ação denota que os depósitos de areia no leito do rio Mogi Guaçu já não suprem a demanda das empresas; deve-se também identificar por meio de trabalhos científicos as atividades de pastoreio de gado na ZA de forma a promover a recuperação ambiental de tais áreas com a migração da atividade para áreas comuns, a utilização de RPAS pode ser incentivada de forma a monitorar áreas verdes, cujos proprietários tenham autorização dos órgãos ambientais para intervenção e além disso montar um banco de dados de áreas interditadas pelo poder público e realizar sazonalmente o monitoramento da estagnação de ações no local com a utilização dos RPAS, outra proposta é a consolidação das iniciativas anteriores de conexão da EEJ com a UC de Vassununga, além da criação da Unidade de conservação da Planície do Rio Mogi Guaçu;

II – Pressões de caça: apesar de proibida a caça ainda tem muitos adeptos como ficou constatado na operação da Polícia Ambiental, na qual os moradores dos ranchos circundantes da EEJ aproveitam da disponibilidade de animais silvestres na UC e praticam caça contra todos os tipos de animais, não há que se falar apenas em subsistência, pois a exibição de uma Onça Parda como troféu denota a intenção da captura, dessa forma além da recomendação já realizada de propositura de destruição dos ranchos de pesca na ZA da EEJ, há que se fortalecer o Programa Sistema Integrado de Monitoramento realizado pela Polícia Ambiental e com os Gestores da Unidade, de forma que os pontos de ingresso de caçadores na EEJ sejam monitorados constantemente podendo-se inclusive realizar esses monitoramentos com utilização de RPAS do tipo Asa Rotativa, de forma que num mesmo dia vários pontos possam ser monitorados;

III – Pressões de Pesca: as ocorrências de Pesca, conforme ficou demonstrado na pesquisa, não traduzem o maior potencial de agressão à UC, no entanto é devido à riqueza cênica, bem como à piscosidade encontrada no Rio Mogi Guaçu que leva dezenas de pescadores às suas águas, fomenta a construção de ranchos de veraneio, redundando nas pressões de flora e caça. Propõe-se como medida protetiva à UC, além das Ações legais para destruição destes ranchos na ZA e a conseqüente recuperação de importantes áreas de preservação permanente, a proibição total de pesca na ZA nos períodos de restrição à pesca, cujo objetivo é proteger a reprodução dos peixes na Piracema e ainda proibir durante todo o tempo a utilização de petrechos e aparelhos de pesca de forma a preservar a reprodução das espécies, induzir a pesca artesanal com uso de varas de pesca, bem como inibir iniciativas de pescadores de realizar pesca profissional na ZA da EEJ, com essas áreas delimitadas o monitoramento também poderá ser feito sazonal e periodicamente por meio da utilização de RPAS;

IV – Pressões de Queimadas: dois fatores interferem diretamente nesse tipo de pressão, a cultura de cana de açúcar que circunda a UC em muitos pontos e as estradas que levam a sítios e ranchos próximos ao Rio Mogi Guaçu, dessa forma propõe-se que seja estudada a possibilidade de se aumentar os aceiros das plantações de cana de açúcar para 15 metros no entorno da EEJ de forma a evitar que a propagação do fogo a atinja, mesmo que oriundo de queimadas acidentais e/ou criminosas e com relação às estradas existentes, propõe-se que seja realizado campanhas de conscientização com os usuários destas de forma a mudar gradualmente o pensamento e fortalecer o sentimento de pertencimento ao Patrimônio Natural, além disso, pode se alterar os aceiros gradualmente nos locais onde ocorrerem as queimadas, afastando essa pressão, o monitoramento por meio de utilização de RPAS poderá auxiliar a identificar possíveis focos em tempo real, possibilitando que as ações de combate sejam mais eficazes;

V – Pressões de Mineração: considerada nessa pesquisa a pior pressão na ZA da EEJ, visto o potencial destrutivo, incapacidade de recuperação de dano provocado, bem como a reincidência na prática por anos pelas mineradoras locais de extração de areia nos barrancos, já declarado como indício de que os estoques de leito de rio não suprem as necessidades das empresas. Dessa forma propõe-se que a atividade de mineração seja eliminada na ZA, por meio do cancelamento das Portarias de Lavra expedida pelo Departamento Nacional de Proteção Mineral (DNPM), além disso pode-se solicitar judicialmente que às empresas apresentem planos de recuperação para as áreas degradadas e no caso de áreas não passíveis de recuperação, que a recuperação se dê em áreas de interesse dos Gestores da UC ou ainda com a aquisição de

RPAS para a realização dos monitoramentos citados, bem como o de evolução/estagnação das áreas constadas pela Polícia Ambiental e pelo sobrevoo realizado nessa pesquisa.

Merece destaque em ações a serem realizadas pelo conselho Gestor da EEJ que são atividades de Educação Ambiental com a população do Município de Luiz Antônio de forma a proporcionar nestes além do sentimento de pertencimento a consciência ambiental das ações mínimas que cada munícipe realiza e que redundam na acumulação de pressões, tais como manutenção de animais silvestres em cativeiro, caça, pesca, soltura indiscriminada de cães domésticos e deposição de resíduos sólidos como constatado no Plano de Manejo da EEJ (2013).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planeta enfrenta uma crise ambiental na qual os recursos e serviços ambientais praticamente não tem capacidade de resiliência. As ações de degradação tais como poluição dos cursos d'água, extinção de espécies, a exaustão de estoques pesqueiros, a escassez hídrica e o desmatamento desenfreado por si só denotam a gravidade do problema. O problema não é novo e mundialmente pesquisadores e governantes já realizaram diversas ações no sentido de frear o avanço da destruição dos recursos naturais.

