

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS PM

ISMAEL GOMES MATOS

**USO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANTS) NAS AÇÕES DE
POLICIAMENTO AMBIENTAL**

SÃO LUÍS
2020

ISMAEL GOMES MATOS

**USO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANTs) NAS AÇÕES DE
POLICIAMENTO AMBIENTAL**

Monografia apresentada ao Curso de Formação de Oficiais PM da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Segurança Pública.

Orientador: Cap. QOPM Rivaldo Guimarães
Ferreira Morgado.

SÃO LUÍS
2020

ISMAEL GOMES MATOS

**USO DE VEÍCULOS AÉREO NÃO TRIPULADO (VANTs) NAS AÇÕES DE
POLICIAMENTO AMBIENTAL**

Monografia apresentada ao Curso de Formação de
Oficiais PM da Universidade Estadual do
Maranhão, como requisito parcial para obtenção do
grau de Bacharel em Segurança Pública.

Aprovado em ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Cap. Rivaldo Guimarães Ferreira Morgado (Orientador)
Polícia Militar do Maranhão

Examinador I
UEMA

Examinador II
UEMA

A minha família, razão de minha existência.

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo e em primeiro lugar agradeço a Deus, por ser o autor da vida.

Ao meu orientador, Capitão Morgado, pela disponibilidade em ajudar, pelo incentivo, orientação e auxílio.

Aos meus pais Aluízio e Almiceia, meus irmãos Dani, Bruno, Samuel e Grazi pelo apoio incondicional, pela educação, pelo incentivo.

A minha esposa Raquel, que dividiu comigo essa longa jornada no curso de formação de oficiais, sendo meu porto seguro nos momentos mais difíceis.

A minha filha Maria Luísa, que ilumina todos os meus dias e me dar forças para sempre lutar e seguir em frente.

A Universidade Estadual do Maranhão e a Academia de Polícia Militar Gonçalves Dias por terem me proporcionado a melhor formação.

Aos Bons instrutores do Curso de Formação de Oficiais pelos ensinamentos, pela paciência e sabedoria.

Aos meus amigos Freire, Rafael, Helton, Collares, Nunes, Galeno, Jorge, Almeida, Brito, Denivaldo, Nayron, Negreiro, Ronan, Estrela, Iury, Chaves, Medeiros e Bonald.

E por fim, às demais pessoas que contribuíram para minha formação.

Muito obrigado!

Vivemos em uma época perigosa. O homem domina a natureza antes que tenha aprendido a dominar a si mesmo.

Albert Schweitzer

RESUMO

Os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) – ou Drones, como são conhecidos popularmente, estão cada vez mais em alta, em especial por se apresentarem como uma plataforma versátil com enorme capacidade em vigilância, além de ser menos onerosa que outros meios mais conhecidos como os helicópteros e aviões. Contudo, não se pode negar que ainda existem dúvidas com relação aos reais ganhos ao optar por esta plataforma. Desta forma, este trabalho buscou analisar a viabilidade da utilização de VANTs, suas vantagens e desvantagens na utilização em ações de monitoramento ambiental. Também tentou identificar as atuais limitações do Batalhão de Policiamento Ambiental (BPA) da Polícia Militar do Maranhão, analisando como o uso dessa tecnologia poderia melhorar o cumprimento de sua missão. Também se verificou as exigências normativas que regulam a utilização dessa ferramenta em território nacional. Como metodologia, o trabalho foi desenvolvido com base em revisão bibliográfica e entrevistas semiestruturadas com policiais do BPA de caráter descritivo e qualitativo. Observou-se que o uso de VANTs apresenta enorme potencial para otimizar ações de policiamento ambiental, podendo ser utilizado pelo BPA, propiciando uma maior produtividade e capacidade operacional no combate a crimes ambientais, além de mitigar as atuais limitações pela qual passa a unidade.

Palavras-Chaves: Veículos aéreos não tripuláveis; Monitoramento ambiental; Crimes ambientais; Polícia Militar.

ABSTRACT

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) - or Drones, as they are popularly known, are increasingly on the rise, especially as they are displayed as a versatile platform with enormous capacity to reproduce, in addition to being less expensive than other more well-known media such as helicopters and planes. However, it cannot be denied that there are still doubts regarding the reals that can be chosen by this platform. Thus, this work seeks to analyze the feasibility of using UAVs, their advantages and disadvantages in the use of environmental policing actions. It is also possible to identify how the current limitations of the Battalion of Environmental Policing (BPA) of the Military Police of Maranhão, analyzing how the use of UAVs could improve the fulfillment of their task. They were also verified as normative requirements for the use of UAVs. As a methodology, the work was developed based on a bibliographic review and semi-structured interviews with BPA police officers of a descriptive and qualitative character. Note that the use of UAVs has an enormous potential for use in environmental policing, which can be used by BPA, providing greater usage and operational capacity, in addition to mitigating as currently available through the unit.

Keywords: Unmanned aerial vehicles; Environmental monitoring; Environmental crime; Military Police.

LISTA DE SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
BPA	Batalhão de Policiamento Ambiental
BVLOS	Beyond Visual Line of Sight, em português: Além da Linha de Visada Visual
CAER	Certificado de Aeronavegabilidade Especial de RPA
CDB	Convenção sobre Diversidade Biológica
CONABIO	Comissão Nacional de Biodiversidade
CPAm	Comando de Polícia Ambiental
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DEM	Modelos Digitais de Elevação
FEUC	Fundo Estadual de Unidades de Conservação
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
NAE	Núcleo de Educação Ambiental
PF	Polícia Federal
PM	Polícia Militar
PMERJ	Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro
PMMA	Polícia Militar do Maranhão
RPA	Remotely-Piloted Aircraft, em português: Aeronave Remotamente Pilotada
RPPN	Reservas Particulares do Patrimônio Natural
SARPAS	Sistema de Acesso ao Espaço Aéreo por RPAS
SEMA	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais
SEUC	Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza do Maranhão
SISANT	Sistema de Aeronaves Não Tripuladas
SNI	Serviço Nacional de Informações
SNUC	Sistema Nacional de Unidade de Conservação
UAV	Unmanned Aerial Vehicles
UC	Unidades de Conservação
UPM's	Unidades de Polícia Militar
VANTs	Veículos Aéreo Não-Tripulado
VLOS	Visual Line-Of-Sight, em português: Linha de Visada Visual

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Maranhão..	23
Figura 02: Unidades de Conservação do Maranhão.....	28
Figura 03: VANT SIERRA –Asa fixa projetado para realização de pesquisa remota.....	34
Figura 04: VANTS asa rotativa quadricóptero Phanton com câmera integrada.	39
Figura 05: Resumo da Regulamentação da ANAC.....	41
Figura 06: Fluxograma da elaboração do estudo.....	43
Figura 07: Organograma do Batalhão de Policiamento Ambiental.....	47
Figura 08: VANT Ebee da Sensefly.....	64
Figura 09: Asa rotativa multirotor Thor.....	65
Figura 10: Asa Fixa Skylark I - LEX	66
Figura 11: Asa Fixa Hermes 90.....	66
Figura 12: Asa rotativa multirotor Quantix.....	68
Figura 13: Asa fixa Zangão V.....	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Como foram destinados ao batalhão ambiental (BPA).....	52
Gráfico 2: Se receberam algum treinamento para atuar no BPA.. ..	52
Gráfico 3: Se consideram o efetivo do BPA adequado para a demanda.	53
Gráfico 4: Se os meios de transporte terrestre são em quantidade suficiente.....	54
Gráfico 5: Se os meios de transporte hidroviário são em quantidade suficiente	54
Gráfico 6: Quais os principais motivos para o BPA não dispor, ou dispor em pouca quantidade de VANTs... ..	56
Gráfico 7: Opinião sobre a eficiência de suas atuações.....	57
Gráfico 8: Sobre as principais dificuldades/Obstáculos na realização do policiamento ambiental.	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Unidades de Conservação no território maranhense.	26
Quadro 2: Classificação de tipos de VANTS	32
Quadro 3: Perfil dos policiais que responderam o questionário.....	50
Quadro 4: Meios pelo qual o patrulhamento aéreo é realizado	55
Quadro 5: Sobre a o uso de VANTs.....	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GERAL.....	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	REFERENCIAL TÉORICO	17
3.1	DO POLICIAMENTO OSTENSIVO AO POLICIAMENTO AMBIENTAL	17
3.1.1	A polícia de segurança pública e a polícia de segurança ambiental	18
3.2	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	20
3.2.1	Unidades de Conservação no Maranhão	22
3.3	VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS - VANTS.....	29
3.3.1	Classificação das Aeronaves Remotamente Pilotadas	31
3.3.2	VANTS de Asa-fixa	33
3.3.3	VANTS de Asa-Rotativa	37
3.3.4	Legislação do setor	40
4	METODOLOGIA	43
4.1	QUANTO À FINALIDADE E OBJETIVOS	43
4.2	QUANTO A ABORDAGEM E AOS PROCEDIMENTOS	44
5	BATALHÃO DE POLÍCIA AMBIENTAL DO MARANHÃO	45
5.1	HISTÓRICO E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	45
5.2	CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS E AÇÕES DESENVOLVIDAS	48
5.3	ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS	50
6	USO DE VANTS EM POLICIAMENTO AMBIENTAL	60
6.1	ALGUNS MODELOS DE VANTS.....	64
7	CONCLUSÃO	69
	REFERÊNCIAS	70
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS POLICIAIS DO BATALHÃO DE POLICIAMENTO AMBIENTAL DO MARANHÃO	76

1 INTRODUÇÃO

Diante da crescente importância das causas ambientais, várias normas vêm sendo aprovadas com o objetivo de proteger e preservar os ambientes naturais, a fauna, a flora, e impedir o desmatamento e a caça ilegal. Assim como também foram concebidas instituições direcionadas para a proteção do meio ambiente, como é o caso da Polícia Ambiental. Deste modo, pôde-se observar o quanto é importante estar presente a vigília ao meio ambiente, para impedir ou pelo menos amenizar ações antrópicas negativas e salvaguardar nosso ecossistema.

Apesar disso, questionam-se quais medidas podem ser adotadas para aperfeiçoar ou acrescentar às ações de policiamento ambiental? De modo a auxiliar a conduta corriqueira para que haja mais praticidade e agilidade nos trabalhos desenvolvidos pelos policiais. Visto que, o Brasil, como um País tropical, abriga uma biodiversidade enorme e isto implica em grandes desafios na proteção de suas Unidades de Conservação.

Diante disso, no contexto da gestão e proteção de áreas naturais a utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados é uma inovação tecnológica que pode gerar um aumento da eficiência nos serviços desenvolvidos pelos órgãos de segurança e de proteção do meio ambiente, facilitando o monitoramento e fiscalização ambiental, trazendo mais flexibilidade e agilidade na obtenção de informações (dados e imagens) com alto nível de detalhamento e com redução de custos.

De todo modo, o conceito de construir aeronaves não tripuladas para aplicações diversas surgiu inicialmente de necessidades militares, visando a execução de missões aéreas que ofereciam risco à vida humana. Conforme Armada (2004), com o avanço tecnológico nos setores de processamento de dados e miniaturização de componentes eletrônicos ocorridos nas últimas duas décadas, diversas aplicações militares de Veículos Aéreos Não Tripulados - VANTs (Unmanned Aerial Vehicles - UAV) foram desenvolvidas ao redor do mundo, havendo constante crescimento do número de projetos atualmente. E mais recentemente, usos científicos e civis têm sido desenvolvidos, nos quais os veículos aéreos desprovidos de tripulação podem apresentar vantagens técnicas e econômicas em relação a diferentes campos de atuação.

Na maioria das aplicações desenvolvidas, os VANTs têm sido concebidos como plataformas para embarcar sensores remotos para obtenção de imagens e dados da superfície terrestre (LONGHITANO, 2010). E já são largamente utilizados ao redor do mundo no Controle Ambiental, pois auxiliam no monitoramento de áreas queimadas, sobrevoando locais de difícil acesso, gerando mapas georreferenciados, precisos e com informações topográficas

do terreno. Tudo isso com a agilidade necessária para tomada de decisão assertiva (HORUS, 2017).

Deste modo, o uso de VANTs em policiamento ambiental mostra-se promissor, podendo ajudar na detecção, monitoramento, caracterização e mapeamento de crimes ambientais em geral, são, portanto, uma ferramenta muito útil na capacidade de detectar, localizar e determinar a extensão desses tipos de problemas, assim como na avaliação dos impactos.

Portanto, a utilização dessa tecnologia no policiamento ambiental apresenta diversas vantagens, pois por serem remotamente controlados ou programadas, podem chegar a lugares que o homem, em sistema convencional não chegaria ou demoraria muito mais tempo para chegar, possibilitando policiar áreas mais extensas além de minimizar o desgaste físico dos operadores. Desta forma, ele agiliza ações e, como é um compactador inteligente, tira fotos, e mapeia o ambiente, facilitando o trabalho e obtendo melhor resultado, pois tem maior precisão; podendo assim, auxiliar nas inspeções ambientais, prevenindo danos futuros e alertando sobre os danos presentes. Como vantagens, destaca-se, são capazes de monitorar áreas fora do alcance dos seres humanos e tem uma visão absolutamente mais ampla do habitat dos animais ou das áreas de preservação, o que os tornam mais eficazes no envio de informações (FONTES; POZZETTI, 2016).

Fontes e Pozzetti (2016) ainda afirmam que no comparativo com o método tradicional, os VANTs mostraram-se mais precisos, pois a vista aérea dos aparelhos reduz a probabilidade, por exemplo, das aeronaves serem perdidas pelo terreno ou obstáculos que bloqueiam a visão de quem patrulha em solo. Essa tecnologia possui a capacidade de executar missões de policiamento ostensivo aéreo por um custo menor e com menos riscos.

Dessarte, trata-se de um instrumento com relativo baixo custo operacional, o qual poderá ser operado via controle remoto por terra ou, dependendo do modelo, a partir de um plano de voo pré-determinado, que, de acordo com os equipamentos instalados, poderá executar missões até então realizadas única e exclusivamente por aeronaves tripuladas (FARIA; COSTA, 2015).

No Brasil, existem inúmeros projetos envolvendo o desenvolvimento e emprego de VANT's para diversas aplicações, civis e militares, as quais incluem desde a resposta a desastres naturais, passando pela avaliação de impactos ambientais, monitoramento e policiamento, monitoramento de linhas de transmissão, geração de Modelos Digitais de Terreno, entre tantas outras (COSTA JUNIOR, 2017). Apesar disso, a sua utilização em

policciamento ainda é tímida, com poucos trabalhos analisando as possíveis vantagens de sua utilização.

Portanto, a justificativa para a realização deste trabalho destaca-se na importância de colocar em pauta a utilização desse poderoso instrumento no policiamento ambiental, pois é evidente a importância que o meio ambiente e a necessidade de sua proteção vêm ganhando nos últimos anos.

Deste modo, reconhecendo as potencialidades dos VANTs em suas capacidades de agregar diferentes tipos de sensores, possibilitando a coleta de enormes quantidades de dados de forma rápida e precisa, convém levantar a possibilidade de usar essa ferramenta no policiamento ostensivo ambiental, sendo necessário analisar a viabilidade desse meio e quais as possíveis vantagens e desvantagens dessa utilização? e quais as diferentes aplicações nesse contexto?

Sendo assim, para uma melhor explanação, este trabalho foi estruturado em sete unidades: introdução; objetivos; referencial teórico em que foi abordado diferentes subtemas, tais como a evolução do policiamento ostensivo ao policiamento ambiental, as unidades de conservação do Brasil e do Maranhão, o histórico, tipos e características dos VANTS e legislação correlata; a metodologia em que foi detalhado os instrumentos e procedimentos utilizados na elaboração deste trabalho; uma unidade abordando o batalhão de policiamento ambiental do maranhão, suas características, ações, e análise de um questionário aplicado aos operadores deste batalhão; na penúltima unidade, expôs-se sobre o uso de VANTs no policiamento ambiental, destacando suas vantagens e desvantagens além de apresentar alguns modelos de VANTs que poderiam ser utilizados no policiamento ambiental; na última unidade foi apresentado a conclusão do trabalho.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- ❖ Analisar o uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) nas ações de policiamento ambiental ostensivo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Verificar a viabilidade, potencialidades, vantagens e desvantagem da utilização de VANTs em ações de monitoramento e policiamento ambiental.
- ❖ Identificar como o uso de VANTs pode melhorar a gestão de proteção ambiental, através dos órgãos de segurança pública;
- ❖ Examinar as exigências normativas para a utilização de VANTs na atividade de policiamento militar.
- ❖ Sondar através da aplicação de um questionário, os obstáculos e limitações do Batalhão de Policiamento Ambiental da PMMA

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 DO POLICIAMENTO OSTENSIVO AO POLICIAMENTO AMBIENTAL

A história das Polícias Militares se iniciou em maio de 1809, quando o Príncipe Regente D. João criou a Divisão Militar da Guarda Real de Polícia, no Rio de Janeiro. Em 1831, essa força policial foi extinta por conta de uma revolta, e em seu lugar foram criados os Corpos de Guardas Municipais Voluntários na Cidade do Rio de Janeiro, por Ato que autorizava que os criassem também nas províncias para promoção da segurança pública (NEVES, 1994).

As províncias, mais tarde, na República, se tornariam estados, ratificando o caráter regional das Polícias Militares. As forças policiais militares, desde então, passaram a ser utilizadas somente em casos de emergência ou no caso de guerras externas, como foi o caso da Guerra do Paraguai (1864-1870), ou ainda em revoltas regionais, como nas revoluções Praieira (1831-1832) e liberal (1842). As Polícias Militares foram ficando cada vez mais afastadas da atribuição de promover a segurança pública nas ruas e se aquartelando para missões especiais de defesa do Estado (MUNIZ, 2001).

A missão das Polícias Militares durante o período republicano não diferiu muito daquelas que lhe foram atribuídas no Império. A inovação foi a ideia surgida em 1908 que considerou as forças militares estaduais “auxiliares” do Exército. Até 1964, persistiu a dupla missão das forças policiais militares, aquelas inerentes as ações de “Polícia” e “Força Militar”. A exceção foram as polícias dos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina que criaram suas unidades ambientais em 1949, 1957 e 1962, respectivamente (MUNIZ, 2001).

As Polícias Militares, por conta de sua ligação centenária com o Exército, também foram influenciadas pela Doutrina de Segurança Nacional que vinha se madurecendo no Brasil desde 1950. A criação do Serviço Nacional de Informações (SNI) ajudou a integrar mais as Forças Armadas com a Polícia Federal e as Polícias Militares. Em julho de 1969, as Polícias Militares foram reorganizadas para se adaptarem às novas diretrizes de segurança interna estabelecidas por aquela doutrina, que criou leis e regras sobre todos os tipos de atividades da vida nacional (NEVES, 1994).

O decreto-lei de 1969 trouxe três importantes mudanças no papel desempenhado pelas Polícias Militares, que antes se resumia basicamente à guarda de pontos sensíveis e às ações de controle de distúrbios civis. O primeiro, e o mais importante, foi o fato de ter lhes atribuído o monopólio do policiamento ostensivo fardado, desaquartelando-as e retornando-as ao patrulhamento das ruas. Segundo, vinculou-as aos órgãos responsáveis pela segurança

pública para as ações de manutenção de ordem pública. Terceiro, atribuiu-lhes competência para atuação nos casos de defesa interna ou defesa territorial (NEVES, 1994).

No ano seguinte, o Governo regulamentou aquele decreto-lei, estabelecendo os princípios e normas para sua aplicação, ficando as Polícias Militares responsáveis pelos diversos tipos de policiamento ostensivo urbano, bem como pelos policiamentos florestais, o de mananciais, os fluviais e os lacustres. Esse decreto foi alterado em 1983. Embora houvesse um clima de tensão social por conta do processo de abertura política, a década de 1980 foi o período em que a consciência ambiental mais cresceu no Brasil (OLIVEIRA, 2018). Segundo Dean (2007), nessa época o meio ambiente já era apontado como a segunda maior preocupação entre os jovens nas grandes cidades. As críticas ao modelo de desenvolvimento econômico adotado até então, se acentuavam. O conceito de desenvolvimento sustentável apresentado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente (1991) na conferência de Estocolmo, em 1972, já havia se globalizado.

