

# GEOTECNOLOGIAS NA FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL: O USO DE VANTS, SIG E MAPAS COLABORATIVOS PARA FINS MILITARES

José Francisco de Oliveira Júnior (IFFluminense) • José Augusto Ferreira da Silva (IFFluminense)  
Jader Lugon Junior (IFFluminense)

## Introdução

As geotecnologias são consideradas ferramentas importantes nos estudos das paisagens, possibilitando a extração de dados georreferenciados necessários à construção de um modelo da realidade e/ou à obtenção de imagens em tempo real para o monitoramento ambiental.

A utilização de veículos aéreos não tripulados (VANTS) para os mais diversos fins vem se tornando cada vez mais frequente nos últimos anos. Com um desenvolvimento inicial nas atividades militares, devido à segurança proporcionada nas missões, por não haver tripulação embarcada, e à redução de investimento em relação a uma aeronave convencional, a utilização dos VANTS tornou-se praticamente indispensável nos mais diversos cenários operacionais.

Pode-se definir VANT como:

Um veículo aéreo projetado para operar sem piloto a bordo, que possua uma carga útil embarcada e que não seja utilizado para fins meramente recreativos. Nesta definição incluem-se todos os aviões, helicópteros e dirigíveis controláveis nos três eixos, excluindo-se, portanto, os balões tradicionais e aeromodelos<sup>1</sup>.

Em proposta de Instrução Suplementar exarada pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), a definição de VANT é englobada pela definição de aeronave, conforme consta no RBAC 01, Emenda 02, atualmente vigente (ANAC, 2012). Informa ainda que, conforme o Art. 25 da Lei 7.565, de 19 de setembro de 1986 (Código Brasileiro de Aeronáutica), os componentes do SisVANT podem ser considerados infraestrutura aeronáutica, e compete à ANAC sua regularização, a emissão do CAVE, com objetivos de pesquisa, treinamento de pessoal (não autorizando a operação da aeronave para fins lucrativos) e fiscalização<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> BRASIL. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Subdepartamento de operações. **AIC-N21 Veículos aéreos não tripulados**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=3499>. Acesso em: 26 jul. 2014.

<sup>2</sup> BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Instrução Suplementar IS n° 21 - 002**. Proposta de instrução suplementar, intitulada "emissão de certificado de autorização de voo experimental para sistemas de veículo aéreo não tripulado". São José dos Campos: Superintendência de Aeronavegabilidade, 2012. Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/biblioteca/IS/2012/IS%2021-002A.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2014.

Segundo especialistas da Organização das Nações Unidas (ONU), o aumento exponencial do uso da tecnologia dos VANTs representa um verdadeiro desafio para o direito internacional atual. Para especialistas da Defesa Civil do Rio de Janeiro, a aeronave não tripulada irá revolucionar o trabalho de prevenção a desastres; já os especialistas da Polícia Militar do Estado da Bahia contribuem dizendo que o VANT é uma excelente ferramenta, tanto para o patrulhamento de rodovias e acompanhamento de queimadas, quanto para monitorar ações de traficantes.

Um especialista da Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica (DCABR) opina que o emprego do VANT no Brasil é muito promissor, principalmente para fotos aéreas, planejamento urbano, controle de tráfego de rodovias, identificação de pontos críticos em estradas ou em grandes obras, controle de plantações ou na pecuária. A ANAC se posiciona em relação ao assunto, alegando que são necessárias adequações na regulamentação desse tipo de aeronave. Já o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) contribui alegando que, no mundo todo, o maior desafio é tentar integrar os VANTs às aeronaves pilotadas. Para a Associação Internacional de Veículos não Tripulados (AUVSI), o governo brasileiro está sendo o mais ativo na América Latina na abertura de seus céus para as aeronaves remotamente controladas<sup>3</sup>.

Devido ao risco de morte em serviço inerente à atividade policial militar, à diversidade de atividades desenvolvidas cotidianamente e à facilitação que a implementação de um VANT proporcionaria no desenvolvimento de algumas dessas atividades, além dos baixos custo e risco, se comparados aos de uma aeronave convencional, é que se busca avaliar as possibilidades de implantação dessa tecnologia associada ao Sensoriamento Remoto (SR) e ao uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), enfatizando sua versatilidade e aplicabilidade.