Uma das ações de conservação adotadas no mundo é a criação de espaços protegidos nos quais a conservação da biodiversidade é praticada. O Brasil seguindo tendências internacionais adotou em seu território a criação de espaços protegidos como forma de preservar o meio ambiente.

A utilização de RPAS em planejamento/monitoramento ambiental é amplamente utilizada mundialmente, as quais vem norteando ações de preservação ambiental promovendo ações de monitoramento, fiscalização e planejamentos, desta forma recomendamos os usos desta tecnologia associada às geotecnologias agregadas nas áreas legalmente protegidas a fim de promover uma efetiva fiscalização destas áreas de extrema importância no Brasil e principalmente no estado de São Paulo.

A identificação das pressões antrópicas sobre as Unidades de Conservação é de fundamental importância para que possamos resguardar essas áreas, assim como promover a efetiva proteção à biodiversidade existente nestas unidades.

Faz-se necessário o cumprimento imediato do Plano de Manejo desta Unidades de Conservação o qual apresenta diretrizes a serem instituídas na Zona de Amortecimento que não estão sendo seguidas muito menos monitoradas ou sequer acompanhadas ao longo dos anos.

Recomenda-se também a inserção imediata de ações de Educação Ambiental com toda a população local e do entorno da UC principalmente com os habitantes do município de Luiz Antônio, a fim de proporcionar nestes além do sentimento de pertencimento a consciência ambiental.

Por fim foi constatada a viabilidade de propositura de metodologia para identificação de pressões ambientais em UC e ZA por meio da Utilização de RPAS, nos moldes em que foi desenvolvida na dissertação, ou seja, conhecimento dos dados de atendimentos da Polícia Ambiental, como norteador de áreas de pressão ambiental, elencamento da pressão a ser identificada, utilização de RPAS nas áreas impactadas de acordo com a pressão existente e ao fim verificar as respostas necessárias para manutenção do Capital Natural.

7. REFERÊNCIAS

_____. ANAC. Decisão Nº 127, de 29 de Novembro de 2011. Autoriza a operação aérea de Aeronave Remotamente Pilotada do Departamento de Polícia Federal. Disponível em:<<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2011/48/anexo-i-2013-decisao-no-127-de-29-de-novembro-de-2011>>. Acesso em 20 set. 2016.

_____. ANAC, Organização da Aviação Civil Internacional (OACI). 2016. Disponível em:<http://www.anac.gov.br/A_Anac/internacional/organismos-internacionais/organizacao-da-aviacao-civil-internacional-oaci>. Acesso em 15 set. 2016.

_____. ANAC, Proposição de um Regulamento Especial para Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas – RPAS e Emenda ao Rbac 67. 2015. Disponível em:<<http://www2.anac.gov.br/transparencia/audiencia/2015/aud13/Justificativa.pdf>>. Acesso em 15 set. 2016.

_____. ANAC, Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial RBAC-E Nº 94. 2015. Disponível em:<<http://www2.anac.gov.br/transparencia/audiencia/2015/aud13/anexoI.pdf>>. Acesso em 24 mar. 2016.

_____. ANAC. Instrução Suplementar - IS Nº 21-002, de 23 de Outubro de 2012. Emissão de Certificado de Autorização de Voo Experimental para Veículos Aéreos Não Tripulados. Disponível em:<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-21-002a/@@display-file/arquivo_norma/IS%2021-002A.pdf>. Acesso em 20 set. 2016.

_____. DECEA. Circular de Informações Aeronáuticas nº 21/2010. Disponível em:<<http://docslide.com.br/documents/aic-n-21-de-23-set-2010-vant.html>>. Acesso em 20 set. 2016.

_____. DECEA. Diretriz para Implementação dos Comitês Regionais Responsáveis pelos Assuntos Relacionados aos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS). 2013. Disponível em: <<http://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=3887>>. Acesso em 20 set. 2016.

_____. DECEA. Instrução do Comando da Aeronáutica 100-40. 2015. Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro. Disponível em: <<http://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4262>>. Acesso em 20 set. 2016.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. Plano de Manejo da Estação Ecológica de Jataí. Resumo Executivo. 2013. 114p.

_____. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo CETESB. Norma Técnica D7.010. Mineração por dragagem – Procedimento. 2016. 194p.

_____. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Inventário florestal da vegetação natural do estado de São Paulo. Imprensa Oficial do Estado de SP (Atlas), São Paulo, 2005.

_____. Fundação Florestal. Termo de Referência para elaboração de planos de Manejo de Unidades de Conservação do SIEFLOR. Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo: SMA, 2010.

Acesso Seguro ao Espaço Aéreo Brasileiro. Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 27 out. 2016. 124 slides. Apresentação em Power Point.

AGUIAR, Paulo César Bahia de; MOREAU, Ana Maria Souza dos Santos; FONTES, Ednice de Oliveira. Áreas naturais protegidas: um breve histórico do surgimento dos parques nacionais e das reservas extrativistas. 2013. Revista Geográfica de América Central. Nº 50. 2013. pp. 195–213.