No Brasil, os efeitos da industrialização começavam a se fazer presentes: a poluição de rios, a chuva ácida provocada pela emissão de gases poluentes, a depleção da camada de ozônio, o efeito estufa, entre outros. Cubatão iria se tornar um ícone desse modelo de desenvolvimento. Nos anos 1990 essa consciência foi aumentada ainda mais entre os brasileiros pela realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento pela Organização das Nações Unidas (ONU). As organizações não governamentais (ONG) ambientais de caráter internacional nos anos 1990 já contavam com dezenas de milhões de aderentes, bem como haviam se multiplicado em mais de doze vezes na América Latina (DEAN, 2007).

Foi justamente no contexto geopolítico das décadas de 1980 e 1990 que surgiram a maioria das unidades policiais militares ambientais brasileiras. A dupla função exercida pelas Polícias Militares Ambientais lhes impôs dois papéis: o de polícia de segurança pública e o de polícia de segurança ambiental (OLIVEIRA, 2018).

3.1.1 A polícia de segurança pública e a polícia de segurança ambiental

A híbrida função de polícia de segurança pública e a de segurança ambiental é uma das principais características das Polícias Militares Ambientais. Os seus integrantes podem atuar nas funções típicas de polícia no interior das unidades de conservação (UC) e em sua zona de amortecimento, incluídas as reservas particulares do patrimônio natural (RPPN), bem como fora delas (OLIVEIRA, 2018).

Em 2013 no estado do Rio de Janeiro, por exemplo, dez por cento das ocorrências se deram no interior das unidades de conservação estaduais; 49% em suas zonas de amortecimento e 41% fora delas. Segundo o Comando de Polícia Ambiental (CPAm) da Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro (PMERJ) esse fenômeno ocorreu em função das presenças constantes dos policiais militares ambientais e dos guardas-parques do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) (OLIVEIRA, 2018).

As características híbridas das Polícias Militares Ambientais brasileiras não são comuns em países com tradição na administração de unidades de conservação. Oliveira (2018) em visita técnica de campo nos órgãos responsáveis pelos serviços de áreas protegidas dos Estados Unidos da América, do Canadá, da Argentina, do Chile, da África do Sul, no Zimbábue e no Quênia, constataram uma realidade diferente. Primeiramente uma diferença fundamental: todos eles exercem seu poder de polícia exclusivamente no local de atuação. Todos os crimes ocorridos fora das áreas protegidas sob suas responsabilidades, inclusive os ambientais, são de competência de outros órgãos policiais ou agências reguladoras. Segundo, são verdadeiras forças paramilitares, formados em academias militares, como por exemplo, o Canadá, ou em suas próprias academias militarizadas. Terceiro, principalmente os países africanos, fazem a gestão administrativo-financeira, a gestão de fauna e flora, o combate a incêndios florestais, a investigação de crimes contra visitantes e delitos ambientais, operações contra caçadores. Tais atribuições lhes permite promover arranjos de cooperação internacional para o manejo de parques transfronteiriços, como os do Limpopo e o de Victoria Falls. Por último, possuem um setor de inteligência próprio que se articula com outros organismos nacionais e internacionais visando a troca de informações e soluções dos problemas, o que raramente ocorre no Brasil.

Neste item apresentou-se o papel que as Policiais Militares Ambientais desempenham na segurança pública e na segurança ambiental. Por outro lado, os fenômenos naturais, as disputas pelo uso e/ou consumo dos recursos naturais ou em função de sua escassez promovem reflexos na segurança pública pela interação entre diversos entes dos sistemas de segurança ambiental (OLIVEIRA, 2018).

3.2 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A crescente preocupação com a degradação do meio ambiente provocou ações e iniciativas a fim da criação e implementação de áreas protegidas de grande valor paisagístico e ecológico na tentativa de atenuar essa degradação. Atualmente, essas áreas contam com objetivos que vão além da preservação da biodiversidade, visando a proteção dos recursos hídricos, o manejo dos recursos naturais, o desenvolvimento de pesquisas científicas, a manutenção do equilíbrio climático e ecológico, a preservação de espécies e recursos genéticos, além da prática da Educação Ambiental e Ecoturismo (COSTA, 2016).

No Brasil, o termo áreas protegidas, tem sido utilizado à categoria de Unidade de Conservação, constituindo como áreas delimitadas no território às quais são atribuídos diversos graus de proteção, com a imposição de restrições à ocupação da terra e ao uso dos recursos naturais, visando à conservação da natureza, a manutenção e melhoria da qualidade ambiental, bem como o controle e a manutenção destes recursos para utilização futura. As Unidades de Conservação foram instituídas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) pela lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000 (CASTRO JÚNIOR; COUTINHO; FREITAS, 2009).

As UCs constituem-se em áreas delimitadas no território às quais são atribuídos diversos graus de proteção, com a imposição de restrições à ocupação da terra e ao uso dos recursos naturais, visando à conservação da natureza, à manutenção e melhoria da qualidade ambiental, bem como ao controle e à manutenção desses recursos para utilização futura. No Brasil, essas discussões suscitaram a estruturação de políticas de proteção ambiental, em que se inclui o art. 225 da Constituição Federal de 1988 (CF/88) e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (GURGEL et al., 2009).

A partir de 1937, quando foi criada a primeira unidade de conservação (UC) brasileira, até os dias atuais, atingimos a marca de cerca de 1600 unidades distribuídas pelo território nacional. Em junho de 1992, o Brasil assinou a Convenção sobre Diversidade Biológica das Nações Unidas (CDB). A Comissão Nacional de Biodiversidade (Conabio), a fim de se adequar às metas recomendadas pela convenção, definiu que uma das metas nacionais mais relevantes, até 2010, é ter pelo menos 30% do Bioma Amazônia e 10% dos demais biomas e da Zona Costeira e Marinha efetivamente conservados por UCs do SNUC (GURGEL et al., 2009).

Desde então, o Brasil vem ampliando sua área sob proteção e já alcançou alguns avanços significativos nesse âmbito. O Brasil conta hoje com 304 UCs federais e estima-se que

haja 600 de gestão estadual, 700 de gestão municipal (IBGE, 2005), além de cerca de 800 reservas particulares, totalizando aproximadamente 1,4 milhão de km², o que corresponde a 16,7% da área continental nacional e 1,4% das águas jurisdicionais brasileiras. Grande parte das UCs encontra-se na Amazônia compreendendo 26% da área desse bioma, o que representa 13% da área do território brasileiro. No que tange às terras indígenas, existem atualmente 517 dispersas pelo país, ocupando aproximadamente 1.085.000 km² o que representa cerca de 12,7% da extensão territorial do Brasil. As maiores áreas dessas terras estão situadas na Amazônia e no cerrado, ocupando respectivamente 21% e 4% das áreas desses biomas (GURGEL et al., 2009).

O esforço de conservação mundial tem avançado muito nos últimos 20 anos. Em 1985, apenas 3,5% do território mundial estava protegido; hoje já são 12,8%. O Brasil destacou-se nesse esforço recente, pois foi o responsável por 74% das áreas protegidas mundiais criadas de 2003 a 2008, correspondendo a 703.864 km² (JENKINS; JOPPA, 2009).

Para se ter uma noção mais clara do esforço de conservação em andamento no Brasil, é importante comparar a situação das áreas protegidas para conservação no país com a de outros países. Enquanto o Brasil tem aproximadamente 16,7% de seu território continental em UCs, no mundo apenas 12,8% dos territórios encontram-se atualmente sob proteção legal (GURGEL et al., 2009).

Os objetivos de cada UC variam muito dependendo do tipo de unidade à qual a mesma pertence, mas, dentre os objetivos citados no art. 4º do SNUC, destacam-se:

- [...] I – contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;
- [...] IV – promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;
- [...] VII – proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural;
- [...] X – proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;
- [...] XIII – proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura, promovendo-as social e economicamente (BRASIL, 2000).

De acordo com Brasil (2000), a Lei 9.985/2000 estabelece dois grupos de UCs: o grupo das unidades de proteção integral, contendo cinco categorias de manejo (Estação Ecológica; Reserva Biológica; Parque Nacional; Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre), e o grupo das unidades de uso sustentável, que contempla sete categorias (Área de Proteção Ambiental; Área de Relevante Interesse Ecológico; Floresta Nacional; Reserva

Extrativista; Reserva de Fauna; Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural) (BRASIL, 2000).

Diversos estudos têm constatado a importância das UCs, principalmente na Amazônia, para o desenvolvimento regional. Uma experiência de êxito é o manejo de pirarucus na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Com a implantação de técnicas de manejo sustentável para substituir a pesca predatória, a renda obtida pelos pescadores de uma área da reserva com pesca do pirarucu passou de R\$ 10,8 mil em 1999 para R\$ 162,5 mil em 2005. Isso tudo aliado a um aumento de mais de quatro vezes no estoque disponível do peixe (GURGEL et al., 2009).

Outro exemplo de sucesso é a organização da produção das famílias da Reserva Extrativista Chico Mendes, que possibilitou a obtenção de uma certificação ambiental. Isso gerou um importante diferencial competitivo, pois possibilitou a entrada dos produtos extrativistas, em particular a castanha do Brasil, no mercado europeu. Gurgel et al. (2009) aponta que a renda per capita dos extrativistas que moram na reserva extrativista (Resex) aumentou 30% após a certificação da castanha.

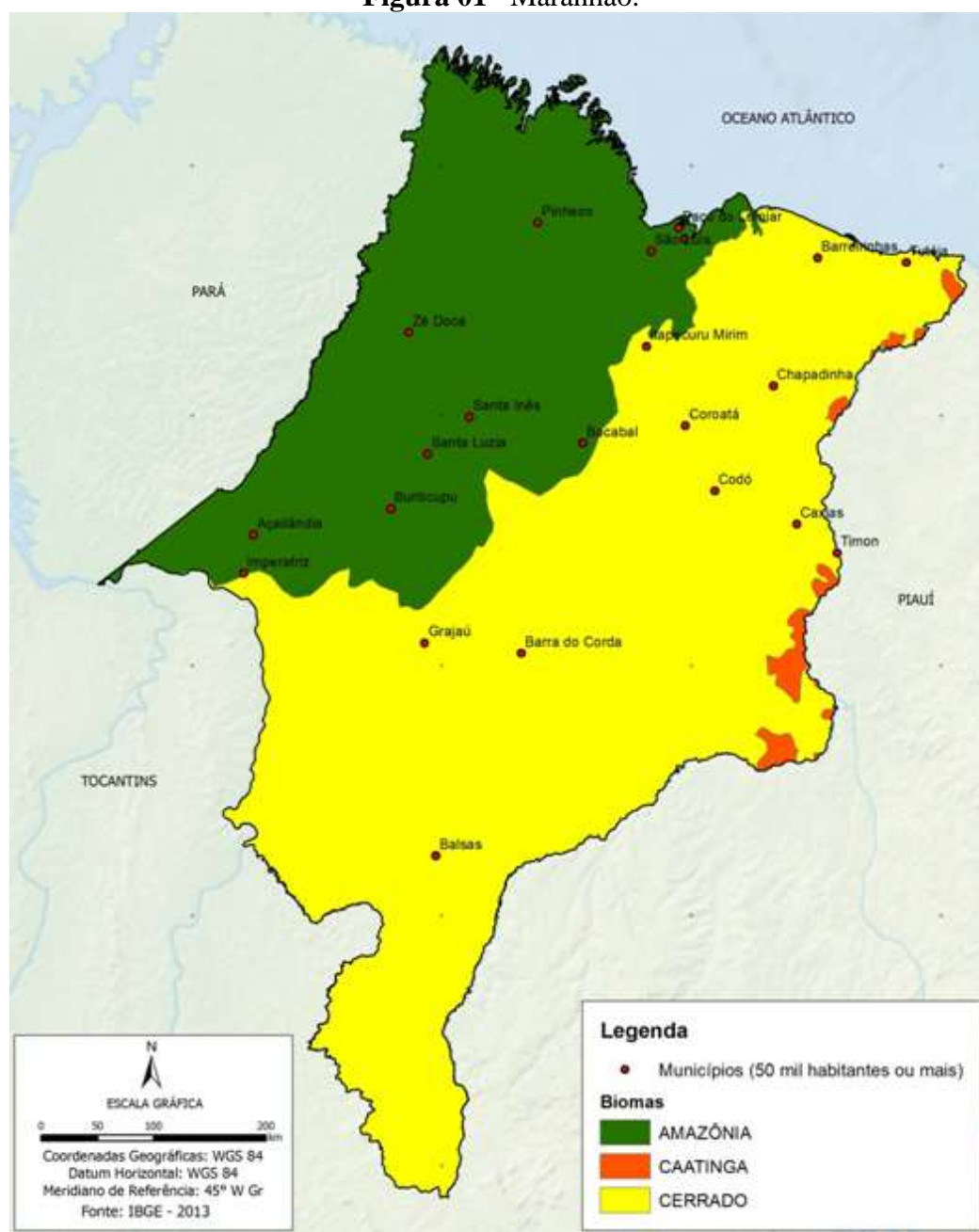
Em muitos casos, o manejo florestal sustentável mostra-se inclusive economicamente superior à exploração madeireira não sustentável. Arima e Barreto (2002) apontam que, de cinco florestas nacionais estudadas, em quatro delas a produção sustentável de madeira seria mais barata do que a produção em floresta privada.

É necessário também que se promovam mais estudos sobre potenciais usos econômicos das UCs e que se implementem as UCs efetivamente, de maneira que gerem renda e empregos locais, além de conservar os ecossistemas. Essa implementação deve também estar alinhada com outras políticas públicas, como educação, saúde e infraestrutura, para que levem a uma efetiva melhora na qualidade de vida das populações locais. Além é claro de um importante sistema de proteção dessas áreas.

3.2.1 Unidades de Conservação no Maranhão

O estado do Maranhão tem uma extensão territorial de 331.937,450 Km². Localiza-se na porção noroeste da região nordeste brasileira, entre os paralelos 1°01'00'' e 10°21'07'' de latitude Sul, e meridianos de 41°48'30'' e 48°50'15'' de longitude a oeste de Greenwich. Limitando-se ao norte com o Oceano Atlântico, ao Sul com o estado do Tocantins, a oeste com os estados de Tocantins e Pará e a Leste com o estado do Piauí (figura 01) (PEREIRA; COSTA, 2018).

Figura 01 –Maranhão.



Fonte: NUGEO (2017).

O Estado Maranhão é privilegiado de atributos físicos-naturais e socioculturais, também aderiu à pauta, e atualmente atribui à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais do Maranhão (SEMA), através da Superintendência de Desenvolvimento e Educação Ambiental/Departamento de Preservação e Conservação Ambiental (SDEA/DPCA), a responsabilidade pela execução das políticas estaduais de proteção da natureza maranhense (COSTA, 2016).

As Unidades de Conservação do Maranhão foram criadas em prol da conservação e preservação das características ambientais e para que a população retire da natureza os

recursos para sua sobrevivência de modo sustentável. Por isso, é necessário averiguar e analisar a gestão socioambiental pelas políticas de proteção, monitoramento e planejamento elaboradas e “aplicadas” pelo Estado, em prol do equilíbrio natural e humano. O processo de gestão das Unidades de Conservação do Maranhão pode ser composto por instrumentos legais que atuam na conservação e preservação socioambiental do referido estado, sobretudo pela implementação do Sistema Estadual de Unidades de Conservação instituído pela Lei nº 9.413 de 13/07/11 (PEREIRA; COSTA, 2018).

O território maranhense apresenta uma grande diversidade de ambientes naturais, indo da floresta amazônica até a caatinga nordestina, contando também com expressivas áreas de cerrados, além do litoral com campos inundáveis, manguezais e formações arbustivas (FIEMA, 2009). O território maranhense é dividido entre os biomas Amazônico, Cerrado e Caatinga. Em termos de extensão territorial, o Cerrado cobre 64,09% da superfície estadual; seguido pela Amazônia, com 34,78%, enquanto a Caatinga cobre apenas 1,13% do território maranhense (MARANHÃO, 2002).

Conforme Correia (2011), as primeiras iniciativas políticas direcionadas à proteção dos ecossistemas maranhenses datam da década de 1940, quando o Poder Público decretou uma área remanescente do bioma Amazônico localizado em São Luís em Floresta Protetora dos Mananciais Abastecedoras do município de São Luís, criada pelo Decreto-Lei nº 6.883/1944.

Rio Branco (2012) relata que o início da política ambiental do Maranhão começou com a criação do Departamento de Recursos naturais (DRN), da extinta Superintendência de Desenvolvimento do Maranhão (SUDEMA), quando transformou esse departamento no Instituto de Recursos Naturais (IRN), 1972.

O Sistema Estadual de Meio Ambiente, propriamente dito, foi criado por Lei estadual em 26 de abril de 1979 e reformulado pela Lei estadual 5.405/92, tendo a Secretaria de Recursos Naturais, Tecnologia e Meio Ambiente (SERNAT), composta pelos órgãos: Instituto de Tecnologia e Meio Ambiente (ITEMA), Instituto Estadual do Babaçu (INEB) e Companhia de Pesquisa e Aproveitamento de Recursos Naturais (COPENAT) (MARANHÃO, 2010).

Rio Branco (2012) afirma que em 1987, a SERNAT foi transformada na Secretaria das Minas, Energia e Meio Ambiente (SMEMA), sendo reorganizada em 1991 sob a forma de Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Turismo (SEMATUR). Em 1993, foi denominada Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA), e após reforma administrativa, através da Lei 5.643, de 08 de fevereiro de 1993, na Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA).

A partir de 1993, compete ao Estado do Maranhão definir, implantar e administrar espaços territoriais e seus componentes representativos de ecossistemas originais a serem protegidos, com vistas a manter e utilizar racionalmente o patrimônio biofísico e cultural de seu território. Para que isso ocorra é necessário que as esferas administrativas assumam suas responsabilidades e que esteja real engajamento com as questões da sociedade civil na busca por soluções para a gestão integrada e participativa dos recursos naturais (CORREIA, 2011).

Ressalte-se que a Constituição do Estado do Maranhão, promulgada em 1989, faz algumas indicações sobre as questões ambientais, como:

[...] f) proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas; g) preservar as florestas, a fauna, a flora e incentivar o reflorestamento; l) registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seu território [...], (MARANHÃO, 1990, Art. 12).

O Decreto nº 13.494 (12/11/93) que regulamentou a Lei nº 5.405 (capítulo II, seção VIII) e Lei nº 8.528 (07/12/06) instituiu a Política Florestal e de Proteção à Biodiversidade (capítulo II, seção IV). Nos últimos anos vem sendo discutidos propostas de decretos regulamentadores para temas específicos (compensação ambiental, conselhos gestores, gestão compartilhada etc.) (PEREIRA; COSTA, 2018).

O Governo do Estado do Maranhão criou pela Lei nº 7.734, em 19 de abril de 2002, a Gerência de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais (GEMA). Já pela Lei nº 8.153, de 08 de julho de 2004, que dispõe sobre a Reorganização Administrativa do Estado, o órgão estadual passou a ser denominado Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA), sendo composta por uma Assessoria de Planejamento e cinco subgerências, responsáveis pela aplicação dos instrumentos de gestão ambiental do território maranhense (RIO BRANCO, 2012).

Um dos marcos importante para a consolidação da legislação estadual de proteção ao meio ambiente no Maranhão, ocorreu quando foi assinada a Lei nº 9.413, de 13 de julho de 2011, que Regulamenta o Art. 241 da Constituição do Estado do Maranhão, o Capítulo III, Seção VII da Lei Estadual nº 5.405, de 08 de abril de 1992, o Capítulo II, Seção VIII do Decreto Estadual nº 13.494, de 12 de novembro de 1993, que instituiu o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza do Maranhão (SEUC) e dá outras providências (PEREIRA; COSTA, 2018).