Em função das atividades desenvolvidas na Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro, são trazidos à discussão exemplos de aplicação de VANTs em Corporações Militares, como o estudo de caso de aplicação dessa tecnologia pela Polícia Militar de São Paulo. Também muito próxima a essa realidade, aborda-se a utilização do VANT pela Marinha Mexicana, a qual também é desenvolvedora de sua tecnologia, e um estudo de caso e análise do modelo de VANT, piloto automático e finalidades da utilização, realizado pelos Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil, que podem ser considerados a vanguarda na utilização dessa tecnologia com fins militares no Brasil.

Para aplicação da tecnologia VANT, são abordados aspectos legais, dando-se ênfase aos órgãos ANAC, Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), que regulam a atividade, e aspectos de segurança, uma vez que o VANT acaba sendo um intruso no espaço aéreo ocupado pelas aeronaves convencionais, podendo ocasionar riscos de colisão. A abordagem da aprendizagem da pilotagem do modelo proposto passa por um processo de experimentação que se inicia com a utilização de um *software* simulador, passando por

<sup>3</sup> POLÉMICOS e revolucionários, mais de 200 "drones" voam no país sem regra. **G1Brasil, Globo**, 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/brasil/noticia/2013/03/polemicos-e-revolucionarios-mais-de-200-drones-voam-no-brasil-sem-regra.html>. Acesso em: 26 jul. 2014.

aulas de campo em modelos semelhantes ao VANT e também em modelo a combustão. Também são testados o *software* e o *hardware* utilizados no piloto automático do VANT, sendo respeitados todos os parâmetros regulados pela legislação de aerodelismo; contudo, fatores como alcance da telemetria e geração de produtos como imagens não são feitos, por não haver a permissão que se daria por meio do CAVE emitido pela ANAC.

Avalia-se a utilização de um tipo específico de VANT, associado ao aerolevante e SIG, para desenvolvimento de atividades de monitoramento ambiental pela Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro e para desenvolvimento de habilidades para o uso dessas geotecnologias.

Na metodologia, utilizam-se informantes chave, junto aos quais são abordados aspectos relevantes para a pesquisa, a exemplo da viabilidade de implementação do uso de geotecnologias na atividade policial militar, nível de confiabilidade dos modelos de VANTS, possibilidades de utilização de sensores embarcados, além de produtos que podem ser gerados com o uso de VANT, SR, SIG. Foi adotada pesquisa exploratória de gabinete e entrevistas qualificadas com informantes chave. Segundo Vieira, Berkes e Seixas (2005), esses informantes são as pessoas mais capazes de informar sobre um tópico especial ou fornecer pontos de vista particulares, dado seu conhecimento e experiência sobre o assunto abordado. Foram escolhidos como informantes chave gestores das seguintes corporações: Comando da Polícia Militar Ambiental do Estado de São Paulo, Batalhão de Controle Aerotáctico e Defesa Antiaérea do Corpo de Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil e o Comando de Policiamento Ambiental da Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro.

O manuseio e a pilotagem de VANTS requerem aprendizagem de processos de aerodelismo, necessários para a decolagem, recuperação e pouso dos VANTS, além de controle manual em caso de perda do *link* do piloto automático, sendo necessário treinamento em um simulador, a exemplo do *Real Flight Generation 4*, com um modelo Nexstar.

O treinamento em campo assistido por um aerodelista credenciado é fundamental para o desenvolvimento das habilidades de pilotagem. O profissional pode assumir o controle do aerodelo a qualquer momento e fazer as correções necessárias durante o voo.

A interface do VANT com o programa *Mission Planner* passa por um processo de calibração do VANT, elaboração da missão (com a delimitação dos pontos a serem sobrevoados) e carregamento dos dados no VANT através da conexão feita pela telemetria do equipamento, sendo que a calibração é feita antes do primeiro voo e depois apenas é conferido o apontamento do VANT nos demais voos.

O processo de calibração é feito com o VANT conectado ao *Mission Planner* e com conexão à internet. No programa, primeiro se utiliza a opção *Auto Dec* e, em seguida, *Live Calibration*, sendo necessário girar o VANT em torno dos três eixos nos sentidos horário e anti-horário; durante sessenta segundos, o equipamento coletará dados para atualizar as configurações de *offset*, sendo desmarcada a opção *Auto Dec* após o procedimento e armazenada a informação referente à coordenada geográfica utilizada para a calibração.