ALFARO, Rui Amaro Ferreira. Os Veículos Aéreos Não Tripulados na PSP: Visão Estruturante e Aplicabilidade Operacional. 2015. Dissertação (Mestrado Integrado em Ciências Policiais) – Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna. Lisboa, Portugal. 2015.

ALMEIDA, José Augusto de. Da segurança Operacional para Implantação de VANT em Espaço Aéreo Não-Segregado no Brasil: Capacidade de Perceber e Evitar. 2012 Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica) - Instituto Tecnológico da Aeronáutica. São José dos Campos, SP. 2012.

ALVES DE NOVAIS, Neverton. Aeronaves Remotamente Pilotadas – Uma Proposta para Elaboração de Regulação Nacional. 2011 Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica) - Instituto Tecnológico da Aeronáutica. São José dos Campos, SP. 2011.

AMARAL, Breno Augusto da Silva e FERNANDES, José Eurípedes. Avaliação Geométrica de Ortomosaicos obtidos a partir de levantamento com VANT. 2013. 80f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Geoprocessamento) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Goiânia, GO. 2013.

ANDERSON, Karen and GASTON, Kevin J. “*Lightweight Unmanned Aerial Vehicles Will Revolutionize Spatial Ecology.*” *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2013. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/120150/pdf>>. Acesso em 30 jan. 2017.

ANDRADE, D. F. P. N. Fotogrametria Básica. Instituto Militar Brasileiro, Rio de Janeiro, 1997.

AUSTRALIAN GOVERNMENT. *Civil Aviation Safety Authority. CASR Part 101 - Unmanned aircraft and rocket operations*. Disponível em: <<https://www.casa.gov.au/standard-page/casr-part-101-unmanned-aircraft-and-rocket-operations>>. Acesso em 15 set. 2016.

AVILÉS, Inti Ernesto Luna. Processamento de imagens de veículos aéreos não tripulados para estudos da vegetação. 2012. 110f. Dissertação (Mestrado em Estudos Ambientais) – Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal. 2012.

BALTAZAR, Helena Maria Nunes Marques. Veículos Aéreos Não Tripulados e Legalidade. Dissertação (Mestrado em Ciência Política e Relações Internacionais) – Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal. 2015.

BARNHART, Richard K. et al. *Introduction to Unmanned Aircraft Systems*. Boca Raton: CRC

BARTELS, Walter. Audiência Pública Regularização de Veículos Aéreos Não Tripulados, Comissão de Relações Exteriores e Defesa Nacional Câmara dos Deputados. 2015. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/credn/audiencias-publicas/2015-arquivos-das-apresentacoes/walter-bartels>>. Acesso em 17 out. 2016.

BIAGIONI. Luís Gustavo. Utilização de veículos aéreos não tripulados pela Polícia Militar Ambiental do Estado de São Paulo. 2010. 250f. Monografia (Mestrado Profissional em Ciências Policiais de Segurança e Ordem Pública) Centro de Altos Estudos de Segurança "Cel PM Terra" da Polícia Militar do Estado de São Paulo. São Paulo. 2010.

BIAGIONI. Luís Gustavo. Utilização de veículos aéreos não tripulados pela Polícia Militar Ambiental do Estado de São Paulo. 2010. 250f. Monografia (Mestrado Profissional em Ciências Policiais de Segurança e Ordem Pública) Centro de Altos Estudos de Segurança "Cel PM Terra" da Polícia Militar do Estado de São Paulo. São Paulo. 2010.

BISPO, Christiano Carvalho. A Utilização do Veículo Aéreo Não Tripulado nas atividades de Segurança Pública em Minas Gerais. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Segurança Pública) – Academia de Polícia Militar de Minas Gerais e Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte, MG. 2013.

BISPO, Christiano Carvalho. A Utilização do Veículo Aéreo Não Tripulado nas atividades de Segurança Pública em Minas Gerais. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Segurança Pública) – Academia de Polícia Militar de Minas Gerais e Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte, MG. 2013.

BOANOVA FILHO, José Luiz. Aeronaves não tripuladas no Brasil e sua regulação. Revista

BRANDÃO, Maurício Pazini, et al. *UAV actives in Brazil. First Latin-American UAV Conference*. Panama, 2007.

BRASIL. ANAC. Lei Nº 11.182, de 27 de Setembro de 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2005/Lei/L11182.htm>. Acesso em 20 set. 2016.

BRASIL. ANAC. Portaria 207 do Departamento de Aviação Civil. Estabelece regras para a Operação de Aerodelismo no Brasil. 1999. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/portarias/portarias-1999/portaria-no-207-ste-de-07-04-1999/@@display-file/arquivo_norma/port207STE.pdf>. Acesso em 20 set. 2016.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 20 set. 2016.

BRASIL. DECEA. Circular de Informações Aeronáuticas nº 29/2009. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/aic2009n29pdf.html>>. Acesso em 20 set. 2016.

BRASIL. Decreto Nº 21.713, de 27 de Agosto de 1946. Promulga a Convenção sobre Aviação Civil Internacional, concluída em Chicago a sete de dezembro de 1944 e firmado pelo Brasil, em Washington, a 29 de maio de 1945. Disponível em:<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d21713.htm>. Acesso em 20 set. 2016.

BRASIL. Decreto Nº 3.954, de cinco De Outubro de 2001. Altera dispositivo do Decreto nº 60.521, de 31 de março de 1967, que estabelece a Estrutura Básica da Organização do Comando da Aeronáutica, e dá outras providências. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/D3954.htm>. Acesso em 20 set. 2016.