Um dos pontos relevantes estabelecidos no SEUC foi a criação do Fundo Estadual de Unidades de Conservação (FEUC) destinado a gerenciar os procedimentos de aplicação de compensação ambiental e demais recursos financeiros obtidos em prol do planejamento e gestão

das Unidades de Conservação. As demais atribuições no que diz respeito às categorias, aos conselhos e processo de gestão estão em concordância com a Lei nº 9.985/00 (COSTA; PIEDADE; COSTA, 2014).

Para análise das Unidades de Conservação no território maranhense, vale destacar que, de acordo com informações extraídas do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (2014), o Estado do Maranhão contabiliza 25 Unidades de Conservação, conforme disposto no quadro 1.

Quadro 1- Unidades de Conservação no território maranhense.

Unidade de Conservação	Área total (ha)
Unidades de Conservação de Proteção Integral	
Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses	155.000
Estação Ecológica do Rangedor	125,65
Parque Estadual Mirador	700.000
Parque Estadual do Bacanga	3.075
Reserva Biológica do Gurupi	341.650
Parque Estadual Marinho Parcel Manoel Luís	45.237
Parque Ecológico da Lagoa da Jansen	150
Parque Nacional da Chapada das Mesas	19.206
Parque Nacional Nascentes do Rio Parnaíba	729.813
Unidades de Conservação de Uso Sustentável	
APA do Maracanã	1.831
APA da Foz do Rio Preguiças/ Pequenos Lençóis e Região Lagunar Adjacente	269.684
APA da Baixada Maranhense	1.775.035
APA das Reentrâncias Maranhenses	2.680.911
APA Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças	1.535.310
APA da Itapiracó	322

APA do Delta do Rio Parnaíba	313.800
APA dos Morros Garapenses	234.767
APA da Serra da Tabatinga	35.185
Reserva de Recursos Naturais na Nascente do Rio Balsas	58.649
Reserva Extrativista Marinha de Cururupu	186.053,87
Reserva Extrativista de Ciriaco	8.106,75
Reserva Extrativista Quilombo do Frexal	9.338,31
Reserva Extrativista Mata Grande	11.431,50
Reserva Extrativista de Chapada Limpa	11.973,05
Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba	27.021,65

Fonte: PEREIRA; COSTA (2018).

As Unidades de Conservação criadas e implantadas no Maranhão possuem áreas protegidas e identificadas como Parques Nacionais ou Estaduais, Estação Ecológica, Áreas de Proteção Ambiental, além de Reservas Biológicas e Reservas Extrativistas.

Conforme dados compilados na Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Naturais, no território maranhense há predomínio de Unidade de Conservação de Uso Sustentável ocupando uma área de 88%, classificadas na categoria Área de Proteção Ambiental com 38%, seguida de Parques (Estadual e Nacional) com 29% e Reservas Extrativistas com 21%, neste percentual estão incluídas também as Reservas Extrativistas Marinhas.

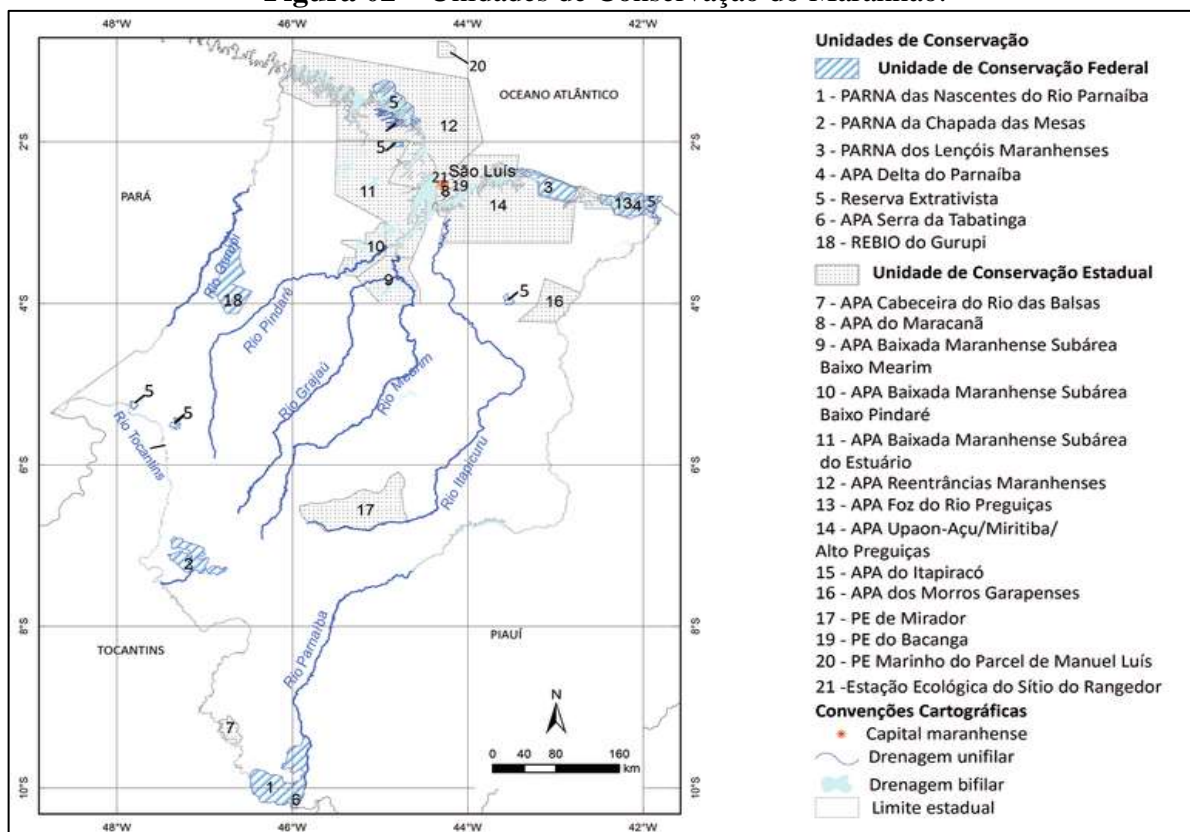
Por outro lado, as Unidades de Conservação de Proteção Integral ocupam uma área de 8%, com destaque para Reserva Biológica e Estação Ecológica com 4% cada uma delas.

As Reservas de Recursos Naturais não estão classificadas nas categorias de Unidades de Conservação estabelecidas pelo SNUC, entretanto é uma área protegida relevante para a proteção e conservação do meio ambiente. Elas ocupam 4% do território maranhense (PEREIRA; COSTA, 2018).

Das Unidades de Conservação criadas no Maranhão, estão sob gestão federal de Proteção Integral estão as seguintes: Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Reserva Biológica do Gurupi, Parque Nacional da Chapada das Mesas e Parque Nacional Nascentes do Rio Parnaíba. Enquanto as de Uso Sustentável são as seguintes: APA do Delta do Rio Parnaíba; Reserva Extrativista Marinha de Cururupu; Reserva Extrativista de Ciriaco; Reserva Extrativista Quilombo do Frexal; Reserva Extrativista Mata Grande; Reserva Extrativista de Chapada Limpa e Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba (PEREIRA; COSTA, 2018).

No território maranhense existem 11 Unidades de Conservação que o processo de gestão é de responsabilidade da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA), da Subgerência de Desenvolvimento e Educação Ambiental (SDEA) e do Departamento de Preservação e Conservação Ambiental (DPCA), isto é, a gestão é de jurisdição estadual (ver Figura 2).

Figura 02 – Unidades de Conservação do Maranhão.



Fonte: BANDEIRA (2013).

Vale destacar que três Unidades de Conservação de gestão estadual estão localizadas integralmente no município de São Luís (APA da Região do Maracanã, ESEC do Sítio Rangedor e PE do Bacanga) e 2 têm o território compartilhado com outros municípios: APA do Itapiracó e APA de Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças. Rio Branco (2012) afirma que elas são estratégicas para regulação climática da Aglomeração Urbana de São Luís-MA (PEREIRA; COSTA, 2018).

3.3 VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS - VANTs

Os veículos aéreos não tripulados consistem em aeronaves remotamente pilotadas que possuem o emprego civil ou militar. Trata-se de uma tecnologia mundialmente difundida e utilizada que ganha espaço no Brasil para atividades de entretenimento e também nas ações de segurança pública.

Eles são conhecidos mundialmente pela sigla UAV (Unmanned Aerial Vehicle). Em estudo realizado pelo Departamento de Defesa Norte-Americano, define-se o VANT como uma aeronave que “[...] não carrega operador humano, usa forças aerodinâmicas para fornecer elevação, pode voar de forma autônoma ou ser pilotado remotamente [...], pode carregar uma carga útil letal ou não letal” (DOD, 2005, p. 01).

No Brasil, a Portaria Normativa do Exército Brasileiro n. 606, do Ministério da Defesa, de 11 de junho de 2004, conceitua o VANT como um:

[...] veículo de pequeno porte, construído com materiais de difícil detecção, pilotado remotamente, usando asas fixas ou rotativas, e empregado para sobrevoar o alvo ou área de interesse com o objetivo de fornecer informações [...] (BRASIL, 2004).

Os primeiros relatos de aplicação do conceito de VANTs no mundo datam de agosto de 1849, quando austríacos atacaram a cidade de Veneza, na Itália, com balões não tripulados, carregados de explosivos e controlados por temporizadores. Em sistemática semelhante, a referida tecnologia foi empregada pelos Exércitos do Sul e do Norte durante a Guerra Civil Americana (1861-1865), bem como na 1ª Guerra Mundial (1914-1918), oportunidade em que se desenvolveram os “torpedos aéreos” (HARDGRAVE, 2005).

Esclarece Hardgrave (2005) que, durante as décadas de 1930 e 1940, desenvolveram-se projetos americanos de VANTs radiocontrolados (RP-1, RP-2, RP-3 e RP-4) utilizados pelo Exército dos Estados Unidos da América (EUA), porém, o pioneirismo no emprego do VANT durante a 2ª Guerra Mundial foi da Alemanha, com as bombas voadoras V-1, durante a Batalha da Inglaterra, fruto do avanço no controle por radiofrequência.

Até então, a utilização dessa tecnologia era associada ao lançamento de armamentos e a consequente busca de alvos, em regra, não humanos. Com o início da Guerra Fria, em 1945, o emprego dessa tecnologia sofreu uma radical mudança, passando a ser a figura central no desempenho de missões de coleta de dados e espionagem.

O emprego dos VANTs como ferramenta de reconhecimento e vigilância ganhou destaque nos anos 1960 e 1970, oportunidade em que os EUA, respaldados pelo

desenvolvimento substancial da tecnologia de controle remoto, utilizou o modelo Firebee durante as Guerras da Coreia e do Vietnã (WIDMAIER, 2005).

Um marco importante na história dos Veículos Aéreos não Tripulados ocorreu em 1982, na Batalha do Vale do Bekaa, envolvendo Israel e Líbano, oportunidade em que tal tecnologia foi empregada com a finalidade de garantir a preservação da vida dos pilotos de aeronaves israelenses, sendo que, naquela oportunidade, utilizou-se de VANTs táticos, que reconheciam os sítios de bateria antiaérea síria e realizavam a destruição (HARDGRAVE, 2005).

Hodiernamente, os VANTs contam com alta tecnologia, que visa especialmente torná-los mais versáteis, letais e com mais autônomos. Destaca-se a atuação desse tipo de equipamento durante a Guerra do Golfo (1991), do Kosovo (1999) e do Afeganistão (2001) (MILESKI, 2007).

No Brasil, os primeiros relatos de experimentos envolvendo veículos aéreos não tripulados remetem à década de 1980, quando o Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA) desenvolveu o projeto Acauã, que tinha como objetivo o desenvolvimento de plataforma, visando à ampliação do conhecimento nas áreas de controle, telecomando e telemetria. Como consequência de tais experimentos, foram construídos cinco protótipos, que realizaram o primeiro voo em 1985 (OLIVEIRA, 2005).

Com o tempo, a adoção dessa tecnologia em solo brasileiro para fins civis e comerciais está se popularizando e expandindo em diversos setores devido aos fatores já citados. Dessa forma, os VANTs são uma inovação tecnológica que inaugurou diversos nichos de mercado e seu uso tem se intensificado vertiginosamente na última década.

De acordo com dados da Associação Internacional de Veículos não Tripulados (AUVSI) e a Associação Brasileira das Indústrias de Materiais de Defesa e Segurança (ABIMDE) o Brasil já conta com 15 das 44 indústrias de drones na América Latina, e reúne ao menos outras cinco desenvolvendo sistemas (STOCHERO, 2013).

Embora ocorra aumento do número de projetos voltados para aplicação civil, está ainda pode ser considerada recente e incipiente, principalmente no cenário brasileiro. Deste modo, há carência de estudos que apresentem o estágio atual do desenvolvimento do sensoriamento remoto dessas ferramentas.

As principais vantagens do sensoriamento remoto por VANTs, em relação ao aerotransportado por aeronaves tripuladas e ao orbital, podem ser: a redução dos custos de obtenção de imagens/fotografias aéreas; a maior flexibilidade de resolução temporal para aquisição de imagens de alta resolução espacial; possibilidade de execução de missões em

condições adversas sem o risco de vida para o piloto e operador da câmara aerofotogramétrica; menor necessidade de gastos de treinamento de pilotos e; a maior facilidade e velocidade de incorporação de novas tecnologias (LONGHITANO, 2010).

Sua utilização na área ambiental ocorre na proteção, conservação da natureza e como instrumento auxiliar na gestão das unidades de conservação. Seus usos se relacionam com as atividades de fiscalização e monitoramento ambiental, também são importantes na pesquisa controle e prevenção de incêndios florestais. Além da proteção da fauna e recuperação de áreas degradadas. A utilização de VANTs apresenta-se como uma ferramenta promissora para compor uma estratégia de gestão territorial inteligente, na medida que possibilita aumento da efetividade de ações com obtenção de grande volume de dados em pouco tempo e com redução de riscos e custos comparado com missões de mapeamento aéreo tripuladas (MOURA; FARACO JR; 2017). Logo, compreende-se que há um enorme potencial de aplicação por parte das unidades de polícias ambientais no Brasil, embora os estudos sobre o assunto ainda sejam escassos.

3.3.1 Classificação das Aeronaves Remotamente Pilotadas

Hodiernamente, existe no mercado uma grande variedade de modelos, com especificidades e distintas finalidades. Essas tecnologias são classificadas de acordo com suas características técnicas, como exemplo, material utilizado em sua fabricação, peso, dimensão, aerodinâmica, execução de voo, duração do tempo de voo entre outras (ANGELOV, 2012).

Entretanto, primeiramente é importante fazer distinção entre VANTs, Drones e RPA. Que de acordo com o documento Estudo Sobre a Indústria Brasileira e Europeia de Veículos Aéreos Não Tripulados de 2018, traz as seguintes definições.

Drone: O termo “drone”, originado nos Estados Unidos da América (EUA), que vem se difundindo mundo afora, para caracterizar todo e qualquer objeto voador não tripulado, seja ele de qualquer propósito (profissional, recreativo, militar, comercial etc.), origem ou característica. Ou seja, é um termo genérico, sem amparo técnico ou definição na legislação. No Brasil, esse termo é mais associado às plataformas menores usadas para fins de lazer e filmagens aéreas.

VANT: Veículo Aéreo Não Tripulado, por outro lado, é a terminologia oficial prevista pelos órgãos reguladores brasileiros do transporte aéreo para definir este tipo de plataforma. Segundo a legislação pertinente (Circular de Informações Aéreas AIC N 21/10), caracteriza-se como VANT toda aeronave projetada para operar sem piloto a bordo. Esta,

porém, há de ser de caráter não recreativo e possuir carga útil embarcada. Em outras palavras, nem todo “drone” pode ser considerado um VANT, já que qualquer plataforma não tripulada utilizada como hobby ou esporte enquadra-se, por definição legal, na legislação pertinente aos aeromodelos e não à de VANT.

RPA: Há dois tipos diferentes de VANT. O primeiro, mais conhecido, é o RPA (Remotely-Piloted Aircraft/em português, Aeronave Remotamente Pilotada). Nessa condição, o piloto não está a bordo, mas controla remotamente a aeronave por uma interface externa qualquer (computador, simulador, dispositivo digital, controle remoto etc.). Diferente de outra subcategoria de VANT, a chamada “Aeronave Autônoma” que, uma vez programada, não permite intervenção externa durante a realização do voo.

Diversos países possuem sua própria maneira de classificar os veículos aéreos não tripulados, algumas classificações possuem semelhanças entre si, variando com poucas especificações umas das outras. Desta maneira, segundo Alves Júnior, os VANTs podem ser classificados em 5 categorias (Quadro 2).

Quadro 2– Classificação de tipos de VANTS

Categoria	Descrição	Velocidade
Asa - fixa	Aviões não tripulados com asa fixa, que precisam de uma pista de decolagem e de pouso, ou de uma catapulta para lançamento.	Possui voos de longa duração e pode voar a alta velocidade de cruzeiro.
Asa-Rotativa	Aviões que possuem asas rotativas, decolagem e aterrissagem vertical e tem a habilidade de pairar no ar e de execuções de manobras.	Possui aspecto de um helicóptero convencional, motores de eixos variando em quatro, seis, oito ou denominados de multimotores e ou drones.
Blimps (balões de ar)	Dirigíveis não tripulados são mais leves que o ar e possui longa duração de voo.	Voam a baixas velocidades e geralmente são grandes em tamanho
Flapping-Wing (batedores de asas)	Aeronaves com asas flexíveis, suas asas são inspiradas em pássaros ou insetos alados.	Pode funcionar a uma velocidade de 2,5m/s.
Híbridos ou conversíveis	Podem decolar verticalmente e possui habilidade de inclinar os motores para desenvolverem um voo como os aviões.	Podem voar com velocidades de vento de até 13m/s e permanecer no ar por até uma hora.

Fonte: ALVES JUNIOR (2015).

3.3.2 VANTs de Asa-fixa

Os veículos aéreos não tripulados, oferecem uma alternativa viável às plataformas convencionais para adquirir dados sensoriais remoto de alta resolução a um custo menor, com maior flexibilidade operacional e maior versatilidade.

As aplicações militares desta tecnologia têm sido constantemente transferidas para aplicações civis e de pesquisa. Melhorias na concepção de sistemas de controle de voo transformaram essas plataformas em ferramentas de nível de pesquisa capazes de adquirir imagens de alta qualidade e medições geofísicas e biológicas (HUGENHOLTZ et al., 2012). Também houve avanços no desenvolvimento de sensores miniaturizados, especificamente projetados ou adaptado para cargas úteis de VANTs, incluindo imagens hiperespectral, radar de abertura sintética e sensores térmicos e outros (KLEMAS, 2015)

Os VANTs de asa fixa voam sobre cidades e pântanos para avaliar os danos após furacões, inundações e terremotos. Por exemplo, quando a fumaça aterrou outras aeronaves durante o ano de 2009 no incêndio florestal em Circle, AK, um VANT Predator, forneceu imagens por infravermelho que permitiram às autoridades determinar que nenhuma evacuação era necessária. Durante o acidente na usina nuclear em Fukushima, Japão, grandes VANTs analisaram o incidente de alta altitude, enquanto VANTs do tamanho de mochilas inspecionaram os reatores com problema de perto, possibilitando um diagnóstico da situação de forma precisa e sem colocar vidas humanas em RISCO (AVERETT, 2014).

Há também os VANTs com sistemas de controle de voo integrados, dando a eles capacidade de voo semiautônomos ou totalmente autônomo. Em um autônomo a aquisição de dados sensorial remoto é pré-programada com software de planejamento de voo que pode calcular os caminhos e pontos de aquisição das imagens com base no solo desejado, resolução, quantidade de sobreposição de imagem e área a ser pesquisada (KLEMAS, 2015).