<sup>4</sup> BONS voos: Configurações da asa bons voos version 1.2.982. Rio de Janeiro: [S.n.], 2014. 1 CD ROM.

A configuração dos modos de voo é feita por meio da chave IDL de três posições do controle (lado direito), sendo voo manual, estabilizado, automático e RTL (*Return To Landing*), combinada com uma segunda chave. Cada posição da chave irá enviar um valor PWM, que será interpretado pelo programa e iniciará um modo de voo conforme programação estabelecida:

- IDL 0 - *Mode 1* – Manual – usado quando o piloto precisa ter o controle da plataforma VANT, para procedimento de decolagem e aterrissagem ou por deficiência nos ajustes dos sensores que gerem problemas no voo.
- IDL 1 - *Mode 2* – *Stabilize* – voo estabilizado, mas que permite o controle da asa. Mais utilizado por pilotos inexperientes ou para pouso em locais difíceis ou sob fortes ventos.
- IDL 2 - *Mode 3* – *Auto* – voo autônomo que será executado conforme o plano de voo transferido para o VANT, não acionando o motor se o VANT estiver parado.
- IDL 3 - *Mode 4* – *RTL* – *Return to Landing* – comanda o retorno ao ponto de decolagem (*home*). Pode ser configurado pela chave do rádio ou função *FAIL SAFE* do receptor. No caso de perda do sinal de rádio, o comando de mudança de modo é enviado, fazendo o VANT retornar ao ponto de lançamento e executar o voo *LOITTER* (em círculos)<sup>4</sup>.

O modelo do VANT utilizado foi:

- **Asa FPV 150 bons voos:** Feita de isopor de alta densidade, isopor P3, (Figura 1) a asa possui envergadura de 1,46m, peso 1,4kg (incluindo a carga paga e as três baterias de LIPO de 2.2 mAh); a câmera com aproximadamente 300g é o sensor embarcado, ou carga paga (*payload*), que possibilitará a captura das imagens para o levantamento aéreo e posterior obtenção do mosaico. Separadamente, também é embarcada uma minicâmera de vídeo com gravação em cartão de memória. A altitude pode ser superior aos 1000m, mas, por respeito à legislação, será operada dentro do campo de controle visual, com um teto de 50m e uma “caixa de voo” estabelecida, numa pista de aerodelismo credenciada. A autonomia total é de uma hora e trinta minutos com as três baterias carregadas, sendo utilizada como autonomia operacional apenas uma hora, com margem de segurança de trinta minutos. A área média de levantamento fotogramétrico é de 500 hectares, com velocidade de voo de cruzeiro de 60km/h e um alcance linear de 60km. O levantamento aerofotogramétrico e a filmagem não são feitos simultaneamente por questões de segurança<sup>4</sup>.

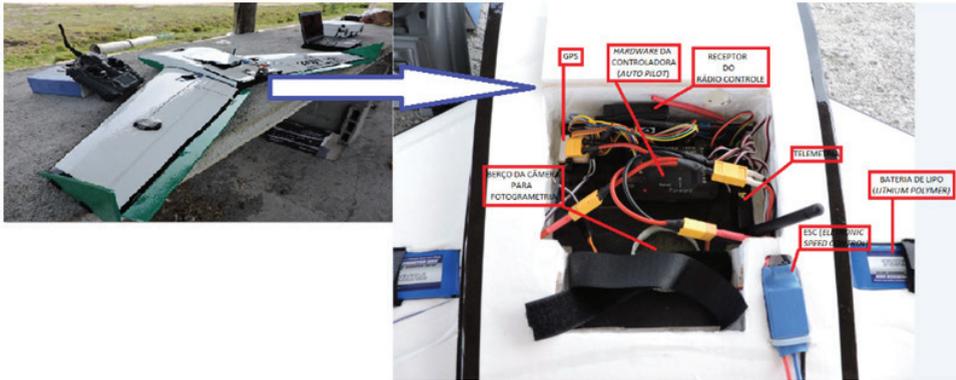


Figura 1 - Foto ilustrativa do VANT e componentes

Fonte: Do autor (2014)