BRASIL. EXÉRCITO BRASILEIRO. Portaria Nº 606, de 24 de Setembro de 2004. Disponível em:<<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=14/06/2004&jornal=1&pagina=8&totalArquivos=152>>. Acesso em 20 set. 2016.

BRASIL. Lei Complementar Nº 97, de nove de Junho de 1999. Dispõe sobre as normas gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas. Disponível em:<https://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/LEIS/LCP/Lcp97.htm>. Acesso em 20 set. 2016.

BRASIL. Lei Nº 7.565, de 19 de Dezembro de 1986. Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica. Disponível em:<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7565.htm>. Acesso em 20 set. 2016.

BRASIL. Lei Nº 9.985, de 18 de Julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em 20 set. 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. Portaria Normativa Nº 953/MD, 16 de Abril de 2014. Dispõe sobre a adoção de procedimentos para a atividade de aerolevanteamento no território nacional. Disponível em:<http://www.defesa.gov.br/arquivos/cartografia/divcar/pn_953_2014.pdf>. Acesso em 20 set. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Dez anos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da natureza lições do passado, realizações presentes e perspectivas para o futuro. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/estruturas/240/_publicacao/240_publicacao06072011055602.pdf>. Acesso em 28 de out. 2015.

BRASIL. Unidades de Conservação: Conservando a vida, os bens e serviços ambientais. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.amane.org.br/download/unidades.pdf>>. Acesso em: 30 de jan. 2017.

Brasileira de Direito Aeronáutico e Espacial. 2014. Disponível em:<<http://www.sbda.org.br/revista/1868.pdf>>. Acesso em 07 set. 2016.

CABELLO, Carlos S. *Droning on: American strategic myopia toward unmanned aerial systems*. Dissertação (Master of Science in Defense Analysis) – Naval Postgraduate School. Monterey, California. 2013.

CÂMARA, G. Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Banco de Dados Geográficos. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos, SP. 1995.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, INPE, 2001.

CARVALHO, P. G. M. de. & BARCELLOS, F. C. Mensurando a Sustentabilidade. In: MAY, P. Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática. 3 ed. Rio de Janeiro, Editora Campus, 2010, p. 99-132.

CARVALHO, Paulo Jorge Marques de. Plataforma de informação e de apoio ao voo de aeronaves não tripuladas (UAV). Trabalho de Projeto (Mestrado em Educação) – Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal. 2014.

CHAVES, Áquila Neves; CUGNASCA, Paulo Sérgio. Veículos Aéreos Não Tripulados Autônomos e Colaborativos Aplicados a Operações de Busca e Salvamento. 2011. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/latecgeo/images/PDF/vants.8.pdf>>. Acesso em 07 set. 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. Edgard Blücher, São Paulo, Brasil, 236p. 1999.

CORNWELL, J. Os cientistas de Hitler. Ciência, Guerra e o Pacto com o Demônio. Rio de Janeiro: Imago. 2003.

CORREIA, Carla Caroline. Introdução aos VANT's e Drones. 2016. Disponível em: <<http://www.geoeduc.com/produtos/curso-online-introducao-aos-vants-drones/>>. Acesso em: 29 de jul. 2016.

CROSTA, Alvaro Pentead. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. UNICAMP/Instituto de Geociências, 1999.

CUNHA, Fábio Adônis Gouveia Carneiro da. Unidades de conservação como fornecedoras de serviços ambientais. 2014. 183f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE. 2014.

CUNHA, Fábio Adônis Gouveia Carneiro da. Unidades de Conservação como fornecedoras de serviços ambientais. 2014. 183f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE. 2014.

DALAMAGKIDIS, K.; VALAVANIS, K. P.; PIEGL, L. A. *Aviation History and Unmanned Flight*. In _____. *On Integrating Unmanned Aircraft Systems into the National Airspace System, Intelligent Systems, Control and Automation: Science and Engineering*. 2.ed. New York: Springer, 2012. p. 11-42.

DRUMMOND, J. A.; FRANCO, J. L. de A.; NINIS, A. B. O estado das áreas protegidas do Brasil – 2005. Brasília: [s.n.], 2006.

DUNBABIN, Matthew and MARQUES, Lino. *Robotics for Environmental Monitoring*. 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/241637791_Robots_for_Environmental_Monitoring_Significant_Advancements_and_Applications>. Acesso em: 10 de set. 2016.

DUNFORD, R., K.; MICHEL, M.; GAGNAGE, H. Piégay, and TRÉMELO, M.-L. *Potential and Constraints of Unmanned Aerial Vehicle Technology for the Characterization of Mediterranean Riparian Forest*. *International Journal of Remote Sensing*. 2009.

DURINGAN, Giselda; MELO, Antônio Carlos Galvão de; MAX, José Carlos Molina; BOAS, Osmar Vilas; CONTIERI, Wilson Aparecido e RAMOS, Viviane Soares. Manual para Recuperação da Vegetação de Cerrado. 3 ed. São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. 2011.

EASA. *European Aviation Safety Agency. The Agency*. Disponível em: <<https://www.easa.europa.eu/the-agency/the-agency>>. Acesso em 15 set. 2016.