As câmeras digitais costumam fazer parte da carga útil. Durante o voo, o piloto automático do VANT pode se comunicar via telemetria link para uma estação terrestre executando o software de controle de voo (HUGENHOLTZ, 2012). Por exemplo, o Aero Vironment RQ-14^a 'Dragon Eye' tem uma envergadura de 110 cm e pesa cerca de 2,5 kg. Lançado manualmente ou com uma corda elástica, o pequeno avião é controlado por coordenadas GPS inseridas em seu sistema de orientação com um computador laptop padrão. Uma vez no ar, ele pode transmitir imagens de vídeo da paisagem costeira em tempo real (EDWARDS, 2009).

A Figura 03 Mostra um veículo aéreo não tripulados de médio porte conhecido como Aeronave de Pesquisa Remota (SIERRA) - que possui um Envergadura de 6 m e carga útil trocável de 45 kg. O SIERRA foi projetado pelo Laboratório de Pesquisa Naval dos EUA e desenvolvido no Ames Research Center da NASA. Tem um alcance de cerca de 1.000 Km, exige uma autonomia máxima de 10 horas. Sua velocidade máxima é de 148 km/h, e seu teto de serviço é de 3.600 m. O SIERRA tem sido usado em muitos estudos ambientais, incluindo monitoramento de inundações, incêndios florestais, riscos de vulcões, mapeamento geológico falhas e exploração de recursos geotérmicos e minerais (OLESON, 2013).

Figura 03 – VANT SIERRA - Asa fixa projetado para realização de pesquisa remota.



Fonte: KLEMAS (2015)

Uma das aplicações mais intensas dessas tecnologias tem sido o monitoramento e mapeamento de áreas, biomassa e saúde de cobertura vegetal, incluindo áreas úmidas, florestas e áreas agrícolas e cultivo. Os leitores de imagens multiespectrais e hiperespectrais estão sendo desenvolvidas para incorporação nessas aeronaves para discriminar e mapear várias espécies de vegetação. Assim, será capaz de mapear e classificar os tipos de vegetação costeira usando apenas uma câmera, GPS e uma unidade de medição inercial que rastreia a posição do VANT no espaço. Por exemplo, um VANT de asa fixa e um helicóptero em conjunto foram usados para localizar ervas daninhas em pastagens remotas e pulverizá-las com herbicida. Também foram usados para mapear áreas úmidas e estuários para a proliferação de algas perigosas (MARRIS, 2013).

Vousdukas et al. (2011) utilizou pequenos VANTs para gerar imagens de alta qualidade e detalhada suficiente para fornecer informações do litoral, incluindo morfologia do tipo de areia, dimensões das zonas de surf.

Pereira et al. (2009) realizaram operação de vídeo vigilância costeira de monitoramento com seis tipos diferentes de VANTs de asas fixas com envergadura entre 1 e 6 m, com capacidade de decolagem e aterrissagem autônoma. Eles demonstraram sua aplicabilidade não apenas no reconhecimento militar, mas também à detecção de riscos costeiros, vigilância da pesca, estudos de erosão costeira etc.

As aeronaves foram equipadas com pilotos automáticos prontos para uso controlado por um computador de bordo. Eles usaram pequenas redes sem fio com câmeras capazes de transmitir feeds de vídeo em tempo real a distâncias de até 8 km e câmeras multiespectrais para análises mais completa. Os drones foram desenvolvidos de forma modular de modo a acomodar as cargas úteis mais exigentes, como por exemplo as necessárias para busca e salvamento. Os menores podiam ser lançados manualmente, enquanto os maiores eram mais adequados para voos de resistência e cargas úteis maiores (KLEMAS, 2015)

O projeto RAVEN (Veículo Aéreo Remoto para o Meio Ambiente e Monitoramento) foi projetado para desenvolver tecnologia de controle para permitir que um VANT de longa duração realize vigilância costeira e marítima de modo seguro e eficaz em operações em ambientes costeiros adversos. O projeto é focado no desenvolvimento de técnicas que permitam uma longa resistência para realizar inspeção sob condições climáticas extremas, podendo ao mesmo tempo obter imagens de alta textura, também é capaz de fornecer cobertura de área ampla (KLEMAS, 2015)

Lechner et al. (2012) usaram um VANT para estudar a poluição resultante da mineração subterrânea de carvão que pode alterar a estrutura de formações rochosas sobrepostas. Esta atividade muda condições hidrológicas e afeta comunidades ecológicas e espécies de pântanos sensíveis a mudanças hidrológicas.

Os VANTs fornecem uma maneira segura para os cientistas estudarem remotamente regiões inacessíveis. Acidentes com aeronaves leves são os principais causadores de mortes de biólogos que estudam a vida selvagem, é um perigo para os pilotos que voam em áreas remotas, como o Ártico. Eles estão sendo usados nas regiões polares da Terra em uma variedade de tarefas, desde o monitoramento do gelo dinâmica e da camada de ozônio até na contagem de populações de focas. Durante algumas missões, eles precisam voar a 50 m do gelo, com ventos de 60 km/h e temperaturas de -40°C. Há projeto de pesquisa que está usando VANTs para mapear lagoas de derretimento para explicar por que as bordas da Groenlândia

estão surgindo tão rapidamente. Alguns são catapultados de navios; alguns lançados a partir da pick-up caminhões e alguns de pistas de gelo. As cargas úteis consistem em várias combinações de instrumentos, incluindo câmeras, radar, sensores infravermelhos e ferramentas de análise química (MARRIS, 2013).

Essa tecnologia tem sido usada em todo o mundo nos últimos anos para ajudar a conservar orangotangos, elefantes, tigres e outros animais ameaçados espécies. Eles também começaram a fornecer uma notável capacidade para acessar lugares de difícil acesso, como ninhos de orangotangos no alto selvas de Sumatra e Bornéu, e mostraram potencial para captura de caçadores e parada de extração ilegal de madeira (AVERETT, 2014). Com câmeras digitais, eles fornecem referências georreferenciadas, fotos que podem ser inseridas em algoritmos de reconhecimento de imagem para melhorar significativamente a precisão das contagens da população. Algumas dessas aeronaves também carregam câmeras de alta definição com alta zoom para voos diurnos e câmeras de imagem térmica para atividades noturnas (PLATT, 2013).

A operação com aeronaves de asa fixa é um pouco mais complicada e exige um nível maior de atenção e capacidade técnica dos pilotos, pois voam em altas velocidades e normalmente em elevadas altitudes. As aplicações mais comuns para essa categoria são aquelas que exigem autonomias de voo ou cargas maiores, pois uma vez atingida a velocidade e altitude da missão, o consumo de energia se torna muito baixo se comparado aos multirotores. Aeronaves de asa fixa possuem autonomia muito superior aos multirotores, podemos dizer que se compararmos duas aeronaves diferentes com faixa de peso e carga de baterias iguais, certamente o multirotor terá no máximo 30% da autonomia de voo da aeronave de asa fixa (PLATT, 2013).

3.3.3 VANTs de Asa-Rotativa

As vantagens oferecidas pelos helicópteros durante operações militares e operações de busca/resgate são bem conhecidas. Helicópteros também são usados em muitos projetos ambientais, incluindo áreas úmidas mapeamento, batimetria, avaliação de danos causados por inundações/terremotos, rastreamento de manchas de óleo, estudos urbanos, etc. Helicópteros têm uma grande vantagem sobre as aeronaves de asa fixa, pois eles podem descer sobre um destino fixo, para uma inspeção mais detalhada e altera a altitude para fornecer imagens para mapeamento nas preferências e resoluções adequada. Por exemplo, helicópteros foram usados para resgatar habitantes de Nova Orleans após o furacão Katrina terra firme e avaliar os danos à cidade uma vez que o furacão havia passado (KLEMAS, 2009). Portanto, o VANTs de Asa rotativa, ou seja, os helicópteros não tripulados têm vantagens semelhantes, mas a um custo muito menor.

Imagens de sensoriamento remoto de alta resolução espacial e modelos digitais de elevação (DEMs) são amplamente utilizados em aplicativos de gerenciamento. Por exemplo, eles são usados para a quantificação das mudanças morfossedimentares do litoral, incluindo transporte de sedimentos que podem ser utilizados em entrada em dados numéricos hidrodinâmicos e modelagem. Resolução espacial, precisão e exatidão são parâmetros críticos do DEM. Atualmente, muitos DEMs construídos usando imagens aéreas ou de satélite com resolução espacial mais grossa 50 cm não são precisos o suficiente para a maioria das aplicações. Um VANT helicóptero fotogramétrico não tripulado (DRELIO) foi desenvolvido para resolver esse problema. Equipado com um sistema de piloto automático. Depois de carregar o voo plano, não são necessárias comunicações terrestres desde a decolagem até aterrissagem. A altitude do voo pode atingir 100 m acima do solo (DELACOURT et al., 2009).

O DRELIO pode operar em condições de vento de até 50 km/h. Com câmera reflexo com óptica intercambiável de alta qualidade a bordo, dependendo da distância focal e da altitude de voo, a resolução das imagens varia de 1 a 5 cm com um fundo cobertura de cerca de 50 por 75 m até 250 por 375 m. Com imagens estereoscópicas e posicionamento GPS dos pontos de referência das imagens, o DRELIO facilita a construção de um DEM e uma imagem ortoretificada com resolução espacial superior a 5 cm. O sistema DRELIO, que produz o DEM, atualmente parece ser mais flexível e eficiente que outros VANTS e a custos mais baratos (DELACOURT et al., 2009).

As aeronaves não tripuladas de asa rotativa vêm em muitas configurações diferentes. Um projeto popular e estável é o quadricóptero, um multirrotor helicóptero que é

levantado e impulsionado por quatro rotores. Quadricóptero usam dois conjuntos de hélices de passo fixo idênticas: dois girando no sentido horário e dois no sentido anti-horário. Controle de movimento do veículo é obtido alterando a taxa de rotação de um ou mais discos de rotor, alterando sua carga de torque e empuxo/elevação características. Quadricóptero usam um sistema de controle eletrônico e sensores eletrônicos para estabilizar a aeronave. Eles têm várias vantagens sobre helicópteros de rotor único (KLEMAS, 2015).

O rotor de quatro design permite que os Quadricópteros sejam relativamente simples em design, além de altamente manobrável e confiável. Eles não exigem ligações mecânicas para variar o ângulo de inclinação da lâmina do rotor enquanto eles giram. Isso simplifica o design e a manutenção do veículo. O uso de quatro rotores permite que cada rotor individualmente ter um diâmetro menor que o rotor equivalente de helicóptero, minimizar danos se ocorrer um acidente. A autonomia de voo é de dezenas de minutos antes que a bateria precise ser recarregada (KLEMAS, 2015).

Outra vantagem dos asas rotativas é que tem uma operação muito mais simples, enquanto normalmente para operar aeronaves de asa fixa é necessária uma capacitação mais completa para que o operador esteja totalmente a par das limitações e riscos envolvidos na operação do aparelho, já os multirotores, mesmo que os riscos também sejam reais, são de fácil adaptação para o operador, exigindo menores níveis de habilidade;

A Figura 04 mostra um Quadricóptero Phantom na faixa de preço médio de cerca de US\$ 800. Ele contém uma câmera integrada de 14 MP com Gravação de vídeo HD 1080p (vídeo de alta definição com 1.080 linhas horizontais de resolução vertical) em um micro-SD digital) e transmissão Wi-Fi ao vivo em primeira pessoa (FPV) de vídeo e telemetria para um aplicativo Vision gratuito (aplicativo) para iOS e Android. O Wi-Fi permite transmissão de vídeo ao vivo e remota de até 330 m de distância. O motor de inclinação da câmera integrado compensa automaticamente o eixo único do Phantom movimento inclinando a câmera para obter um vídeo mais suave. Isso é também controlável manualmente por meio de um aplicativo Vision. Pode voar até 25 minutos com uma única carga, usando o polímero de lítio incluído bateria que é facilmente removível e contém um carregador embutido indicador (KLEMAS, 2015)

Figura 04 - VANTS asa rotativa quadricóptero Phantom com câmera integrada.



Fonte: KLEMAS (2015)

A necessidade de aeronaves com maior capacidade de manobra e capacidade de pairar levou a um aumento no uso de quadricóptero em monitoramento e mapeamento ambiental. Em parte, devido a sua maior versatilidade, sendo capazes de decolar e pousar em espaços muito menores. Eles agora são amplamente usados no mapeamento de áreas úmidas, avaliação de danos causados por estudos de dinâmica, planejamento urbano etc. (KLEMAS, 2015).

3.3.4 Legislação do setor

A utilização dos VANTs no Brasil é regulamentada pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e complementada por outros órgãos. Dentre eles se destacam as normas do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) e Ministério da Defesa, bem como devem ser observadas as legislações referentes às responsabilidades na esfera civil, administrativa e penal, principalmente relacionadas a inviolabilidade da intimidade, vida privada, honra e da imagem pessoal (SANTOS, 2018).

A ANAC estabelece regras mínimas para a segurança das pessoas e bens de terceiros e o desenvolvimento sustentável e seguro da aviação civil, abrangendo nesse conceito as aeronaves não tripuladas, excluindo dessas normas as aeronaves não tripuladas das Forças Armadas, que possuem suas especificações e regulamentos próprios atinentes a sua missão específica (SANTOS, 2018).

Pelo regulamento da ANAC, Aeromodelos são aeronaves não tripuladas utilizadas para lazer. RPA ou VANTs são aeronaves não tripuladas usadas para outros fins, como corporativo ou comercial. Aeronaves Não Tripuladas Autônomas, nas quais não há interferência do piloto durante o voo, não estão contempladas na norma e sua utilização continua proibida no Brasil, bem como são expressamente proibidas às aeronaves não tripuladas embarcadas com armamentos (BRASIL, 2017a).

Na classificação dos VANTs ou RPAs adotado pelo Regulamento Brasileiro da Aviação Civil- RBAC-E nº 94, são previstas as divisões por classes de acordo com o peso máximo de decolagem (PMD). Sendo classe 1, com peso máximo de decolagem maior que 150kg, classe 2 com peso máximo de decolagem maior que 25kg e menor que 150kg e a classe 3 com peso máximo de decolagem inferior a 25kg (BRASIL, 2017a).

Os VANTs classificados com Classe 3 devem possuir registro da aeronave e aprovação ou autorização do projeto, apenas quando usados na modalidade além da linha de visada (BVLOS) ou operações acima de 120 metros, neste caso, o proprietário deverá solicitar ao fabricante uma declaração de que aquele sistema de RPA/VANT específico está de acordo com projeto autorizado pela ANAC. Essa declaração deve ser apresentada no momento da solicitação de emissão do certificado. O sistema de RPA será previamente inspecionado pela ANAC para registro e emissão do CAER. Todos da referida classe acima de 250 gramas devem ser cadastrados junto ao Sistema de Aeronaves Não Tripuladas (SISANT) junto a ANAC. Quanto ao operador deve ter idade mínima de 18 anos e a obrigatoriedade de licença e

habilitação apenas para operações acima de 400 pés, sendo habilitado a operar apenas um VANT por vez e não existindo a obrigatoriedade de registro de voo (BRASIL, 2017b).

Na figura 05, temos um resumo da regulamentação para as três classes de VANTs, e para os aeromodelos.

Figura 05 - Resumo da Regulamentação da ANAC.

	RPA Classe 1	RPA Classe 2	RPA Classe 3	Aeromodelos
Registro da aeronave?	Sim	Sim	BVLOS: Sim VLOS: Sim ¹	Sim ¹
Aprovação ou autorização do projeto?	Sim	Sim ²	Apenas BVLOS ou acima de 400 pés ²	Não
Limite de idade para operação?	Sim	Sim	Sim	Não
Certificado médico?	Sim	Sim	Não	Não
Licença e habilitação?	Sim	Sim	Apenas para operações acima de 400 pés	Apenas para operações acima de 400 pés

Fonte: ANAC (2017).

Também é obrigatório o planejamento do voo de forma a garantir autonomia necessária para completar o trajeto, levando em conta a carga da bateria e condições meteorológica, bem como estar portando a certidão de registro junto a ANAC, avaliação de risco operacional e manual de voo. O seguro não é necessário para entidades controladas pelo Estado (BRASIL, 2017b).

Também devem ser observadas as regras da ANATEL, com cadastro no Sistema Mosaico disponível por meio eletrônico, para a certificação e homologação do VANT, conforme determina a Lei 9.472 (Lei Geral de Telecomunicações – LGT), em seu Art. 62, § 2º, de forma a prevenir interferências em serviços de telecomunicações e comunicações via satélite e diversas outras aplicações (BRASIL, 1997).

Também devem ser observadas as regras do DECEA, quanto ao uso do espaço aéreo brasileiro e as áreas proibidas para VANTs, tais como presídios, infraestrutura crítica, usinas termelétricas, aeroportos, heliportos, embaixadas, dentre outros. Alguns fabricantes dos VANTs já incorporam ao software do equipamento a programação que impossibilita o sobrevoo em áreas críticas previamente estabelecidas, devendo ser observado previamente se tais

restrições impossibilitará o cumprimento de determinada operação, bem como deve ser realizado o cadastro prévio no sistema SARPAS, com solicitação de voo para a o local pretendido, respeitando os prazos para autorização (BRASIL, 2017c).

A distância da aeronave não tripulada NÃO poderá ser inferior a 30 metros horizontais de pessoas não envolvidas e não anuentes com a operação. O limite de 30 metros não precisa ser observado caso haja uma barreira mecânica suficientemente forte para isolar e proteger as pessoas não envolvidas e não anuentes. Esse limite não é aplicável para operações por órgão de segurança pública, de polícia, de fiscalização tributária e aduaneira, de combate a vetores de transmissão de doenças, de defesa civil e/ou do corpo de bombeiros, ou operador a serviço de um destes (BRASIL, 2017c).

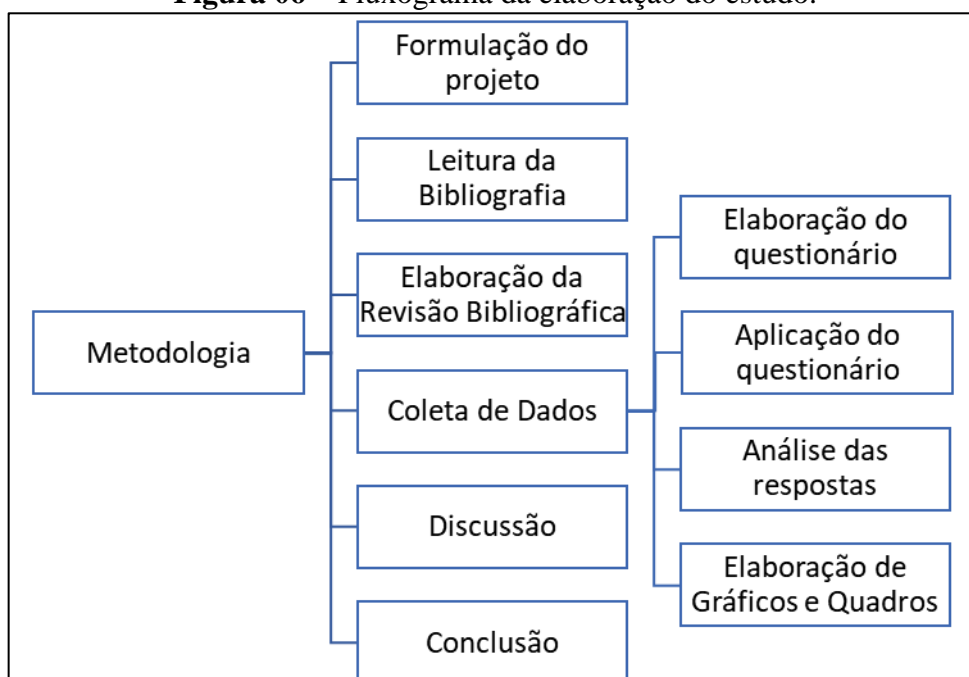
A homologação dos veículos aéreos não tripulados será necessária para garantir a legalidade do uso da ferramenta nas operações policiais, devendo ser observadas todas às particularidades de cada órgão responsável pela emissão e cadastro das informações e certificações, sendo necessário o responsável designado realizar o cadastro nos sistemas Mosaico da ANATEL, SISANT da ANAC e SARPAS do DECEA, onde para a emissão do certificado da ANATEL é cobrado a valor de R\$ 200,00 (duzentos reais) por VANT (SANTOS, 2018)

A utilização dos VANT na Polícia Militar do Maranhão para uso em operações deve inicialmente ser autorizada pelas autoridades da Segurança Pública com posição de comando e chefia, pois além de envolver um investimento financeiro, também será necessária a criação de normas e regulamentos que definam o seu funcionamento no âmbito institucional, portanto atendendo a cadeia de comando (SANTOS, 2018)

4 METODOLOGIA

Metodologia é um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos utilizados para atingir o conhecimento. Deste modo, para o alcance dos objetivos propostos procedeu-se a criterioso levantamento bibliográfico na literatura científica, a partir da compilação de trabalhos publicados em revistas científicas, livros e documentos especializados e em bases de dados da rede (figura 06).