- **Rádio controle** – rádio da marca turnigy gx com nove canais, display digital, módulo CT8J- 9X e receptor CR8F-9X para controle do VANT (TURNIGY, 2010).
- **Computador** - *notebook* da marca lenovo com processador Intel Core I3, quatro *gigabytes* de memória RAM, quinhentos *gigabytes* de memória ROM.
- **Mission Planner** – aplicativo *open-source*, ou seja, um aplicativo gratuito desenvolvido por Michael Osborne como projeto de piloto automático (APM – *Auto Pilot Multiplatform*), uma estação de controle de solo compatível com o *Windows*, podendo ser usado como utilitário de configuração ou suplemento de controle dinâmico para veículo automático (considerando que o piloto pode assumir o controle da aeronave a qualquer momento se assim julgar necessário). Dentre as possibilidades do aplicativo, estão planejar, salvar e carregar missões automáticas no piloto automático utilizando o sistema ponto e clique para a entrada dos *way points* no *Google* ou em outra base cartográfica. Com a utilização de um *hardware* de telemetria adequado, é possível: monitorar o status do veículo durante a operação, analisar *logs* de telemetria e operar o veículo em visão de primeira pessoa (*First Person View - FPV*). O ícone “ajuda” na parte superior da interface do aplicativo abre uma tela com informações gerais, sendo possível também obter auxílio da comunidade de usuários, uma vez que toda documentação é criada por utilizadores. Com a tabela de conteúdos, é possível dirigir a pergunta para temas determinados, sendo também desenvolvidos fóruns pela comunidade de usuários. Com o botão *Check for Updates*, é possível verificar se há atualizações disponíveis, sendo sempre aconselhada a execução da versão mais atual. Por se tratar de um software livre, pode ser redistribuído ou modificado sob os termos da *General Public License (GNU)*, publicada pela Free Software Foundation. Quanto à segurança, é importante que sejam observados alguns aspectos: utilizar dentro de todas as leis e regulamentos locais; nunca operar o veículo ou *software* de forma a pôr em risco pessoas ou bens; ter em mente que falhas de *software* podem acontecer; nunca utilizar o *software* ou *hardware* para veículos tripulados<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> OSBORNE, M. **Mission Planner Overview**. [S.l.]: 3D Robotics, [2014?] Disponível em: <http://planner.ardupilot.com/wiki/mission-planner-overview/>. Acesso em: 8 dez. 2014.

## O uso de VANTs para fins militares

A utilização dos VANTs no monitoramento e fiscalização ambiental vem crescendo no mundo inteiro. No Brasil, a Secretaria de Segurança Pública do Estado do Pará, desde 2010, vem utilizando VANTs de asas rotativas com motor a combustão, tendo partes de sua fuselagem feitas com fibra de carbono. Possuindo uma câmera *full HD* em cores e uma viatura técnica com toda a infraestrutura que uma missão não tripulada requer, esses VANTs vêm sendo operados principalmente na chamada Operação Veraneio. A Brigada Militar do Rio Grande do Sul começou a testar, em 2010, VANTs multirrotores durante partidas de futebol, como ocorreu na Copa Libertadores da América daquele ano e no campeonato local. Durante a realização da Vigésima Festa Nacional da Cebola, em 2011, no município de Ituporanga, a Polícia Militar de Santa Catarina (PMSC), em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), testou com sucesso modelos de VANTs de asas fixas, do tipo “asa voadora” e de design convencional<sup>6</sup>.

## A polícia militar do Estado de São Paulo

Em 2010, foi desenvolvido um projeto experimental para emprego de VANTs como apoio à fiscalização ambiental. Dentre os objetivos do emprego experimental dessa tecnologia, foram destacados: localização de destruição de península existente no rio da União Mogi-Guaçu; localização de drenos em várzea existente paralela ao mesmo rio, que resultou em multas e penalizações para os donos de uma fazenda localizada junto ao citado rio (?); localização de lagoa marginal utilizada para pesca predatória.