ESCRITÓRIO DE PROJETOS DO EXÉRCITO BRASILEIRO. Tecnologia será grande aliada do Exército para garantir segurança durante as Olimpíadas. 2016. Disponível em: <<http://www.epex.eb.mil.br/index.php/ultimas-noticias/308-tecnologia-sera-grande-aliada-do-exercito-para-garantir-seguranca-durante-as-olimpiadas>>. Acesso em 20 out. 2016.

EUA. FAA. *Advisory Circular 107-2*, de 21 de junho de 2016. Regulamenta a operação de *small Unmanned Aircraft Systems* (SUAS) e dá outras providências. Disponível em: <https://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/99693>. Acesso em 23 jun. 2016.

FELICÍSIMO, A. M. *Modelos Digitales del Terreno. Introducción y aplicaciones em las ciencias ambientales*. Pentalfa Ediciones, Oviedo, 1994.

FIGUEIRA, Ênia Andrézia Nevez. Métodos de Exploração. Trabalho de Disciplina (Tecnologia de Mineração) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará. Santarém, PA. 2011.

FRANCE. *Fédération professionnelle du drone civil: La réglementation française*. Disponível em: <<http://www.federation-drone.org/les-drones-dans-le-secteur-civil/la-reglementation-francaise/>>. Acesso em 15 set. 2016.

FREITAS, E. e COTTET, F. A invasão dos VANT's: Veículos Aéreos Não Tripulados já são uma realidade no setor de sensoriamento remoto. In: **INFOGEO nº 60**. MundoGeo. Curitiba-PR: 2010.

FREITAS, Isis Felipe de. Unidades de Conservação no Brasil: O Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas e a viabilização da zona de amortecimento. 2009. 119f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas. SP. 2009.

GALLACHER, D. (2015). Drones to manage the urban environment. Risks, rewards, alternatives. *Journal of Unmanned Vehicle Systems*, 07 Dez. 2015. Disponível em: <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/juvs-2015-0040#.WFVMQbIrLIU>>. Acesso em: 07 de set. 2016.

GALLACHER, D. Applications of micro-UAVs (drones) for desert monitoring: current capabilities and requirements. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/281546737_Applications_of_micro-UAVs_drones_for_desert_monitoring_current_capabilities_and_requirements>. Acesso em: 16 de set. 2016.

GALLACHER, D. *Applications of micro-UAVs (drones) for desert monitoring: current capabilities and requirements*. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/281546737_Applications_of_micro-UAVs_drones_for_desert_monitoring_current_capabilities_and_requirements>. Acesso em: 16 de set. 2016.

GALLACHER, D.; KHAFAGA, T. Ecological monitoring of arid rangelands using fixed-wing micro-UAVs (drones) in the MENA region. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/281546741_Ecological_Monitoring_of_Arid_Rangelands_using_Micro-UAVs_drones>. Acesso em: 07 de set. 2016.

GALLACHER, D.; KHAFAGA, T. Ecological monitoring of arid rangelands using fixed-wing micro-UAVs (drones) in the MENA region. 2015. Disponível em: <

[https://www.researchgate.net/publication/281546741 Ecological Monitoring of Arid Range lands using Micro- UAVs drones](https://www.researchgate.net/publication/281546741_Ecological_Monitoring_of_Arid_Range_lands_using_Micro-UAVs_drones)>. Acesso em: 07 de set. 2016.

GEMERT, Jan C. van; VERSCHOOR Camiel R.; METTES, Pascal; EPEMA, Kitso; KOH, Lian Pin and WICH, Serge. 2014. *Nature Conservation Drones for Automatic Localization and Counting of Animals*. Disponível em: <<https://conservationdrones.org/publications-on-drones-and-conservation/>>. Acesso em: 20 de out. 2016.

GETZIN, Stephan; WIEGAND, Kerstin and Schöning, Ingo. “Assessing Biodiversity in Forests Using Very High-Resolution Images and Unmanned Aerial Vehicles.” *Methods in Ecology and Evolution*. 2012. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2041-210X.2011.00158.x/epdf>>. Acesso em: 30 de Jan. 2017.

GETZIN, Stephan; WIEGAND, Kerstin and Schöning, Ingo. “Assessing Biodiversity in Forests Using Very High-Resolution Images and Unmanned Aerial Vehicles.” *Methods in Ecology and Evolution*. 2012. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2041-210X.2011.00158.x/epdf>>. Acesso em: 30 de Jan. 2017.

GOMES, Venâncio Alvarenga. Poder aeroespacial não convencional: Tendências doutrinárias de emprego de sistemas de veículos aéreos não tripulados. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Aeroespaciais) – Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, RJ. 2006.

HARRIMAN, Lindsey; MUHLHAUSEN, Joseph. *A new eye in the sky: Eco-drones*. 2013. Disponível em:<http://www.unep.org/pdf/UNEP-GEAS_MAY_2013.pdf>. Acesso em: 12 set. 2016.

HARRIMAN, Lindsey; MUHLHAUSEN, Joseph. *A new eye in the sky: Eco-drones*. 2013. Disponível em:<http://www.unep.org/pdf/UNEP-GEAS_MAY_2013.pdf>. Acesso em: 12 set. 2016.

ICAO. *International Civil Aviation Organization*. Disponível em:<<http://www.icao.int/Pages/default.aspx>>. Acesso em 05 out. 2016.

IUCN. *The World Conservation Union. Speaking a common language: the uses and performance of the IUCN System of Management Categories for Protected Areas*. Cardiff University, IUCN, UNEP, 2004.