Figura 06 – Fluxograma da elaboração do estudo.



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2020).

4.1 QUANTO À FINALIDADE E OBJETIVOS

Metodologicamente, este estudo se baseia em uma pesquisa de natureza aplicada, pois busca gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos e interesses gerais. Ou seja, este trabalho analisa a viabilidade e possíveis benefícios do uso de veículos aéreos não tripulados (VANTs) nas ações de policiamento ambiental, e como isso pode melhorar a produtividade nas ações de fiscalização e combate a crimes ambientais.

Quanto ao objetivo, é uma pesquisa exploratória que busca proporcionar maior familiaridade com um problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Portanto, trata-se de um estudo de caso, onde a pesquisa envolveu levantamento bibliográfico,

levantamento de dados com pessoas que tiveram experiências práticas com a situação em estudo e exposição de exemplos que estimula a compreensão.

4.2 QUANTO A ABORDAGEM E AOS PROCEDIMENTOS

Quanto a abordagem, trata-se de uma pesquisa preponderantemente qualitativa onde não há tanta preocupação com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um problema técnico de natureza prática.

E em relação aos procedimentos, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, documental e de campo, de forma que seja possível extrair a maior quantidade possível de informações de outros autores e estudiosos da área relacionadas ao estudo do tema proposto, como também de dados documentais disponibilizados pelas instituições e órgãos envolvidos. Contou com a realização de entrevistas semiestruturadas por meios de questionários online utilizando a ferramenta “formulários” do Google, aos policiais do Batalhão de Policiamento Ambiental (BPA) da PMMA, buscando identificar os obstáculos que essa unidade enfrenta nas ações de fiscalização e combate aos crimes ambientais.

Teve como fonte bibliográfica, literatura especializada, tais como livros, teses, dissertações e artigos, publicados em bases de dados confiáveis, impressos ou on-line. Como critério de inclusão foram utilizadas fontes publicadas entre 2000 e 2019. Como estratégia de busca de materiais disponíveis on-line, foram utilizadas as seguintes palavras-chaves nos buscadores das plataformas de pesquisa acadêmica: VANTs (UAVs); monitoramento ambiental (Environmental monitoring); crimes ambientais (Environmental crime); Polícia Militar (Military Police). Feito a pesquisa, e consultado as fontes, foram selecionados aqueles de maiores relevância para o tema em discussão.

5 BATALHÃO DE POLÍCIA AMBIENTAL DO MARANHÃO

5.1 HISTÓRICO E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Fortalecido na necessidade de desenvolvimento sustentável, o então Governador do Estado do Maranhão, Dr. Edison Lobão, através do Decreto nº 11.810, de 9 de abril de 1991, criara na Polícia Militar o Batalhão de Polícia Florestal (BPFLO), para executar as ações de Polícia Ostensiva relacionados à salvaguarda dos recursos naturais do Estado do Maranhão, bem como outras atividades Policiais Militares (ERICEIRA, 2008). Teve seu nome modificado, através do Decreto nº 20.375, de 29 de março de 2004, em que ficou denominado, Batalhão de Polícia Ambiental (BPA). Tem a missão de executar ações de policiamento ostensivo florestal, lacustre, fluvial e de mananciais em todo o Estado do Maranhão. O BPA atua de forma integrada com órgãos ambientais, colaborando na fiscalização das florestas, rios, estuários e diversas ações de combates a crimes ambientais, ações que contribuem para a preservação do meio ambiente e garantem um futuro melhor e saudável para o homem e a natureza (SSPMA, 2019).

O estado do Maranhão, a exemplo de outras Unidades da Federação vinha sofrendo pesados prejuízos em suas reservas naturais, em razão da influência de proliferação de ações criminosas, sobretudo no que concerne à exploração dos recursos florestais e faunísticos, destruição dos santuários ecológicos, dos manguezais, bem como, a pesca predatória, a poluição, assoreamento dos rios e uso indiscriminado de agrotóxicos (SSPMA, 2019).

Na origem de sua criação, a nova Unidade Operacional era composta de dois Oficiais e seis soldados, os quais foram encaminhados ao Distrito Federal, a fim de adquirirem através de cursos e estágios, conhecimentos coadunados ao Meio Ambiente. A sede do Batalhão de Polícia Florestal, fora inicialmente instalada no Quartel do Comando Geral (QCG), sendo que ainda, em 1991, fora transferida para o Parque de Exposição Agropecuária (EXPOEMA) e, posteriormente, para o Parque Experimental do Itapiracó. Posteriormente, no dia 15 de março de 1993, a sede do BPFLO fora transferida para o Parque Estadual do Bacanga, onde passara a ocupar as instalações de um prédio da então Secretaria Municipal de Turismo (ERICEIRA, 2008).

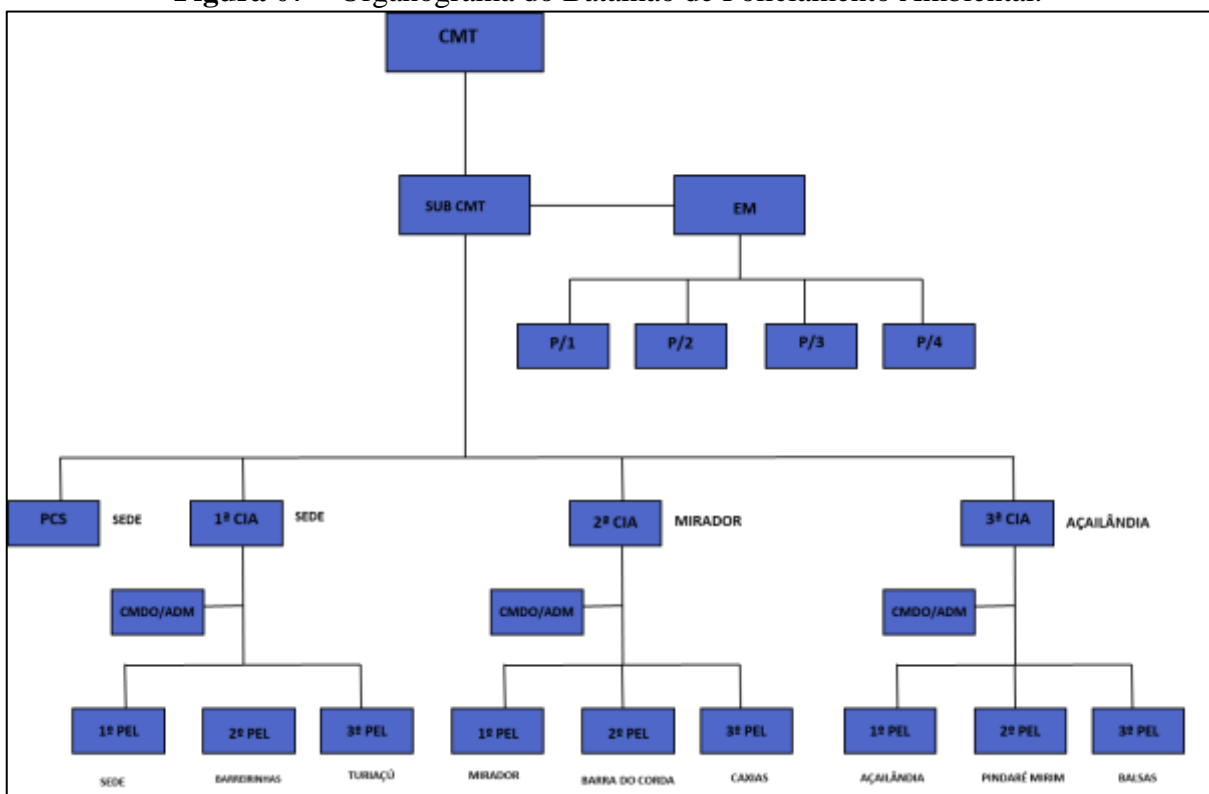
Atualmente, a sede do BPA localiza-se no bairro Coroadinho, Parque Estadual do Bacanga. A sede do BPA ocupa um terreno de 16.254,83 m², sendo 1 mil m² de área construída, trata-se de um prédio moderno e funcional com área do entorno pavimentada e urbanizada cercada por muros. Em sua estrutura conta com um centro de operações, com sala de videomonitoramento, recepção, alojamentos masculinos e femininos, sala de comando e

subcomando, refeitório, área de convivência, auditório com capacidade para 60 lugares, além de uma sala de inclusão digital, onde funciona um telecentro de ensino para oferecer aulas de informática aos jovens e adolescentes da região. Conta também com salas setoriais destinadas aos serviços administrativos, de inteligência, de análises de dados (instrução e cadastro) e de administração de materiais (IMIRANTE, 2014).

Dentre os inúmeros avanços, desde a sua criação, o Batalhão de Polícia Florestal mantém um convênio celebrado com a SEMA, bem como, constata-se a presença de seu efetivo policial em Unidades de Conservação Ambiental em São Luís-MA, tais como Parque Estadual do Bacanga, Campo Experimental do Itapiracó e Estação Ecológica do Rangedor. E no interior, atua na proteção dos: Parque Estadual do Mirador, Reserva Biológica do Gurupi, Parque Nacional Lençóis Maranhenses, Campos Alagados da Baixada Maranhense; Reservas Indígenas. Atua também no Apoio à Secretaria de Cultura na manutenção de acervo arqueológico do Sítio do Físico; apoio à Prefeitura de São Luís na fiscalização e manutenção dos recursos naturais do Parque Municipal do Rio das Bicas; apoio à Secretaria de Desportos e Lazer na manutenção da balneabilidade dos rios da Ilha de São Luís; e, principalmente, acompanhamento e desenvolvimento de atividades em educação ambiental promovidas pela Secretaria de Meio Ambiente em todo o estado do Maranhão. (SSPMA, 2019).

Dentre os principais parceiros estão, no âmbito federal: IBAMA, ICMBio, FUNAI, EXÉRCITO e INCRA. Na esfera estadual: SEMA, DEMA, AGED, Promotoria de Justiça do Meio Ambiente e Tribunal de Justiça (2ª VEP). Dentre as instituições particulares, atualmente temos uma parceria com o Instituto ALCOA, VALE e CEPROMAR (BPA/PMMA, 2020).

O Batalhão Ambiental possui a Estrutura Organizacional conforme o organograma mostrado na figura 07, é composto por três companhias, um pelotão de comando e serviços, e o estado maior. Das três companhias, uma delas é a sede localizada em São Luís, e as outras duas são localizadas no interior do estado, Açailândia e Mirador.

Figura 07 – Organograma do Batalhão de Policiamento Ambiental.

Fonte: BPA/PMMA (2020).

O Batalhão de Polícia Ambiental, possui um efetivo de 115 (cento e quinze) Policiais Militares, sendo 88 praças e 27 oficiais. Retirando os policiais que embora estejam lotados no Batalhão Ambiental, desempenham suas atividades em outras UPM's, restam apenas 96 policiais, o que representa uma defasagem de 70% em relação ao previsto de acordo com a Lei de criação o Batalhão Ambiental que previa um efetivo de 310 policiais. Esses policiais aprimoram seus conhecimentos, participando de cursos, seminários, palestras, encontro, congressos e fóruns sobre o meio ambiente, com as mais renomadas autoridades ambientalistas do país (BPA/PMMA, 2020).

5.2 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS E AÇÕES DESENVOLVIDAS

O BPA atua não só na área metropolitana de São Luís, mas em todo o estado em parceria com a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão (Sema), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e a Fundação Nacional do Índio. Na capital, o BPA realiza operações de fiscalização em diversos locais. Entre eles, na Praia Grande, na Rampa Campos Melo e na Ponta da Espera. Também dá apoio em operações de fiscalização da Sema e averigua denúncias de maus tratos a animais ou de porte de animais silvestres, recebidas por meio do Disque-Denúncia (IMIRANTE, 2014).

O Batalhão de Polícia Ambiental realiza serviços internos e externos. No que tange aos serviços internos temos: serviço de guarda das instalações da sede do quartel do BPA (Bacanga), serviço de guarda das instalações do quartel da 1ª Companhia (APA do Itapiracó), desenvolvido por meio do patrulhamento motorizado e serviço de fiscalização ambiental: No que tange aos serviços externos também atende as demandas de Operações de fiscalização ambiental em todo o Estado do Maranhão. Uma vez que o Batalhão também atua em parceria com outros órgãos (SEMA, ICMBio, INCRA, IBAMA, FUNAI, AGED e MP) (BPA/PMMA, 2020).

Dentre as ações do BPA, também está o apoio dado às outras Instituições que trabalham com a demanda ambiental, nas operações em que o BPA é solicitado, os policiais ficam responsáveis tanto pela fiscalização ambiental, cumprindo o que a legislação determina para cada ilícito apresentado, além de zelar pela segurança de todos os envolvidos na missão, como funcionários dos demais órgãos e infratores.

De todo modo o principal problema enfrentado no BPA se refere à existência de um efetivo reduzido que não é suficiente para execução satisfatória do monitoramento. Isso faz com que as ações do BPA sejam comprometidas, haja vista a necessidade de policiamento das Unidades de Conservação Estaduais, principalmente o Parque Estadual do Bacanga, Parque Estadual de Mirador e Área de Preservação Ambiental do Itapiracó e Rangedor, uma vez que todas estas vêm sofrendo intensas agressões às suas biodiversidades.

A ação preventiva é realizada através das atividades de educação ambiental. A atuação repressiva dá-se no momento da realização da fiscalização ostensiva, através do atendimento de ocorrências e denúncias; porém essa atividade sempre é executada com vistas a também orientar o infrator sobre o cometimento do crime ou infração ambiental. As atividades que caracterizam a atuação do Batalhão Ambiental resumem-se na fiscalização ambiental

ostensiva, educação ambiental e procedimentos administrativos provenientes das autuações (ERICKEIRA, 2008).

Nos últimos anos a ocorrência de ilícitos ambientais aumentou de forma significativa nas escalas locais, regionais e globais. O Batalhão de Polícia Ambiental- BPA, neste processo tem desenvolvido suas atividades através da Fiscalização Ambiental e da Educação Ambiental. Neste último caso, o Batalhão elaborou uma Portaria 007/2018BPA, publicada em BI, nº 011 de 15 de junho de 2018 para criação de um Núcleo de Educação Ambiental - NEA para regulamentar o desenvolvimento das atividades relacionadas a conscientização, sensibilização e educação ambiental (BPA/PMMA, 2020).

O NEA desenvolve cursos de capacitação e palestra para os policiais do batalhão, alunos de escolas públicas e privadas, além de universidades e comunidade circunvizinha à área onde está localizado o quartel e a 1ª Companhia (BPA/PMMA, 2020).

Há também o Projeto Brigada Voluntária Ambiental – BVA com jovens e adolescentes com faixa etária entre 12 e 16 anos. Em 2017, o Projeto foi ampliado, alcançando além do Bairro Coroadinho a área de entorno da APA do Itapiracó. Projeto é desenvolvido por policiais militares que trabalham no Batalhão de Polícia Ambiental com formação técnica e pedagógica voltada para a área ambiental. A metodologia é especialmente planejada e executada para o público alvo. Ela está estruturada com 04 (quatro) encontros mensais, os finais de semanas ou programações previamente estabelecidas, somando um total de 16 horas/aulas mensais, com uma carga horária total de 192 horas. Após um ano de curso, os brigadistas recebem o certificado BVA, ocasião em que estão presentes autoridades, bem como seus familiares, momento em que se comprometem em proteger, cuidar e preservar o meio ambiente e de disseminar em sua comunidade os conhecimentos adquiridos ao longo de sua participação na Brigada (BPA/PMMA, 2020).

5.3 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

Nesta seção se analisará as respostas ao questionário (APÊNDICE A), que foi aplicado aos policiais do Batalhão de Polícia Ambiental (BPA) da PMMA. Utilizou-se a ferramenta disponível pelo google, chamada “Formulários”, ou seja, o questionário foi aplicado de forma online, de modo que cada um pudesse responder uma única vez as questões.

A análise dos resultados traduz-se na síntese das respostas obtidas no questionário (APÊNDICE A), seja através de gráficos ou tabelas, distribuídos em valores discretos ou percentuais.

No total, o questionário obteve até 31 respostas, embora, algumas das questões tiveram um número menor de respostas, provavelmente porque os envolvidos não souberam ou não tinham informações necessárias para responder. O grupo amostral, consiste num grupo representativo, pois inclui, tanto praças como oficiais do BPA.

O objetivo com os questionários, é identificar e levantar informações sobre a atuação dos policiais do batalhão ambiental, com especial atenção ao uso de VANTs. Em relação ao perfil dos que responderam o questionário, são conforme identificados no quadro 3.

Quadro 3 - Perfil dos policiais que responderam o questionário.

Posto/Graduação	
Soldado	48,8% - (15)
Cabo	12,9% - (04)
Sargento	19,4% - (06)
Subtenente	9,7% - (03)
Oficial	9,7% - (03)
Tempo de serviço na PMMA	
Menos de 3 anos	9,7% - (03)
De 3 até 6 anos	38,7% - (12)
De 6 até 10 anos	12,9% - (04)
Mais de 10 anos	38,7% - (12)
Tempo de serviço no BPA	
Menos de 3 anos	41,9% - (13)
De 3 até 6 anos	29,0% - (09)
De 6 até 10 anos	6,5% - (02)

Mais de 10 anos	22,6% - (07)
Escolaridade	
Ensino médio ou Técnico	29,0% - (09)
Superior Incompleto	9,7% - (03)
Superior Completo	35,5% - (11)
Especialização	19,4% - (06)
Mestrado	6,5% - (02)

Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2020).

Dos voluntários que responderam à pesquisa, maioria eram soldados, correspondendo a quase metade, 48,8%, do total. Em relação ao tempo de serviço, mais de 50% tem mais de 6 anos na corporação. Quanto ao tempo de serviço no Batalhão de Policiamento Ambiental, o maior grupo tem menos de 3 anos no batalhão, cumulativamente, cerca de 70% dos entrevistados, tinha até 6 anos de serviço no BPA.

A informação sobre o tempo de serviço dos policiais na Polícia Militar e no BPA, é importante pois além de permitir conhecer o perfil dos envolvidos na pesquisa, podemos projetar o quanto o policial conhece as políticas, doutrinas, métodos e capacidades do seu batalhão ou corporação.