Em 2011, foi realizado o primeiro Curso de Operadores de VANTs da Polícia Militar Ambiental, também o primeiro da América Latina a fazer uso desse tipo de tecnologia para esse fim (?), realizado em parceria com a Universidade de São Paulo (USP) e com a empresa AGX Tecnologia, que disponibilizou dois VANTs, Tiriba 2 e um VANT Arara (RECANTA, 2013). O curso formou quinze policiais integrantes da Polícia Militar Ambiental de diferentes localidades do estado, envolvendo além da Polícia Militar Ambiental de São Paulo, DECEA, ANAC, Universidade de São Paulo (USP), Polícia Federal, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em parceria com pesquisadores de áreas multidisciplinares (MUNARETO, 2014) (?). A Figura 2 ilustra, à esquerda, policiais militares de São Paulo em Curso de Operadores de VANT e, à direita, VANT Tiriba da AGX Tecnologia

No processo de fiscalização, foram criados e adaptados algoritmos já existentes para reconhecimento de áreas Protegidas baseado em informações já existentes em bancos de dados, a exemplo do georreferenciamento de propriedades pelo INCRA e

<sup>6</sup> BASTOS, A. **VANTs em segurança pública e defesa civil**. Bahia: AOPMBA, 2 set. 2013. Disponível em: <http://www.aopmba.com.br/2012/?menu=artigos&id=54>. Acesso em: 5 jan. 2015.

<sup>7</sup> XAVIER, S. **Laboratório do ICMC pesquisa uso de VANTs para monitoramento ambiental**. São Paulo: USP, 19 nov. 2013. Disponível em: <http://www5.usp.br/36624/laboratorio-do-icmc-pesquisa-uso-de-vants-para-monitoramento-ambiental/>. Acesso em: 5 jan. 2015.

de áreas de reserva legal já averbadas em cartório de imóveis; também foi feita a criação e adaptação de algoritmos para cálculo de propriedade com adequação ao conceito de Módulos Rurais proposto pelo novo Código Florestal para tratar do distanciamento de Áreas de Preservação Permanente (APP) (OLIVEIRA, 2011).



Figura 2 - Curso de Operadores de VANT da Polícia Militar Ambiental de São Paulo

Fonte<sup>9,9</sup>

Dentre as propostas efetivas, é possível destacar a criação de algoritmo de identificação de eventos como desastres, desmatamentos e queimadas, além da criação de um banco de dados único que possa ser acessado e alimentado pelas instituições parceiras de forma *on-line*, sendo priorizada uma formatação padrão, levando em conta a utilização de *softwares* preferencialmente livres.<sup>10</sup>

## Marinha mexicana

O Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Marinha e a SecretariadaMarinha do México (SEMAR) compõem equipes, em 2010, do projeto para o desenvolvimento do *design*, tecnologia, piloto automático, biônica e os algoritmos, conjunto mecânico, construção da fuselagem, pintura e revestimento, planos e dimensões. Todos os equipamentos do avião e a torre de recepção cabem em uma maleta. Da esquerda para a direita, a Figura 3 mostra a maleta que contém computador e antena de telemetria, a torre de transmissão e, por fim, piloto com radiocontrole e VANT.

O objetivo do projeto foi reforçar as operações de inteligência, aumentar o desempenho no combate ao crime organizado, bem como auxiliar a população civil durante desastres e patrulhar o seu extenso litoral de 11.000 quilômetros.<sup>10,11</sup>

<sup>8</sup> *Ibid.*

<sup>9</sup> RECANTA. **Monitoramento nas áreas rurais de São Paulo será feito por três veículos aéreos não tripulados (VANTS).** [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: [http://www.recanta.org.br/vants\\_deteccao\\_crimes\\_ambientais\\_sp.html](http://www.recanta.org.br/vants_deteccao_crimes_ambientais_sp.html). Acesso em: 5 jan. 2015.

<sup>10</sup> OLIVEIRA, L. J. **Realidade e necessidades da polícia militar ambiental VANTS.** São Paulo: PMESP, [2011?]. Disponível em: [http://wiki.dpi.inpe.br/lib/exe/fetch.php?media=workshopvants:workshopvants:ten\\_leandro\\_apresentacao\\_inpe.pdf](http://wiki.dpi.inpe.br/lib/exe/fetch.php?media=workshopvants:workshopvants:ten_leandro_apresentacao_inpe.pdf). Acesso em: 5 jan. 2015.