JARUS. *Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems. Who we are*. Disponível em: <<http://jarus-rpas.org/who-we-are>>. Acesso em 15 set. 2016.

JENSEN, J. R. *Introductory Digital Image Processing: A Remote sensing Perspective*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1986.

JENSEN, J. R. *Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres*. 2. Ed. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

JUSBRASIL, *Jornal da Ordem Rio Grande do Sul*. Vítimas de acidente aéreo devem receber R\$ 400 mil de indenização. 2014. Disponível em:<<http://jornal-ordem-rs.jusbrasil.com.br/noticias/145029503/vitimas-de-acidente-aereo-devem-receber-r-400-mil-de-indenizacao>>. Acesso em: 20 de out. 2016.

KEANE, J. F.; CARR, S.S. *A Brief History of Early Unmanned Aircraft. Autonomous Systems*. 2013. Disponível em:<http://www.jhuapl.edu/techdigest/TD/td3203/32_03-issue.pdf>. Acesso em 15 set. 2016.

KHAN, A.; SCHAEFER D.; TAO, L.; MILLER D. J.; SUN, K., ZONDLO, M. A.; HARRISON, W. A.; ROSCOE B. and LARY, David J. *Low Power Greenhouse Gas Sensors for Unmanned Aerial Vehicles. Remote Sensing*. 2012.

KOH, L. P. And Wich, S. A. 2012. Dawn of drone ecology: low-cost autonomous aerial vehicles for conservation. *Tropical Conservation Science* Vol. 5(2):121-132. Available online: www.tropicalconservationscience.org.

KOH, L. P. and Wich, S. A. 2012. *Dawn of drone ecology: low-cost autonomous aerial vehicles for conservation. Tropical Conservation Science* Vol. 5(2):121-132. Available online: www.tropicalconservationscience.org.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Metodologia Científica*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 320 p.

LALIBERTE, A. S.; HERRICK, J. E.; RANGO, A.; WINTERS, C. 2010. Acquisition, Orthorectification, and Object-based Classification of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Imagery for Rangeland Monitoring. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 76, 6: 661-672.

LALIBERTE, A. S.; MARK, A. G.; CAITRIANA, M. S., and RANGO, A. *Multispectral Remote Sensing from Unmanned Aircraft: Image Processing Workflows and Applications for Rangeland Environments. Remote Sensing*. 2011.

LELLES, Leandro Camillo de; SILVA, Elias; GRIFFTH, James Jackson e MARTINS, Sebastião Venâncio. Perfil Ambiental qualitativo da extração de areia em cursos d'água. 2003. *Revista da Árvore – Sociedade de Investigações Florestais*, Viçosa, MG, Volume 29 (2005), p. 439-444.

LOBO ALEU, Agustín. 2009. *Testing low-altitude infrared digital photography from a mini-UAV to retrieve information for biological conservation*. Info: [eurepo/semantics/report](http://eurepo.semantics/report). Disponível em: <<http://www.recercat.cat/handle/2072/40714>>. Acessado em: 30 jan. 2017.

LONGHITANO, George Alfredo. VANT's para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2010.

LONGHITANO, George Alfredo. VANTs para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas. 2010. 148f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2010.

LOPES, Rafael R.; AMARAL, Ricardo F. Projeto Conceitual de Aeronave Não Tripulada para Vigilância de Reservas Florestais. 2004. 126 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

LOPES, Rafael R.; AMARAL, Ricardo F. **Projeto Conceitual de Aeronave Não Tripulada para Vigilância de Reservas Florestais**. 2004. 126 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

LUCHIARI, A.; KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G. Aplicações de Sensoriamento Remoto na Geografia. In: VENTURY, L. A. B. Org. *Geografia: Praticando Geografia: técnicas de campo e de laboratório*. São Paulo: Editora Oficina de Textos, p 33-54, 2005.

MAGALHÃES, Mario Augusto Rupp de. Veículos Aéreos Não Tripulados. Questões Legais Relativas ao Emprego em Ações de Defesa e de Segurança. 2015. Trabalho de Investigação Individual (Curso de Promoção a Oficial General) – Instituto de Estudos Superiores Militares

das Forças Armadas Portuguesas e da Guarda Nacional Republicana, Pedrouços, Lisboa, Portugal. 2015.

MARCELINO, Frederico Andrade Capela Maia. Certificação duma Parte M “completa” (Subparte G + F) para Aviação Geral. Trabalho Final de Curso (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Instituto Superior De Engenharia De Lisboa, Lisboa, Portugal. 2012.

MARETTI, C. Comentários sobre a situação das Unidades de Conservação no Brasil. In: **Revista Direitos Difusos**, fevereiro, 2001 – Florestas e Unidades de Conservação. Brasília, Ed. Esplanada-ADCOAS, 2001. 5. V.

MEDEIROS, Fabrício Ardais. Desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado para aplicação em agricultura de precisão. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2007.

MEDEIROS, Fabrício Ardais. Desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado para aplicação em agricultura de precisão. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2007.

MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de; ROSA, Antônio Nuno de Castro Santa; SANO, Edson Eyji; SOUZA, Edilson Bias de; BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello; BRITES, Ricardo Seixas. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. CNPQ. 266p. 2013.

MEYER, E. de K.; GALLACHER, D. From drone data to decisions: Turning images into ecological answers. 2016. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/293482109_From_drone_data_to_decisions_Turning_images_into_ecological_answers>. Acesso em: 16 de set. 2016.