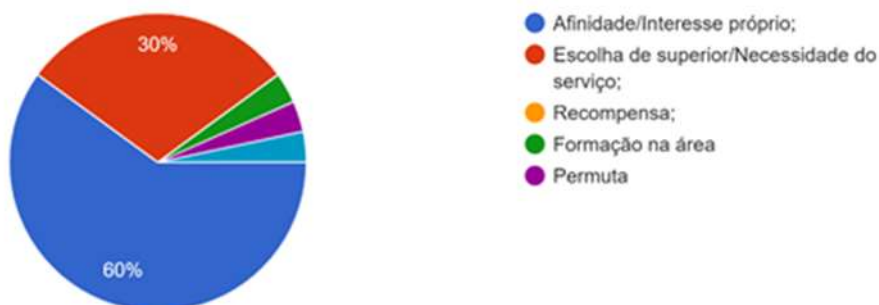
Quanto a escolaridade, observa-se que há um grupo substancial que possui curso superior completo, ou mesmo pós graduação, somando esses grupos chega-se a 61% das respostas, com outros 9,7% indicando que tem superior incompleto. Ou seja, cerca de 29% restante possuem apenas o ensino médio e/ou algum curso técnico. Portanto, pode se depreender que em geral, o quadro de policiais da unidade, é altamente capacitado.

Em relação a identificação dos cursos, seja de graduação, pós graduação ou curso técnico, foram obtidas 16 resposta, que são: mestrado em desenvolvimento socioespacial e regional; pedagogia; bacharelado em engenharia ambiental; pós graduação em controladoria, auditoria e gestão financeira; bacharel em ciência e tecnologia e engenharia ambiental; engenharia civil; direito; curso de policiamento ambiental; pós em gestão de pessoas; teologia; eletromecânica; superior administração, técnico em segurança do trabalho, MBA administração pública e gerenciamento de cidades; química licenciatura; direito, com pós em direito civil, processo civil, direito trabalhista e direito processual trabalhista. Observa-se que o grupo de profissionais do BPA, apresenta formações solidas e diversificadas, o que revela as múltiplas capacidades operacionais do batalhão e possibilidade de atuar em diferentes áreas.

Em relação a destinação ao BPA, conforme identificado no gráfico 1, maior parte dos voluntários (60%) optaram por servir neste batalhão por afinidade e interesse próprio, enquanto um grupo menor, afirmaram que foram destinados ao BPA por escolha de superior/necessidade de serviço.

Gráfico 1 – Como foram destinados ao batalhão ambiental (BPA).

30 respostas

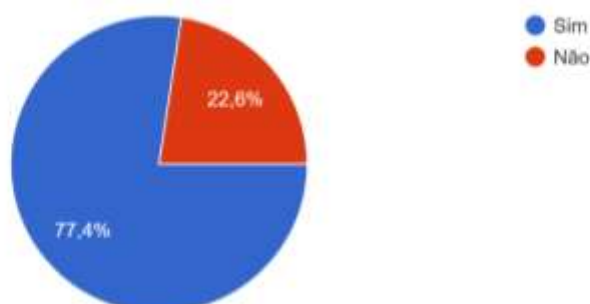


Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2020).

Em relação a cursos de treinamento, oferecido pela corporação para habilitar os policiais para atuar no BPA, 77,4% (gráfico 2), responderam que sim, o que ressalta a importância que a corporação atribui a formação técnica para atuar nesta unidade cujo exercício é tão importante para a preservação dos recursos naturais do maranhão.

Gráfico 2 – Se receberam algum treinamento para atuar no BPA.

31 respostas



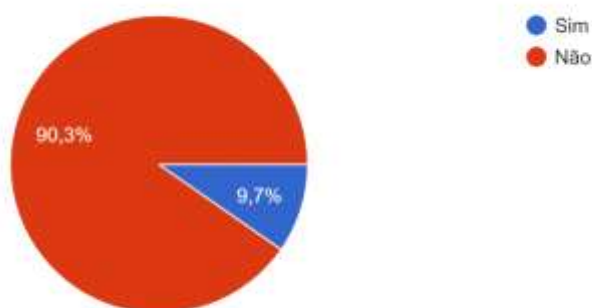
Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2020).

Em relação ao efetivo do BPA, questionados, cerca de 90,3% responderam que considera o efetivo insuficiente para a demanda do BPA (gráfico 3). O que é coerente com a atual capacidade operacional do batalhão. Pois conforme já citado anteriormente, o BPA possui um efetivo de 115 (cento e quinze) Policiais Militares, com apenas 96 policiais ativos e atuando no batalhão, o que representa uma defasagem de 70% em relação ao previsto de acordo com a Lei de criação do BPA que previa um efetivo de 310 policiais. Considerando que o maranhão

possui um total de 1.994.257 ha (19942,57 km²), de unidades de conservação (UC) de proteção integral, e 6.846.845 ha (68468,45 km²), de UC de uso sustentável. Fica evidente, que o efetivo do BPA fica aquém do necessário para realização de sua missão, mesmo que a defesa e proteção dessas unidades sejam realizadas em paralelo com outros órgãos, estaduais e federais.

Gráfico 3 – Se consideram o efetivo do BPA adequado para a demanda.

31 respostas



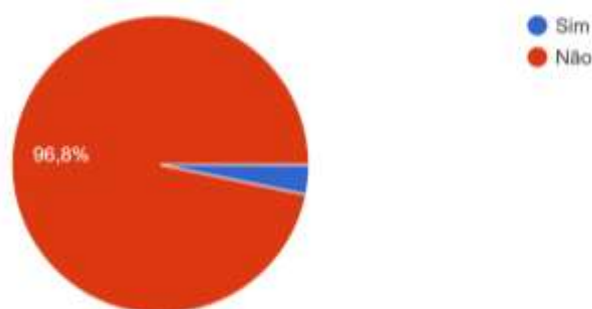
Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2020).

Em relação aos meios terrestres utilizados, através da pesquisa foi possível obter a informação que o BPA dispõe de motocicletas, automóveis tais como micro-ônibus, caminhonete e van. A van, no valor de R\$ 176.000,00, foi obtida através de um projeto de parceria com a ALUMAR e que envolvia o Núcleo de Educação Ambiental (NAE) e abrange o desenvolvimento das atividades relacionadas a conscientização, sensibilização e educação ambiental, através de cursos de capacitação e palestra para os policiais do batalhão, alunos de escolas públicas e privadas e comunidade circunvizinha à área onde está localizado o quartel e a 1ª Companhia.

Questionados em relação a quantidade (gráfico 4), 96,8% das respostas indicaram que estes meios não são em quantidade suficiente.

Gráfico 4 -Se os meios de transporte terrestre são em quantidade suficiente.

31 respostas

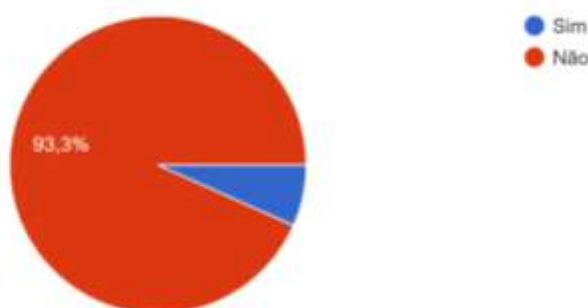


Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2020).

Em relação aos meios aquáticos, de acordo com as respostas, o BPA dispõe de um barco para a realização de patrulha em situações que exige o deslocamento por meio hidroviário. E do mesmo modo, cerca de 93,3% das respostas na pesquisa, afirmaram que essa quantidade é insuficiente (gráfico 5).

Gráfico 5 – Se os meios de transporte hidroviário são em quantidade suficiente.

30 respostas



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2020).

E do mesmo modo, em relação aos meios aéreos disponíveis, de acordo com as respostas obtidas, o BPA possui meios próprios, e também dispõe de meios disponibilizados pelo agrupamento aéreo da PMMA. Entretanto, esses meios são escassos e insuficientes. Em relação ao tipo utilizado, conforme 23 respostas obtidas, são e apresentadas no quadro 4.

Quadro 4 - Meios pelo qual o patrulhamento aéreo é realizado.

Asa rotativa (Helicópteros)	21,7 %
Asa fixa (Avião, Planador);	0,0 %
Veículos aéreo não tripulado (VANTs)	65,2 %
Não tem patrulhamento aéreo	13 %

Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2020).

Como observado pelas respostas, boa parte dos voluntários da pesquisa indicaram que o BPA dispõe de Veículos aéreo não tripulado para realização do policiamento aéreo. Com um pequeno grupo detalhando que também dispõe de helicóptero. Os helicópteros que o BPA dispõe pertence ao grupamento aéreo da Polícia Militar, não sendo próprio do BPA. Por outro lado, ele não possui Asa fixa (Avião ou planador), o que não é muito adequado para a realização de policiamento ambiental, pois necessita de uma estrutura mais avançada tais como pistas de pouso e decolagem.

Em relação ao tipo de VANT, conforme os dados obtidos na pesquisa, o BPA dispõe de 1 (um), do tipo asa rotativa, modelo não especificado. Foi informado que ele foi obtido por meio de convenio com o ministério público do trabalho, e que se encontra em boas condições operacionais. Os VANTs do tipo asa rotativa são os mais populares da atualidade, pois além de se mostrarem versáteis e de fácil operação, seus preços estão cada vez mais acessíveis. Isso se deve em especial, a facilidade de operação e capacidade de operar com baixas velocidades ou completamente parados no ar, as aplicações mais compatíveis deste equipamento são a geração de imagens, bem como vídeos, vigilância ou inspeções de segurança, o que é apropriado para as ações do BPA.

No quadro 5, tem se as respostas sobre já terem operados veículos não tripulados, e sobre terem recebido algum treinamento para isso.

Quadro 5 – Sobre a o uso de VANTs.

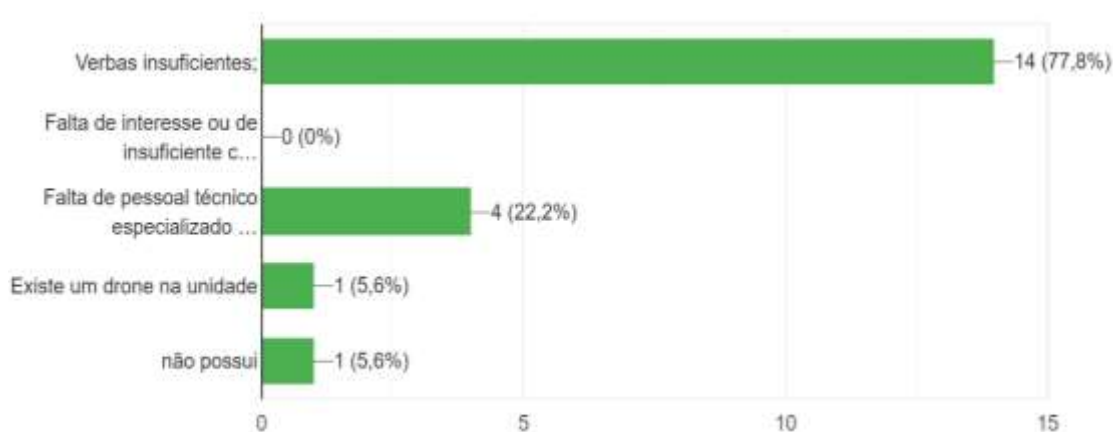
Você já operou veículos não tripulados (VANTs)?	
SIM	3,3%
NÃO	96,7%
Em caso positivo na resposta anterior, você recebeu algum treinamento para operá-los?	
SIM	0%
NÃO	100%

Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2020).

Cerca de 96,7% responderam que nunca operaram nenhum VANT. Também se obteve a informação que há apenas 2 (dois) PMs capacitados para operá-los. E quanto a capacitação, 100% afirmaram que nunca receberam nenhum tipo de treinamento/capacitação para esses fins.

Questionado, quais os principais problemas referentes a operacionalidade dos VANTs, foi identificado, que a principal limitação está na falta de técnicos capacitados para operá-los. Questionados sobre o principal motivo, para a inexistência, ou quantidade escassa de VANTs, obteve-se as respostas conforme a gráfico 6.

Gráfico 6 - Quais os principais motivos para o BPA não dispor, ou dispor em pouca quantidade de VANTs.



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2020).

Das 18 respostas obtidas, maioria, 77%, afirmarem tratar-se de verbas insuficientes, como principal justificava, ou seja, há uma predominância de problemas financeiros/investimentos. Depreende-se disso, que os VANTS, treinamentos para os operadores, custos rotativos da manutenção e peças de reposição, não podem ser obtidos devidos as limitações orçamentarias.

Em relação a utilidade dos Veículos não tripuláveis, questionados sobre a utilidade desta ferramenta no combate aos crimes ambientais, todos os voluntários da pesquisa, foram unanime em reconhecer que os VANTs seriam muito uteis. Isso evidencia o conhecimento que eles têm sobre as vantagens técnicas e econômicas em relação ao uso dessa tecnologia nas ações de proteção ambiental, quando comparado com métodos convencionais ou mesmo outros métodos, tais como uso de helicóptero, que embora muito eficiente, é extremamente oneroso.

Em relação as principais vantagens que as aeronaves não tripuladas poderiam oferecer, os entrevistados citaram como principal vantagem: possibilitar a fiscalização de áreas

extensas, preservando os recursos humano de cansaço/exaustão. Em segundo lugar, citaram como importante a possibilidade de uso para a fiscalização de locais de difícil acesso ou perigoso; e por último, citaram como importante pois aumentaria a efetividade de ações visando a obtenção de grande volume de dados relacionados a mapeamento de regiões e monitoramento da natureza.

E de acordo com a uma questão sobre a eficiência de suas atuações, obteve se a resposta conforme gráfico 7.

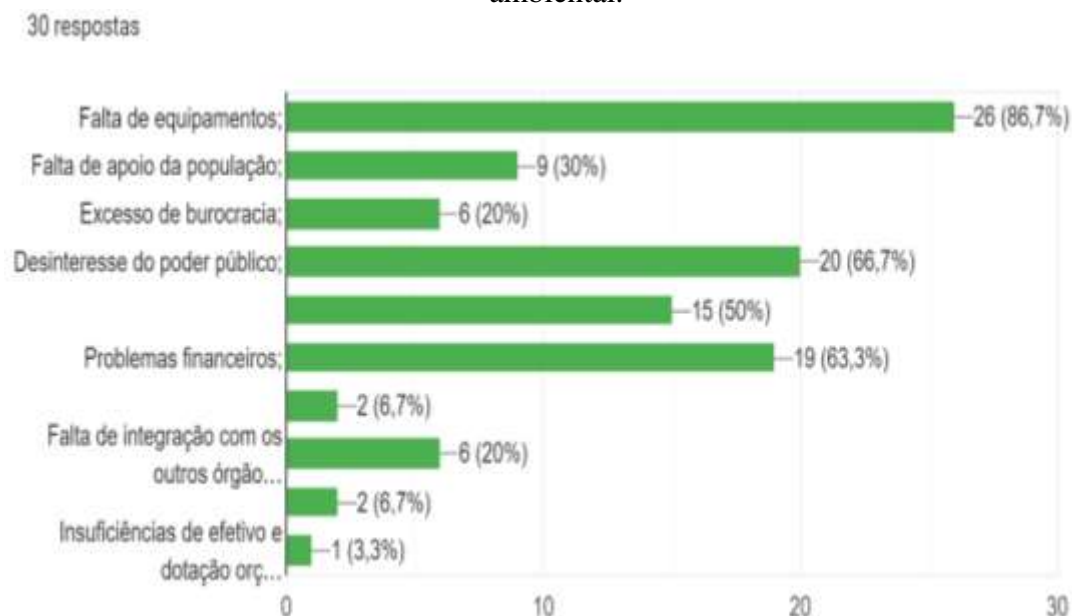


Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2020).

Cerca de 85,7 % reconheceram suas limitações devido à falta de equipamentos ou tecnologias que poderiam melhorar suas atividades, gerando mais produtividade.

No gráfico 8 tenta-se identificar as principais dificuldades/obstáculos na realização do policiamento ambiental. As respostas poderiam ser cumulativas, citando mais de uma opção.

Gráfico 8 - Sobre as principais dificuldades/Obstáculos na realização do policiamento ambiental.



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2020).

Conforme identificado, a falta de equipamentos, foi marcada por 86,7% dos que responderam, seguidos por desinteresse do poder público (66,7%), problemas financeiros (63,3%) e falta de treinamentos e cursos preparatórios (50%).

O BPA tem encontrado enormes dificuldades em manter suas capacidades operacionais, seja pela defasagem de pessoal, ou por suas limitações orçamentárias. O que evidentemente tem origem em diversos problemas, seja o desinteresse do poder público ou problemas financeiros de origem mais generalizado. Isso, aliados a tentativas públicas de desfavorecer o combate a crimes ambientais, faz com que a atuação do BPA se torne cada vez mais árduo.

E por último, pediu-se que os voluntários da pesquisa, propusessem soluções que poderiam melhorar o serviço de policiamento ambiental. Entre as sugestões, estavam a de dá maior relevância a questão ambiental nas tomadas de decisão pelos que possuem maior poder político, em outros termos, os políticos deveriam agir com pensamento a longo prazo, tais como as questões ambientais exigem, e não apenas o pensamento eleitoreiro em que exige resultados a curto prazo, algo distante da lógica das questões ambientais.

Também citaram sobre a necessidade de maior integração com outros órgãos, para apoio logístico, treinamento, e realização de convênios. A possibilidade de obtenção de mais meios aquáticos para realização de rondas fluviais, obtenção de mais viaturas, pois no momento o BPA dispõe apenas de duas viaturas, o que é insuficiente para o patrulhamento demandado,

pois uma das viaturas ficam no parque do rangedor e a outra viatura é utilizada para realização de funções auxiliares/administrativas. Aumento do efetivo, dado que o BPA atua em defasagem de pessoal. Maior qualificação do pessoal, com capacitação permanente e oferecimentos de cursos técnicos e operacionais. Maior apoio logístico para desempenhar o policiamento das reservas ambientais, bem como ter apoio de VANT'S nessas atividades.

Tornar o BPA, unidade orçamentária com verbas específicas para melhoramento, aparelhamento e aquisição de equipamentos e bens, visando aumentar a efetividade operacional na atuação ao combate e prevenção dos ilícitos ambientais no Estado do Maranhão.

6 USO DE VANTS EM POLICIAMENTO AMBIENTAL

Conforme Moura e Faraco Jr (2017), o Brasil abriga uma das maiores diversidades biológicas do planeta, no entanto, esta biodiversidade está fortemente ameaçada principalmente por ações antrópicas que vêm destruindo o que resta dos habitats naturais de forma crescente e acelerada em todas as suas formas de vida. Sua Mega diversidade está representada como sendo o 1º em termos de diversidade e endemismos de plantas superiores e de vertebrados, dos quais possui: 28 % das florestas tropicais do planeta; A maior bacia hidrográfica do mundo; 22% das espécies da flora conhecidas; 17% das espécies conhecidas de Aves; 10% das espécies conhecidas de Mamíferos.

Assim, proteger a biodiversidade se firmou como objetivo prioritário de todas as nações civilizadas por considerar que a manutenção da biodiversidade é essencial para o desenvolvimento social, econômico e científico da humanidade.

Diferentemente do senso comum de que existe uma contradição entre desenvolvimento econômico e a conservação da natureza, há um crescente reconhecimento da importância da conservação dos recursos naturais para a economia, no presente e no futuro. A criação e implementação de áreas protegidas é um dos principais instrumentos para a conservação da biodiversidade e de valores culturais associados, assim como para o uso sustentável dos recursos naturais (IPEA, 2009).

A utilização de veículos aéreos não tripulados na área ambiental ocorre na Proteção e Conservação da Natureza, como instrumento auxiliar na gestão das unidades de conservação, seus usos se relacionam com as atividades de fiscalização e monitoramento ambiental, e são importantes na pesquisa, controle e prevenção de incêndios florestais. Além da Proteção da Fauna e na Recuperação de Áreas Degradadas (MOURA; FARACO JR; 2017).

A utilização de VANTS em operações de policiamento ambiental possibilita uma alta capacidade operacional, com informações em tempo real e imagens do terreno a ser empregada à tropa, obtendo uma visão diferenciada e privilegiada, antecipando problemas que podem afetar o alcance dos objetivos estratégicos ou mesmo que coloquem a vida do policial em risco de forma desnecessária.