<sup>11</sup> DEFESANET. **Treinamento de fuzileiros navais simula condições reais de combate.** 6 set. 2011. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/naval/noticia/2666/Treinamento-de-fuzileiros-navais-simula-operacoes-reais-de-combate/>. Acesso em: 14 jun. 2015.

O principal objetivo desses VANTS táticos é o de apoiar as operações da Marinha Mexicana. O funcionamento com piloto automático lhes dá autonomia dentro de uma missão planejada.<sup>10,11</sup>



**Figura 3 - Sistema VANT da Marinha Mexicana**

Fonte<sup>11</sup>: Dialogo (2012). Organização: o autor (2015).

Os miniVANTS, ilustrados na **Figura 4**, menores do que o VANT convencional e não equipados com trem de pouso, são considerados mais táticos, porque podem operar em áreas menores e não necessitam de uma pista de pouso para aterrissar. Enviam imagens de vídeo padrão para estações terrestres em tempo real, tiram fotos de alta resolução e criam mosaicos de fotos com 44 imagens de uma área específica, sendo considerados uma ferramenta de valor inestimável para o reconhecimento de áreas afetadas por desastres naturais, o que gera economia de recursos para a Marinha, pois o uso de aeronaves tripuladas pode ser reservado para as operações de resgate em locais específicos, evitando voos de reconhecimento tripulados com um custo estimado de 800 a 900 dólares por voo.<sup>12,13</sup>



**Figura 4 - MiniVANT em procedimento de decolagem**

Fonte: Dialogo (2012)<sup>11</sup>

<sup>12</sup> INOVAÇÃO que voa alto. **Dialogo Revista Militar Digital**, 1 out. 2012. Disponível em: [http://dialogo-americas.com/pt/articles/rmisa/features/security\\_technology/2012/10/01/feature-pr-20](http://dialogo-americas.com/pt/articles/rmisa/features/security_technology/2012/10/01/feature-pr-20). Acesso em: 30 dez. 2014.

<sup>13</sup> DEFESANET. **Treinamento de fuzileiros navais simula condições reais de combate**. 6 set. 2011. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/naval/noticia/2666/Treinamento-de-fuzileiros-navais-simula-operacoes-reais-de-combate/>. Acesso em: 14 jun. 2015.

## O Corpo de Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil

Na Marinha do Brasil, foi ativado em 2003 o Batalhão de Controle Aerotático e Defesa Antiaérea, subordinado ao Comando da Divisão Anfíbia, passando a ocupar as instalações da extinta Companhia de Comando da Divisão Anfíbia e marcando a última etapa da reestruturação da Força de Fuzileiros da Esquadra. Essa nova Organização Militar do Corpo de Fuzileiros Navais passa a reunir numa só unidade os meios de busca e vigilância do espaço aéreo, tendo por finalidade melhor explorar a terceira dimensão do combate, preenchendo lacunas advindas da não existência de um núcleo de comando permanentemente constituído para o Componente de Combate Aéreo. Essa unidade centralizará o controle do apoio aerotático, exercendo sua coordenação com a defesa antiaérea (**Figura 5**)<sup>14</sup>.



**Figura 5 - VANT Carcará II utilizado pelo Corpo de Fuzileiros Navais**

Fonte: DEFESANET (2011)<sup>15</sup>

## Legislação e segurança

A utilização de um sistema VANT requer atenção especial às questões de segurança para prevenção de acidentes catastróficos com risco potencial de perda de vidas humanas ou instalações em solo (instalações residenciais, comerciais, fabris e espaços de uso coletivo em geral)<sup>16</sup>.

Uma grande preocupação a ser observada pelos operadores de VANTS são as implicações para a tráfego aéreo, valendo ressaltar que, além da possibilidade de derrubar um outro avião em voo, o VANT também está sujeito a queda, seja por falha humana, falha de programação ou falha no sistema. Ilustrados na **Figura 6**, da esquerda para a direita, avião Hércules após colisão com VANT durante voo e VANT incendiado, após queda.