MEYER, E. de K.; GALLACHER, D. *From drone data to decisions: Turning images into ecological answers*. 2016. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/293482109_From_drone_data_to_decisions_Turning_images_into_ecological_answers>. Acesso em: 16 de set. 2016.

MMA. IBAMA. Roteiro Metodológico de Planejamento - Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica. 2002. Disponível em:<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/roteiros/DCO_M_roteiro_metodologico_de_planejamento_parna_resex_esec.pdf>. Acesso em 15 out. 2016.

MORGAN W. R. Discurso proferido pelo Vice Presidente da *AeroVironment, Inc.* em 17 abr. 1996. Disponível em:<http://www.house.gov/science/ray_morgan.htm>. Acesso em 30 jan. 2017.

MORSELLO, C. Áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo. São Paulo: Annablume. FAPESP. 2001.

MUNARETTO, Luiz. Histórico dos VANT no mundo. In: VANT E DRONES. A aeronáutica ao alcance de todos. São Paulo: Edição independente, 2015. p. 29-89.

NARDINI, Erik. Da guerra à paz, uma incursão pelo mundo dos drones. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico. UNICAMP. Campinas, 2016. Disponível em <<http://comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=124&id=1503>>. Acesso em 30 jan. 2017.

NEPOMUCENO, Pablo Luiz Maia. Geoprocessamento nos mapeamentos dos Planos de Manejo de Unidades de Conservação paulistas: Avaliação dos casos do PTAR e da APA – VRT a partir da revisão integrada da literatura. 2016. 386f. Tese (Doutorado em Geografia Física) –

Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2016.

O ESTADO DE SÃO PAULO. Estado Islâmico sugere formas de disseminar o terror nos Jogos. Disponível em: <<http://esportes.estadao.com.br/noticias/jogos-olimpicos,estado-islamico-sugere-formas-de-terror-nos-jogos,10000064105>>. Acesso em 20 out. 2016.

O'MALLEY, Dave. *VINTAGE WINGS of CANADA. The Mother of All Drones*. Disponível em: <<http://www.vintagewings.ca/VintageNews/Stories/tabid/116/articleType/ArticleView/articleId/484/The-Mother-of-All-Drones.aspx>>. Acesso em 05 out. 2016.

OLIVEIRA JÚNIOR, José Francisco. O uso de geotecnologias na fiscalização ambiental para fins militares: estudo de caso na unidade de policiamento ambiental do Parque Estadual do Desengano – RJ. 2015. 237f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Macaé, RJ. 2015.

OLIVEIRA, Daniela Almeida; PIETRAFESA, José Paulo e BARBALHO, Maria Gonçalves da Silva. Manutenção da biodiversidade e o hotspots cerrado. **Caminhos de Geografia UFU**. Uberlândia v. 9, n. 26, p. 101-114, Jun. 2008.

PALERMO, Rodrigo de Avila; LEITE, Taís Correia. Integração de levantamento fotográfico aéreo com o uso de VANT e levantamento fotográfico terrestre para o mapeamento tridimensional das ruínas de São Miguel das Missões. 2013. 174f. Projeto cartográfico (Bacharelado em Engenharia Cartográfica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2013.

PIEDADE, Flávia Lordello. As leis ambientais e a questão socioambiental contemporânea: a eficácia do Sistema Nacional de Unidades de Conservação na Estação Ecológica de Juréia-Itatins. 2014. 224f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Piracicaba. 2014.

PIRES, A. M. Z. C. R. Diretrizes para a Conservação da Biodiversidade em Planos de Manejo de Unidades de Conservação. Caso de Estudo: Estação Ecológica de Jataí e Estação Experimental de Luiz Antônio (Luiz Antônio - SP). 1999. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

PIRES, J. S. R. Análise voltada ao planejamento e gerenciamento do ambiente rural: abordagem metodológica aplicada ao município de Luiz Antônio – SP. 1995. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.

Press, 2011. 233 p.

RABAÇA, Tomás Correia. O Uso de Drones na Atual Conflitualidade: Uma Análise ao Nível Estratégico e Tático. Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada. ACADEMIA MILITAR. Lisboa, Portugal. 2014.

RANGO, A. and LALIBERTE, A. *Impact of flight regulations on effective use of unmanned aircraft systems for natural resources applications*. *Journal of Applied Remote Sensing*. 2010.

REGIS, J. A. A. Capitão, Chefe da Seção Tráfego Aéreo da Subdivisão de Gerenciamento de Tráfego Aéreo do CINDACTA II, Curso de Fundamentos de Engenharia Aeronáutica: RPAS:

RODRIGUES, R. C. B. Color and Texture Features for Landmarks Recognition on UAV Navigation. In: **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abr. 2009, INPE, p. 7111-7118.