O emprego dos VANTS durante as operações também permitirá ao comandante que tome decisões fundamentadas com base em informações precisas e atuais, identificando riscos e realinhando o seu planejamento, de forma a reposicionar seu efetivo no terreno de forma correta, bem como permitirá o acompanhamento da execução da operação e a documentação por meio de vídeo para análise e estudos de casos.

Os principais problemas de proteção do meio ambiente, ocorrem principalmente devido ao grande desafio do Estado em monitorar, fiscalizar e proteger áreas de preservação permanente (APP), extensas áreas naturais ou processos de uso e ocupação de terras, especialmente em locais de acesso difícil/perigoso, a utilização de VANTs apresenta-se como uma ferramenta promissora para compor uma estratégia de gestão territorial inteligente, na medida que possibilita aumento da efetividade de ações com obtenção de grande volume de dados em pouco tempo e com redução de riscos e custos comparado com missões de mapeamento aéreo tripuladas por exemplo (MOURA; FARACO JR; 2017).

Um pequeno VANT pode voar por várias horas gravando imagens com uma boa resolução, o que significa que são adequadas para mapeamento aéreo e monitoramento da natureza. Pairando a cerca de 200 m, são capazes de capturar imagens nítidas de qualquer ambiente em qualquer dia do ano, sem restrições pela cobertura de nuvens. Eles também podem ser armados com aparelhos meteorológicos, como medidores de vento, termômetros e sensores de umidade ou pressão, permitindo a coleta de dados climáticos. Também podem alcançar áreas inacessíveis, como já foram utilizados para estudar a floresta tropical no Congo, fluxos de lava no Havaí, reservas de água ao redor do Chade e turfeiras antigas na Suíça. Eles podem revelar como uma área muda ao longo do tempo, até os mínimos detalhes, e foram usados para modelar características glaciais, monitorar a erosão, na gestão costeira, na modelagem de terrenos, na silvicultura e nas avaliações de rios e inundações (TAYLOR-SMITH, 2018).

Os VANTs pequenos são uma ferramenta brilhante para inspecionar populações de espécies em áreas remotas para determinar seu alcance e até parar os caçadores ilegais antes que eles atinjam seus alvos, identificando sua localização. Eles observaram aves marinhas na Austrália, salvaram chimpanzés da Tanzânia e orangotangos de Sumatra, contaram focas no Canadá e tartarugas verdes na Indonésia (TAYLOR-SMITH, 2018).

Existem diversos trabalhos evidenciando o uso bem sucedido dos VANTs na proteção e monitoramento ambiental em diversos países. Na Península Ibérica por exemplo, incêndios florestais devastam milhares de hectares de floresta todos os anos. Prevenção e resposta rápida são essenciais para evitar uma repetição de anos como 2012, onde uma área do tamanho de toda a província de Biscaia foi incendiada. Com esse objetivo em mente, a Universidade Técnica de Madri (UPM) projetou um sistema para detectar automaticamente incêndios florestais usando a vigilância por VANTs, um sistema que está sendo adotado no mundo todo. Segundo os pesquisadores espanhóis, o sistema é baseado em uma série de algoritmos que permitem detectar chamas e fumaça geradas por incêndios florestais, bem como a área afetada e a direção do vento. Os algoritmos são altamente precisos e requerem pouca

capacidade computacional, permitindo que o problema seja resolvido em tempo real através de sistemas autônomos, como drones. Os VANTs usados para projetos de vigilância, são geralmente de asa fixa, quase como pequenos aviões. Eles podem permanecer no ar por longos períodos, alguns até funcionam com motores de combustão (SAMANIEGO, 2017).

Portanto, o que temos, de fato, é um sistema contínuo de monitoramento e alerta precoce capaz de tornar o combate a diversos crimes ambientais muito mais eficiente.

De todo modo, quando se fala no emprego de tecnologia na Segurança Pública é de extrema importância avaliar o binômio custo/benefício, onde podemos comparar o baixo custo da operacionalização do VANT em relação a outras aeronaves tripuladas, como é o caso do helicóptero, onde em muitos casos são utilizados apenas para obtenção de informações do local, com elevados custos para o Estado, bem como o emprego de efetivo embarcado e em solo altamente especializado, onde a hora de voo de uma aeronave do tipo Esquilo gira em torno de R\$ 9.500,00 (nove mil e quinhentos reais), conforme dados fornecidos pelo Centro Tático Aéreo do Maranhão. Apesar deles não substituir o helicóptero em todas as situações, o seu emprego vem suprir os altos custos para uso em operações rotineiras ou até mesmo nas operações menos complexas nas quais o veículo aéreo tripulado seria subutilizado, portanto estamos falando em economia de recursos públicos e ao mesmo tempo no aumento da qualidade do serviço prestado à sociedade (SANTOS, 2018).

De todo modo, não se trata aqui de substituir aeronaves convencionais pelo uso de VANTs, pois as aeronaves tripuladas possuem empregos operacionais distintos, com capacidade e meios diferenciados. A intenção é empregá-los em operações específicas, com objetivos e missões adequadas ao seu uso e disponibilizar para um número maior de operações policiais.

Portanto o emprego do VANT poderá substituir a ida do policial em algumas missões, bem como reduzir os riscos quando o efetivo for empregado após o planejamento da operação ou mesmo evitando o seu emprego em determinado local por constatação de não possuir condições mínimas de segurança ou substituição por uma tropa mais especializada.

A utilização dos VANTs se justifica pelo ganho na qualidade operacional e a necessidade do uso de novas tecnologias na Segurança Pública na prevenção e combate à crimes ambientais, gerando segurança na sociedade e no policial militar que terá mais um recurso a seu dispor para auxiliar nas operações, contribuindo para elevar o nome do Batalhão de Policiamento Ambiental como instituição preparada para realizar sua missão com uso de tecnologias de ponta.

Os VANTs apresentam limitações físicas relacionadas à sua capacidade de voo e energia, sofrendo influência considerável dos fatores climáticos, como chuva, vento, nuvens e temperatura, sendo a região metropolitana de São Luís apresenta clima diversificado, por se encontrar na transição das regiões Norte e Nordeste, fazendo parte da Amazônia legal, com a abundância de chuvas, principalmente nos meses de janeiro a julho e com ventos que superam os 40 km/h nos meses de agosto a dezembro, fatores esses que devem ser considerados, pois interferem de forma expressiva no rendimento do VANT, principalmente os do tipo mais leve (SANTOS, 2018).

Além das limitações inerentes, é preciso também garantir a supervisão segura das operações, tal como desenvolver um sistema de tráfego aéreo confiável. Há também a questão das privacidades. Quando os operadores de VANTs realizam voos sobre certos tipos de locais, eles coletam grandes quantidades de dados, às vezes incluindo informações confidenciais sobre propriedade particular ou comportamento privado. Devido a uma definição muito ampla de dados pessoais, não está claro como as empresas devem armazenar esses dados, que tipos de dados não devem ser coletados, ou como as pessoas físicas e jurídicas podem defender os seus direitos de privacidade. Há também a questão referente a seguros, na maioria dos países, os usuários de VANTs são obrigados, pelos órgãos reguladores, a contratar seguro para cumprir as suas responsabilidades em caso de acidente. As leis sobre os operadores de VANTs ainda estão evoluindo, e o seguro se tornará parte do complexo quadro regulamentar. Espera-se que o seguro será um dos principais fatores que influenciam os quadros de gestão de risco para essas tecnologias, a fim de fornecer cobertura para os riscos de perdas físicas ou responsabilidades durante e após as operações com drones. Perdas físicas incluem o próprio VANT, o equipamento carregado e as estações em terra. Responsabilidade civil diz respeito a possíveis danos ou lesões a terceiros.

De todo modo, é evidente que o uso de VANTs é uma alternativa viável e extremamente promissora para utilização na proteção e preservação do meio ambiente. Algo a ser considerado pelos órgãos e instituições que trabalham com essa missão.

6.1 ALGUNS MODELOS DE VANTs

a) Sensefly

A senseFly foi fundada em 2009, na Suíça, por uma equipe de pesquisadores de robótica, tornando-se uma referência em drones de mapeamento, e, em 2012, a Parrot comprou 57% da empresa. A senseFly fornece drones de coleta de dados seguros, ultra leves e fáceis de usar, que são empregados em campos como topografia, agricultura, GIS, inspeção industrial, mineração e ajuda humanitária. Um dos VANTS da senseFly é o eBee (figura 08). Esses drones é comercializado no Brasil pela empresa Santiago & Cintra Geotecnologias (DIALOGO, 2018).

Figura 08 – VANT Ebee da Sensefly.



Fonte: GTA (2020).

O eBee é um dos VANTs mais complexos do mercado, onde possui embarcado, sensor de altura e reverso no motor, permitindo pousos muito suaves, além de possibilitar pousos em linha reta ou em espiral. O software eMotion 3, é usado desde a configuração prévia e simulações do plano de voo em escritório, até o levantamento de dados em campo. Ele permite configurar a sobreposição lateral e longitudinal, GSD, área a ser levantada, além de mostrar em tempo real, todas as informações de voo tais como: altura e altitude voo, velocidade do vento, carga da bateria, posicionamento da aeronave durante o voo, velocidade em relação ao solo e possuir um horizonte virtual para acompanhar a atitude da aeronave. Sua velocidade de cruzeiro vai de 40-90 km/h, resistência ao vento de até 45 km/h, possui um tempo máximo de voo 50 minutos, cobertura máxima (único voo) 12 km² (GTA, 2020).

O eBee é uma inovadora solução da senseFly, fácil e intuitivo, que permite alta flexibilidade em campo. Possui características única tais como: alta capacidade de cobertura de área e utilização da câmera SODA (Sensor Optimized for Drone Application – Sensor

Optimizado para Aplicação de Drones). Possui inteligência artificial para realizar a decolagem, o voo e a aterrissagem automaticamente, sem a necessidade de equipamentos externos como catapultas ou paraquedas. Durante o voo, as imagens são capturadas de forma a garantir a sobreposição necessária à cobertura da área desejada. Suas principais aplicações são: levantamentos em locais inacessíveis; acompanhamento de serviços de mineração; mapeamento e GIS; determinação da expansão de áreas urbanas; evolução e monitoramento de obras; dados de movimentação de terra; gerenciamento e estudo de florestas; monitoramento ambiental, levantamento de áreas costeiras e mapeamento de erosões; avaliações de desastres, inundações e desabamentos, além de danos causados por fogo (SANTIAGO&SINTRA, 2020).

b) AEL Sistemas

A AEL Sistemas é uma empresa brasileira, pertencente aos grupos Elbit Systems Ltda e Embraer Defesa e Segurança, que há mais de 30 anos se dedica ao projeto, desenvolvimento, fabricação, manutenção e suporte logístico de sistemas com tecnologia avançada para os segmentos Aeronáutico, Espacial, Defesa, Segurança e Aplicações Civas. Na área de VANT, oferece quatro modelos importados de Israel e é a fornecedora dos modelos operados pela FAB (DIALOGO, 2018).

Um dos modelos mais populares da AEL Sistemas, é o THOR (figura 09). Thor é um sistema aéreo remotamente pilotado VTOL e multirotor, para voos em baixa altitude. Desenvolvido para gerar e transmitir imagens em tempo real via datalink, possuindo software único para operação. É um sistema versátil para o cumprimento de missões em vários tipos de cenários e regiões. De fácil transporte e montagem, ideal para operações em áreas urbanas. As operações de decolagem e pouso e os modos de voo são automáticos (AEL SISTEMAS, 2020).

Figura 09 –Asa rotativa multirotor Thor.



Fonte: AEL SISTEMAS (2020).

Skylark I - LEX é um sistema aéreo remotamente pilotado destinado a missões de inteligência, vigilância e reconhecimento com capacidade de transmitir vídeos diurnos e noturnos de alta resolução em tempo real. Projetado para uso dual, em operações civis e militares, o Skylark I-LEX (Figura 10) viabiliza o monitoramento e a segurança de áreas sensíveis e de infraestruturas estratégicas. Com fácil utilização e montagem rápida, pode ser transportado e ativado por apenas dois operadores (AEL SISTEMAS, 2020).

Figura 10 -Asa Fixa Skylark I - LEX



Fonte: AEL SISTEMAS (2020).

O Hermes 90 é um sistema com grande autonomia e alta confiabilidade. De operação simples, possui dois modos de decolagem: lançamento através de catapulta ou decolagem em pista. A recuperação pode ser feita utilizando rodas, em campo, com uso de esquis, ou com um sistema especialmente projetado para captura pontual. Com grande alcance, excelente custo-benefício e baixa assinatura visual e acústica, o Hermes 90 pode cobrir uma área de até 100 km de raio e possui boa capacidade para transporte de carga útil e missões de reconhecimento, inteligência, patrulha, entre outras (figura 11) (AEL SISTEMAS, 2020).

Figura 11 -Asa Fixa Hermes 90.



Fonte: AEL SISTEMAS (2020).

c) SkyDrones

A SkyDrones foi criada em 2010 na incubadora tecnológica UNITEC (Unisinus, São Leopoldo, RS, Brasil). Essa empresa estabeleceu alianças estratégicas com empresas da Alemanha, Coréia do Sul, Estados Unidos, Suíça e China para fornecer tecnologia Aviônica, softwares e componentes para produzir e comercializar sua atual e futura linha de produtos. Projetos com universidades Brasileiras também estão em andamento. Seus principais clientes são empresas no ramo de agricultura, energia, mineração, construção e mapeamento. Essa empresa busca contribuir para a construção da regulamentação brasileira do setor e possui interesse no relacionamento com a Embrapa para o desenvolvimento de soluções para a agricultura de precisão. Seu drones/VANTs além de serem utilizado na agricultura, também podem ser aplicados no policiamento ambiental (DIALOGO, 2018). Duas de suas mais importantes aeronaves é o Quantix e o Zangão V.

O Quantix (Figura 12) é um VANT inovador com um voo automático poderoso e simples, podendo o operador intervir no comando. Possui um design exclusivo e híbrido que permite que a aeronave decole verticalmente e faça a transição para o voo horizontal; maximizando a eficiência aerodinâmica e alcance (SKYDRONES, 2020).

Em um único voo, seus sensores capturam imagens RGB (Vermelho, Verde, Azul) e multiespectrais NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) de alta resolução que fornece instantaneamente percepções inteligentes e acionáveis para ajudar a orientar a tomada de decisões e melhorar a eficiência operacional. Tem aplicação no mapeamento de áreas agrícolas, topografia/Agrimensura, monitoramento ambiental, detectar vazamentos ou derramamentos de óleo, inspeção de redes de transmissão e inspeção de plantas industriais (SKYDRONES, 2020).

O VANT asa fixa de classe 3 Zangão V (figura 13) conta com instrumentação aviônica e sistemas de controle que permitem voos com alta estabilidade, mesmo para operadores com reduzido tempo de treinamento operacional. Oferece alta capacidade de carga e grande confiabilidade, com sensores que permitem também o voo automatizado, cobrindo áreas previamente programadas sem a intervenção do piloto. Diferentemente de adaptações realizadas em aeromodelos já existentes, o Zangão V foi concebido e desenvolvido desde sua origem como uma plataforma modular, capaz de carregar diversos tipos de câmeras dedicadas ao mapeamento aéreo e às correções pontuais em sistemas de precisão (SKYDRONES, 2020). Tem aplicação no mapeamento de áreas agrícolas, topografia/Agrimensura, monitoramento ambiental, inspeção de redes de transmissão e inspeção de plantas industriais, cálculo de

volumes em mineração e construção, geração de mapas de intensidade do vento para parques eólicos. Pode realizar cobertura de voo único de até 10 km², tem velocidade de cruzeiro de até 65 km/h (SKYDRONES, 2020).

Figura 12 -Asa rotativa multirotor Quantix.



Fonte: SKYDRONES (2020).

Figura 13 – Asa fixa Zangão V.



Fonte: SKYDRONES (2020).

7 CONCLUSÃO

Os veículos aéreos não tripulados têm um enorme potencial de aplicabilidade e viabilidade econômica para uso no policiamento ambiental, seja pelo batalhão de policiamento ambiental da PMMA, ou de qualquer outra polícia, em especial, porque fornecem uma capacidade de vigilância muito significativa. São capazes de transportar uma ampla gama de sensores, e enorme capacidade de processamento de dados. Podem ser programados para desenvolver ações pontuais de reconhecimento e análise do ambiente, inclusive de forma autônoma. Além de suas capacidades de gerar imagens aéreas, a custos bem inferiores a outros meios, são muito úteis para monitoramento de impactos e desastres ambientais.

É evidente também que o uso de VANTs pode melhorar a produtividade e ao mesmo tempo reduzir riscos, pois ao se utilizar vetores tecnológicos, ao invés de recursos humanos na realização de patrulhamento, diminui-se os riscos, custos operacionais, e demanda por efetivo. Portanto a utilização deste instrumento pelo BPA do MA, é propício dado a limitação de pessoal da unidade.

Em relação a normatização, existem normas a serem seguidas, pois sobre o ponto de vista legal, observa-se que existem riscos à segurança, privacidade, pessoas, infraestrutura, e a vida selvagem, que precisam ser consideradas, por isso, os obstáculos regulatórios à integração de tais plataformas no sistema nacional de espaço aéreo é algo a ser considerada na utilização dos VANTs pelas forças policiais. É evidente as inúmeras vantagens do uso dessas aeronaves no policiamento, entretanto, deverão ser sempre observadas as regulamentações, doutrinas de responsabilidade civil e as futuras decisões dos tribunais sobre os temas espinhosos ainda em discussão.

Através da análise do questionário aplicado, fica evidenciado o nível significativo de conscientização dos participantes em relação a suas atividades e a importância de unir novas tecnologias a proteção do meio ambiente, identificando quais são as principais barreiras para o desenvolvimento do serviço de policiamento ambiental, na visão de profissionais que trabalham em benefício da preservação ambiental. Ficando evidente a necessidades de mais engajamento, por parte dos governos e sociedades civis, na defesa de nossas reservas naturais. Ou seja, é necessário exigir das autoridades públicas e instituições investimentos na área de usos de veículos aéreos não tripulados em avaliação de impactos ambientais e em situações emergenciais, para otimizar o uso desta tecnologia e tornar a aplicação mais eficiente.

REFERÊNCIAS

- AEL SISTEMAS. **ARPs - Aeronaves Remotamente Pilotadas**. 2020. Disponível em: <http://www.ael.com.br/aeronaves-remotamente-pilotadas.html>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- ALVES JÚNIOR, L. R. **Análise de produtos cartográficos obtidos com câmera digital não métrica acoplada a um Veículo Aéreo Não Tripulado em áreas urbanas e rurais no Estado de Goiás**. 2015. 114 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2015.
- ANAC. **Orientação para usuários de drones**. 2017. Disponível em: http://www.alphavillemg.com.br/wp-content/uploads/2018/08/orientacoes_para_usuarios-1.pdf. Acesso em: 18 abr. 2020.
- ANGELOV, P. **Sense and Avoid in UAS: Research and Applications**. John Wiley & Sons. 2012. 345 p.
- ARIMA, E.; BARRETO, P. **Rentabilidade da produção de madeira em terras públicas e privadas na região de cinco florestas nacionais da Amazônia**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. Disponível em: <http://www.imazon.org.br/downloads/index.asp?categ=2>. Acesso em: 03 abr. 2020.
- ARMADA. **The Growing World of Unmanned Airborne Spies**. IN: Armada International, vol.28, nº 3, 2004.
- AVERETT, N. Technology: Eyes in the sky—Drones are poised to revolutionize ecology and even save scientist’s lives—If the feds clear them for takeoff. **Audubon**, p.58–63, July–August, 2014.
- BANDEIRA, Iris Celeste Nascimento. **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Organização: Iris Celeste Nascimento. Teresina: CPRM, 2013. 294 p.
- BPA/PMMA (Estado do Maranhão). **Relatório BPA/ 2019**. São Luis, 2020. 32 p.
- BRASIL (a). ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial **RBAC-E nº 94. Resolução nº 419, de 2 de Maio de 2017a**. Disponível em: http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94-emd-00/@@display-file/arquivo_norma/RBACE94EMD00.pdf. Acesso em: 03 abr. 2020.
- BRASIL (b). ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil. **Orientações para usuários de drones. Assessoria de Comunicação Social – ASCO M**, 1 ed., Maio de 2017b. http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones/orientacoes_para_usuarios.pdf. Acesso em: 03 abr. 2020.
- BRASIL. **Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997**. Dispõe sobre a organização dos serviços de telecomunicações, a criação e funcionamento de um órgão regulador e outros aspectos institucionais, nos termos da Emenda Constitucional nº 8, de 1995. Brasília, DF, 16 de julho de 1997. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br/legislacao/leis/2-lei-9472>. Acesso em: 03 abr. 2020.

BRASIL. **Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o artigo 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 19 jul. 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 03 abr. 2020.

BRASIL(c). Ministério da Defesa – Comando da Aeronáutica – Departamento do Controle do Espaço Aéreo. **ICA 100-40 Sistemas de aeronaves remotamente pilotadas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro.** 02 de Fevereiro de 2017c. Disponível em: <https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4510>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2018.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Portaria n. 606/MD. 2004.** Dispõe sobre a Diretriz de Obtenção de Veículos Aéreos Não Tripulados e dá outras providências. Publicada no DOU n. 112, em 14-6-2004.

CASTRO JÚNIOR, Evaristo; COUTINHO, Bruno Henrique; FREITAS; Leonardo **Esteves de. Gestão da biodiversidade e áreas protegidas.** In: GUERRA, Antonio José Teixeira; COELHO, Maria Célia Nunes. Unidades de conservação: abordagens e características geográficas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. cap. 1, p. 25-66.

CORREIA, F. P. **Estado do Maranhão e sua política de proteção ambiental.** 2011. In: V Jornada Internacional de Políticas Públicas. Disponível em: <http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinpp2011/CdVjornada/pdf>. Acesso em: 03 abr. 2020.

COSTA JUNIOR, J.T. **O Uso De Vant No Monitoramento Ambiental: Estudo De Caso Do Rio M'boicy.** 50 pg. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2017.

COSTA, F. W. D.; PIEDADE, F. O.; COSTA, M. M. M. Uma discussão sobre a Legislação Estadual relativa às Unidades de Conservação no Maranhão e a aplicabilidade da Lei 9.413/11. In: Constitucionalismo contemporâneo: garantindo a cidadania, concretizado a democracia. Vol. II 1ª Ed. Curitiba: **Multideia**, 2014, v. 2. p. 187-205.

COSTA, Francisco Wendell Dias. Áreas protegidas e legislação ambiental: uma abordagem sobre a gestão de Unidades de Conservação no Maranhão. **XVIII Encontro Nacional de Geógrafos.** Jun/2016.

DEAN, W. **A ferro e fogo a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira.** São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

DELACOURT, C.; ALLEMAND, P.; JAUD, M.; GRANDJEAN, P.; DESCHAMPS, A.; AMMANN, J.; CUQ, V., AND SUANEZ, S. DRELIO: An unmanned helicopter for imaging coastal areas. In: da Silva, C.P. (ed.), Proceedings of the ICS. **Journal of Coastal Research**, n. 56, p. 1489–1493, 2009. 4

DIÁLOGO setorial união europeia-brasil. **Estudo Sobre a Indústria Brasileira e Europeia de Veículos Aéreos Não Tripulados.** 2018. Disponível em: http://www.mdic.gov.br/images/publicacao_DRONES-20161130-20012017-web.pdf. Acesso em: 21 nov. 2019.

DOD. **Unmanned aircraft systems roadmap – 2005-2030**. Office of the Secretary of Defense, 2005.

EDWARDS, O. Under the radar with unmanned aerial vehicles. **Smithsonian Magazine**, p. 26–27, March, 2009.

ERICEIRA, Robert Frans dos Santos. **Educação ambiental: atuação do batalhão de polícia ambiental do maranhão frente à problemática ambiental**. 2008. Disponível em: <http://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=915>. Acesso em: 03 mar. 2020.

FARIA, R.R.; COSTA, M.E. A Inserção Dos Veículos Aéreos Não Tripuláveis (Drones) Como Tecnologia De Monitoramento No Combate Ao Dano Ambiental. **Revista Ordem Pública e Defesa Social**, v. 8, n. 1, jan./jul., 2015.

FIEMA. **PDI 2020: Plano Estratégico de Desenvolvimento Industrial do Maranhão**. São Luis, 2009. Disponível em: www.fiema.org.br/anexo_download.kmf?cod=321. Acesso em: 15 mar. 2020.

FONTES, J.C.; POZZETTI, V.C. O Uso Dos Veículos Não Tripulados No Monitoramento Ambiental Na Amazônia. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, Curitiba, v 2. n.2. p149-164. Jul/Dez. 2016.

GTA. **VANT eBee Sensefly**. 2020. Disponível em: <https://www.gtalevantamentos.com.br/tecnologias/#tab-ad4812109af62a392d5>. Acesso em: 18 abr. 2020.

GURGEL, H.C. et al. **Unidades de conservação e o falso dilema entre conservação e desenvolvimento**. IPEA, regional, urbano e ambiental, dez. 2009.

HARDGRAVE. **O pioneirismo com o VANT**. Estados Unidos da América, 2005. Disponível em: <http://www.ctie.monash.edu.au/hardgrave/>. Acesso em: 28 out. 2019.

HORUS. Controle Ambiental: **Como os VANTs atuam no diagnóstico e prevenção de queimadas**. horusaeronaves, 2017. Disponível em: <https://horusaeronaves.com/controle-ambiental-como-os-vants-atuam-no-diagnostico-e-prevencao-de-queimadas/>. Acesso em: 28 out. 2019.

HUGENHOLTZ, C.H.; MOORMAN, B.J.; RIDDELL, K., AND WHITEHEAD, K. Small unmanned aircraft systems for remote sensing and Earth science research. **Eos, Transactions of the American Geophysical Union**, v.93, n.25, p. 236, 2012.

IMIRANTE. **Inaugurada a sede do batalhão de polícia ambiental do Maranhão 2014**. Disponível em: <https://imirante.com/sao-luis/noticias/2014/11/26/inaugurada-a-sede-do-batalhao-de-policia-ambiental-do-maranhao.shtml>. Acesso em: 15 mar. 2020.

IPEA: Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicadas. PAVESE, H.; WEIGAND JR., R. **A importância das áreas protegidas**. 2009. Ano 7. Edição 55. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=1058:catid=28&Itemid=23. Acesso em: 28 out. 2019.

JENKINS, N. C.; JOPPA L. Expansion of the global terrestrial protected area system. **Biological Conservation**, v. 142, n. 10, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon>. Acesso em: 03 abr. 2020.

KLEMAS, V. The role of remote sensing in predicting and determining coastal storm impacts. **Journal of Coastal Research**, v. 25, n.6, p.1264–1275, 2009.

KLEMAS, V. V. Coastal and Environmental Remote Sensing from Unmanned Aerial Vehicles: An Overview. **Journal of Coastal Research**, v.31, n.5, p. 1260–1267, Florida, Sep./2015.

LECHNER, A.M.; FLETCHER, A.; JOHANSEN, K., AND ERSKINE, P. Characterizing upland swamps using object-based classification methods and hyper-spatial resolution imagery derived from an unmanned aerial vehicle. Proceedings of the XXII ISPRS Congress Annals of the Photogrammetry. **Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v.1, n.4, p. 101–106, 2012.

LONGHITANO, G.A. **VANTs para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas**. 148 p. Dissertação (Mestre em engenharia de transporte) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo, 2010. 148 p.

MARANHÃO. **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Avaliação da Área Costeira da Ilha do Maranhão**: GERCO-MA. São Luís, CMCQA, 2010.

MARANHÃO. **Constituição do Estado do Maranhão**. São Luís: SIOGE, 1990. Lei estadual nº 5.405 de 08/04/92. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. São Luís: SEMA, 1992.

MARANHÃO. **Lei nº 7.734, em 19 de abril de 2002**, cria a Gerência de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais (GEMA). Disponível em: <http://www.stc.ma.gov.br/legislacao/documento/?id=1535>. Acesso em: 15 mar. 2020.

MARRIS, E. Drones in science: Fly and bring me data. **Nature**, v.498, p.156–158, 2013.

MILESKI, A. M. Uma história de alta tecnologia. **Revista Tecnologia e Defesa**, [S.l.] ano 20, n. 92, p. 42-61, 2007.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Cadastro Nacional de Unidade de Conservação**. Disponível: www.mma.gov.br/cadastro_uc. Acesso em: 03 abr. 2020.

MUNIZ, J. A. Crise de Identidade das Polícia Militares Brasileiras. **Security and Defense Studies Review**, v. 1, 2001.

NEVES, C. A. F. **Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro: resumo histórico**. 3. ed. Rio de Janeiro: Centro de Estudos Históricos da PMERJ, 1994.

NUGEO - UEMA. **Biomass no Estado do Maranhão – (2013)**. NUGEO, 2017. Disponível em: <https://www.nugeo.uema.br/?p=11089#prettyPhoto>. Acesso em: 08 maio 2020.

OLESON, T. Droning on for science: Unmanned aerial vehicles take off in geosciences research. **Earth Magazine**, p. 1–6. 2, 2013.

OLIVEIRA, Eduardo Frederico Cabral de. **Sistema de segurança ambiental e as polícias militares ambientais do estado brasileiro: uma interconexão direta e panorama atual**. 2018. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Instituto Federal Fluminense, Macaé, 2018.

OLIVEIRA, F.A. **CTA e o Projeto VANT**. In: 1º Seminário Internacional de Vant. São José dos Campos, 2005. Palestra proferida no Centro Tecnológico da Aeronáutica. Disponível em: http://www.defesabr.com/Fab/CTA_Projeto_VANT.pdf. Acesso em: 28 out. 2019.

PEREIRA, E.; BENCATEL, R.; CORREIRA, J.; FELIX, L.; GONCALVES, G.; MORGANO, J., AND SOUSA, J. Unmanned air vehicles for coastal and environmental research. In: da Silva, C.P. (ed.), Proceedings of the ICS. **Journal of Coastal Research**, Special Issue, v. 56, p. 1557–1561, 2009.

PEREIRA, Paulo Roberto Mendes; COSTA, Francisco Wendell Dias. Gestão socioambiental nas unidades de conservação do maranhão: características, conflitos e perspectivas. **Revista Geografia em Atos**, Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente, n. 06, v. 01, p. 01-24, nov./2018.

PIEIDADE, Fernando Oliveira. Legislação ambiental e a gestão de unidades de conservação no Maranhão. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 3, n. 2, 2013, p. 175-189.

PLATT, J.R. Crowd-funded drones could help protect Kenyan rhinos. **Scientific American**, v. 8, p. 1–5, 2013.

RIO BRANCO, W. L. C. **Política e gestão ambiental em áreas protegidas em São Luís – Maranhão: o Parque Ecológico da Lagoa da Jansen**. Tese de Doutorado em Geografia. Presidente Prudente: FCT/UNESP Campus Presidente Prudente - SP, 2012.

SAMANIEGO, J. **Esses drones têm uma missão especial: salvar o planeta**. Ferrovial blog, 2017. Disponível em: <https://blog.ferrovial.com/en/2017/06/drones-for-environmental-monitoring/#>. Acesso em: 28 out. 2019.

SANTIAGO&SINTRA. **VANT eBee Plus**. 2020. Disponível em: <https://www.santiagoocintra.com.br/produtos/vants/sensefly/vant-eebe-plus>. Acesso em: 18 abr. 2020.

SANTOS, Elzagno Viana Dos. **Utilização de veículos aéreos não tripulados em apoio às operações da polícia militar do maranhão na área metropolitana de são luís**. 2018. 27 f. TCC (Especialista em Gestão de Segurança Pública) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

SKYDRONES. **Drones**. 2020. Disponível em: <https://skydrones.com.br/>. Acesso em: 18 abr. 2020.

SSPMA. **Batalhão Ambiental da PM Comemora 28 Anos de Criação Com Inauguração do Espaço Ecológico Bacanga**. 2019. Disponível em: <https://pm.ssp.ma.gov.br/batalhao->

ambiental-da-pm-comemora-28-anos-de-criacao-com-inauguracao-do-espaco-ecologico-bacanga/. Acesso em: 15 mar. 2020.

STOCHERO, T. **Levantamento inédito feito pelo G1 mostra emprego civil e militar no Brasil. Uso dos "aviões-robôs" em ataques militares dos EUA é polêmica mundial.** Disponível em: <http://www.aer.mil.br/notimp/mostra/26-03-2013#n57053>. Acesso em: 28 out. 2019.

TAYLOR-SMITH, K. **O papel dos drones na proteção do meio ambiente.** Azo cleantech, 2018. Disponível em: <https://www.azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=791>. Acesso em: 28 out. 2019.

VOUSDOUKAS, M.A.; PENNUCCI, G.; HOLMAN, R.A., AND CONLEY, D.C. A semi-automatic technique for rapid environmental assessment in the coastal zone using small unmanned aerial vehicles (SUAVs). **Journal of Coastal Research**, n. 64, p. 1755–1759, 2011.

WDPA. **World Database on Protected Areas.** 2009. Disponível em: <http://www.wdpa.org/>. Acesso em: 03 abr. 2020.

WIDMAIER, K. **Algoritmo genético aplicado à otimização de asas de material compósito de veículos aéreos não tripulados.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos – SP, 2005.

**APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS POLICIAIS DO BATALHÃO DE
POLICIAMENTO AMBIENTAL DO MARANHÃO.**

1. Identifique o seu posto/graduação.

- Soldado;
- Cabo;
- Sargento;
- Subtenente;
- Oficial.

2. Tempo de serviço na PMMA.

- Menos de 3 anos;
- De 3 até 6 anos;
- De 6 a 10 anos;
- Mais de 10 anos.

3. Tempo de serviço no Batalhão de Policiamento Ambiental (BPA).

- Menos de 3 anos;
- De 3 até 6 anos;
- De 6 a 10 anos;
- Mais de 10 anos.

4. Como você foi destinado ao Batalhão de Polícia Ambiental (BPA)?

- Afinidade/Interesse próprio;
- Escolha de superior/Necessidade do serviço; Recompensa;
- Outro: _____

5. Qual seu grau de escolaridade?

-]Médio e/ou técnico;
-]Superior Incompleto;
-]Superior Completo;
-]Especialização;
-]Mestrado;
-]Doutorado;

6. Caso você tenha curso(s) técnico(s), superior, ou pós-graduação, especifique-os:

7. Você recebeu algum treinamento para atuar no Batalhão de Polícia Ambiental (BPA)?

-]Sim
-]Não

8. Você considera que o efetivo do BPA é adequado para a demanda?

-]Sim
-]Não

9. De quais tipos de veículos terrestre o BPA dispõe?

-]Motocicleta;
-]Triciclo;
-]Quadríciclo;
-]Automóvel;
-]Micro-ônibus;
-]Ônibus;
-]Caminhonete;
-]Caminhão;
-]Outro:_____

10. Em relação a resposta anterior, os meios de transporte terrestre são em quantidades suficiente?

Sim

Não

11. O BPA dispõe de meios aquático para realização de patrulhamento, quais?

Não dispõe;

Bote;

Moto aquática/Jet Ski;

Lancha;

Canoa;

Barco;

Balsa.

Outro: _____

12. Em caso positivo na resposta anterior, os meios disponíveis são em quantidades suficiente?

Sim

Não

13. O BPA dispõe de meios aéreos para realização de patrulhamento?

Não dispõe;

Dispõe de meios próprios;

Dispõe de meios disponibilizado pelo grupamento aéreo da polícia militar ou de outro órgão.

Outro: _____

14. Você tem conhecimento sobre DRONES/VANTs, seus diferentes tipos e possibilidades de aplicação. Se sim, você adquiriu isso através de cursos ou palestras oferecidas pela corporação ou outra instituição, ou de forma autodidata?

Drone: É o termo utilizado para caracterizar todo e qualquer objeto voador não tripulado, seja ele de qualquer propósito (profissional, recreativo, militar, comercial etc.), origem ou característica. Ou seja, é um termo genérico, sem amparo técnico ou definição na legislação.

VANT: Veículo Aéreo Não Tripulado - é a terminologia oficial prevista pelos órgãos reguladores brasileiros do transporte aéreo para definir este tipo de plataforma. É toda aeronave projetada para operar sem piloto a bordo, usando asas fixas, rotativas ou híbridas, e empregado para sobrevoar o alvo ou área de interesse com o objetivo de fornecer informações. É portando de caráter **NÃO RECREATIVO**.

15. O patrulhamento aéreo é realizado por?

- Asa rotativa (Helicópteros);
- Asa fixa (Avião, Planador);
- Veículos aéreo não tripulado (VANTs);
- Outro: _____

16. O batalhão de policiamento ambiental dispõe/utiliza-se de veículos aéreo não tripulado (VANTs) em seus patrulhamentos? Especifique.

- Não dispõe;
- Dispõe de VANTs de asa fixa (Possuem asa fixa, que precisam de uma pista de decolagem e de pouso, ou de uma catapulta para lançamento);
- Dispõe de VANTs de asa rotativa (Possuem asas rotativas, decolagem e aterrissagem vertical e tem a habilidade de pairar no ar e de execuções de manobras);
- Dispõe de VANTs Híbridos ou conversíveis (Podem decolar verticalmente e possui habilidade de inclinar os motores para desenvolverem um voo como os aviões.); Outro:

17. Em caso positivo no item 16, o Batalhão de Policiamento Ambiental dispõe de quantos VANTs?

18. Em caso positivo no item 16, os veículos aéreos não tripulado (VANTs), estão todos operacionais?

Sim estão todos em boas condições e operacionais;

Maioria deles estão operacionais;

Maioria ou todos, NÃO estão operacionais. Outro:

19. Você já operou veículos não tripulados (VANTs)?

Sim

Não

20. Em caso positivo no item 18, você recebeu algum treinamento para operar os veículos não tripulados (VANTs)?

Sim

Não

21. Referente ao item 16, caso haja VANTs NÃO operacionais, quais os principais motivos.

Falta de técnicos capacitados para opera-los;

Falta de equipamentos necessário para opera-los; Falta de peças de reposição;

Falta de técnico para fazer a manutenção dos defeituoso;

Outro: _____

22. Caso o BPA não disponha de VANTs, na sua opinião, quais os principais motivos?

Verbas insuficientes;

Falta de interesse ou de insuficiente conhecimento técnico por parte dos comandantes sobre as possibilidades de uso dos VANTs pelos policiais no BPA.

Falta de pessoal técnico especializado para operá-los.

Outro: _____

23. Na sua opinião, veículos não tripuláveis, são/seriam ferramentas úteis no combate aos crimes ambientais?

Sim

Não

24. Marque por ordem de importância (1º, 2º e 3º) as principais vantagens que os veículos não tripuláveis podem oferecer?

Possibilitar a fiscalização de áreas extensas, preservando os recursos humanos de cansaço/exaustão;

Possibilita fiscalizar locais de difícil acesso ou perigoso;

Aumenta a efetividade de ações visando a obtenção de grande volume de dados relacionados ao mapeamento de regiões e monitoramento da natureza.

Cite outras vantagens: _____

25. Qual a sua opinião sobre a eficiência de sua atuação.

Suficiente;

Poderia ser melhor caso eu dispunha de mais tecnologias, equipamentos e materiais.

Outro: _____

26. Marque/cite brevemente, as principais dificuldades/obstáculos na realização do policiamento ambiental?

- Falta de equipamentos;
- Falta de apoio da população;
- Excesso de burocracia;
- Desinteresse do poder público;
- Falta de qualificação, cursos, palestras para PMs;
- Problemas financeiros;
- Conflito entre PMs e criminosos ambientais;
- Falta de integração com os outros órgãos;
- Exaustão física ou/e mental devido à natureza do serviço; Outro:

27. Cite brevemente soluções que poderia melhorar o serviço de policiamento ambiental.