- RONCONI, G. B. A.; BATISTA, T. J.; MEROLA, V. *The Utilization of Unmanned Aerial Vehicles (Uav) For Military Action in Foreign Airspace*. 2014. Disponível em:<<https://www.ufrgs.br/ufrgsmun/2014/files/DIS2.pdf>>. Acesso em 15 set. 2016.
- SALINAS, E. C.; FERNANDES, J. Q. *Paisajes y ordenamento territorial: obtención del mapa de paisajes del estado de Hidalgo em México a escala media com el apoyo de los SIG*. Alquiba. *Revista de Investigación del Bajo Segura*, n.7, p. 517-527, 2001.
- SAND, P. H.; FREITAS, J. S.; PRATT, G. N., *An Historical Survey of International Air Law Before the Second World war*, *McGill Law Journal, Institute of Air and Space Law*, McGill
- SANDBROOK, C. *Ambio*. The social implications of using drones for biodiversity conservation. 2015. Disponível em:<<http://link.springer.com/article/10.1007/s13280-015-0714-0/fulltext.html>>. Acesso em: 07 set. 2016.
- SANDBROOK, C. *Ambio*. The social implications of using drones for biodiversity conservation. 2015. Disponível em:<<http://link.springer.com/article/10.1007/s13280-015-0714-0/fulltext.html>>. Acesso em: 07 set. 2016.
- SANTOS, José Eduardo dos; PIRES, Adriana Maria Zalla Catojo Rodrigues; PIRES, José Salatiel Rodrigues. Caracterização de uma Unidade de Conservação. Estação Ecológica de Jataí. In: _____. **ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE JATAÍ - VOLUME I**. São Carlos: Rima, 2001. P 59-72.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Plano de Manejo da Estação Ecológica de Jataí. Resumo Executivo, 2013. 114 pag.
- SÃO PAULO. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Mineração e Município, Bases para planejamento e gestão dos recursos minerais. 2003. 194p.
- SILVA, Sandro Menezes; CARVALHO, Emerson Machado de. Aplicação do método SWOT como subsídio à revisão do plano de manejo do Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema, Mato Grosso do Sul, Brasil. Trabalho apresentado no 8. Congresso Brasileiro De Unidades De Conservação. Curitiba, 2015.
- SOUSA, Nadinni Oliveira de Matos; SANTOS, Fabiana Regina Pirondi dos; SALGADO, Marco Antônio de Souza; ARAÚJO, Fábio França Silva. Dez anos de história: avanços e desafios do sistema nacional de unidades de conservação da natureza. In. MEDEIROS, Rodrigo; ARAÚJO, Fábio França Silva (Orgs). **Dez anos do sistema nacional de unidades de conservação da natureza lições do passado, realizações presentes e perspectivas para o futuro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011.
- SOUSA, Silvio Braz de. Conflitos de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite (GO). 2013. 100f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO. 2013.
- SOUZA, Leandro Ricarte Castro de. Unidades de Conservação e Conflitos Socioambientais: Estudo de caso dos conflitos pelo acesso e uso dos recursos naturais na zona de amortecimento de impacto do Parque Nacional de Caparaó – ES. 2016. 199f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG. 2016.
- SPADOTTO, Anselmo José. Análise Jurídica e Ambiental do uso de Drones em Área Urbana no Brasil. *Revista de Direito da Cidade*, Vol. 08, nº 2. UERJ. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em:< <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/21809>>. Acesso em 07 set. 2016.

SPOHR, R. B. Fotogrametria e Fotointerpretação. UFSM (Universidade Federal de Santa Maria). Frederico Westphalen – RS. 2009. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAA3J0AG/principios-fotogrametria-fotointerpretacao#>>. Acessado em: 30 jan. 2017.

TEIXEIRA, Marília Gomes e VENTICINQUE, Eduardo Martins. Fortalezas e fragilidades do Sistema de Unidades de Conservação Potiguar. **Desenvolvimento e Meio Ambiente, Sistema Eletrônico de Revistas UFPR**. Paraná, v. 29, p. 113-126, abr. 2014.

THOMAS, Bruna Letícia; THOMAS, Pedro Augusto e FOLETO, Eliane Maria. A relevância da criação de uma unidade de conservação no morro gaúcho, municípios de Arroio do Meio e Capitão/RS. 2012. Revista do Departamento de Geografia – USP, Volume 27 (2014), p. 112-130.

TOWLER, J.; KRAWIEC, B., and KOCHERSBERGER K. Terrain and Radiation Mapping in Post-Disaster Environments Using an Autonomous Helicopter. Remote Sensing. 2012.

TRINDADE JÚNIOR, O. Fatores de sucesso na operação de sisvants. São Paulo: ICMC, USP, 2013. Disponível em:<<http://livrozilla.com/doc/933023/fatores-de-sucesso-na-opera%C3%A7%C3%A3o-de-sisvants>>. Acesso em: 30 de jan. 2017.

UK. CAP 722: *Unmanned Aircraft System Operations in UK Airspace - Guidance*, de 24 de março de 2015. Orienta os envolvidos no desenvolvimento de UAS e dá outras providências. Disponível em:<<http://publicapps.caa.co.uk/modalapplication.aspx?appid=11&mode=detail&id=415>>. Acesso em 25 set. 2016.

University. p. 24-42. 1944.

VANE, Gregg, and GOETZ, Alexander F. H. “*Terrestrial Imaging Spectrometry: Current Status, Future Trends.*” *Remote Sensing of Environment, Airbone Imaging Spectrometry*.1993.

VICTOR, M.A.N., A.C. CAVALLI, J.R. GUILLAUMON AND M.R.S. FILHO. 2005. Cem Anos de Devastação: revisitada 30 anos depois. Brasília: Ministério do Meio Ambiente and Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 72 pp.

ZHOURI, A.; LASCHEFSKI, K. Desenvolvimento e conflitos ambientais: um novo campo de investigação. In____. (Org.). **Desenvolvimento e Conflitos Ambientais**, Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2010.