<sup>14</sup> FILHO, J. C. Batalhão de controle aerotático e defesa antiaérea. **Âncoras e fuzis**, ano V, n. 22, 5 nov. 2003. Disponível em: [https://www.mar.mil.br/cgcfm/downloads/ancoras\\_efuzis/22ancfuz.pdf](https://www.mar.mil.br/cgcfm/downloads/ancoras_efuzis/22ancfuz.pdf). Acesso em: 9 fev. 2015.

<sup>15</sup> DEFESANET. **Treinamento de fuzileiros navais simula condições reais de combate**, 6 set. 2011. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/naval/noticia/2666/Treinamento-de-fuzileiros-navais-simula-operacoes-reais-de-combate/>. Acesso em: 14 jun. 2015.

<sup>16</sup> TRINDADE JÚNIOR, O. **Fatores de sucesso na operação de sisvants**. São Paulo: ICMC, USP, 2013.

Atualmente, no espaço aéreo brasileiro, já existe um aparato de aeronaves funcionando dentro de uma regulamentação estabelecida com planos de voo. O VANT é considerado um “intruso” nesse contexto, sendo de fundamental importância o conhecimento desse contexto por parte de quem pilota o VANT, principalmente no que se refere aos “corredores visuais” ou de visibilidade e aerovias, além da autorização para fazer uso daquele espaço, evitando o conflito do mesmo ponto de voo com outra aeronave<sup>17</sup>.



**Figura 6 - Acidentes com VANT**

Fonte: Munaretto (2014)

Quando ao marco regulatório para o setor, no Brasil, há uma grande dificuldade dos legisladores na definição da legislação, dada a diversidade de modelos de VANTs atualmente no mercado, não havendo legislações internacionais de consenso. No Brasil, os aeromodelos têm regulamentação já estabelecida, considerando que esse tipo de aeronave não é um VANT, porém não deixa de ser um precursor dos VANTs. A partir de 2012, foi definida a regulamentação experimental para o uso de VANTs. Quanto ao uso específico ou comercial, a ANAC vem desenvolvendo a legislação que visa regulamentar esse tipo de atividade, sendo esperado que, quanto maior o peso ou o risco que a aeronave represente no desenvolvimento de sua atividade, maior o nível de regulamentação, já sendo sinalizado pela ANAC que os VANTs serão classificados em classes, sendo a classe 1 até 25 kg, a classe 2 de 26 a 150 kg e a classe 3 acima de 150 kg, o que gerará também critérios para o piloto que opera a aeronave, desde um aeromodelista, possivelmente no caso da classe 1, até um piloto com as mesmas características dos pilotos de aeronaves tripuladas, possivelmente no caso da classe 3 (<sup>17</sup>).

A regulamentação aplicada à aeronáutica civil no Brasil funciona por meio de quatro órgãos regulamentadores: a Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO), que emite padrões via Anexos ou SARP, abrigadas pelo Código Brasileiro de Aeronáutica e pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA); o Ministério da Defesa, que regulamenta empresas de aerolevante; a Organização Internacional de Telecomunicações (OIT), à qual a ANATEL é vinculada, que faz a homologação e emite autorização para todos os equipamentos transmissores no país por meio

<sup>17</sup> MUNARETTO, L. VANT: Sistema, aplicações e legislação. **Minicurso Webinar/Mundogeo**. São Paulo, 2014. Disponível em: <https://global.gotowebinar.com/join/over.tmp?jsessionid=abcf3X61PAp055NDPE28u?webinar=709672779489830850>. Acesso em: 6 nov. 2014.

de Regulamentações, abrangendo também o sistema de transmissão e telemetria dos VANTs; Organizações Normatizadoras no mundo, que, apesar de não terem ingerência no Brasil, têm suas normas adotadas. A ANAC legisla por meio dos Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil (RBAC), sendo que, no futuro, o RBAC 92 será o que regulamentará os VANTs.

O processo de regulamentação ou certificação do VANT passa pelos estágios de: Tipo, Suplementar de tipo, Produção, Aeronavegabilidade (todos relacionados ao projeto e fabricação do VANT), Empresa Operadora (de responsabilidade da ANAC e Ministério da Defesa, no caso de aerolevante), Pessoas, Oficina de Manutenção, Registro e Matrícula, Transmissores (de responsabilidade da ANATEL), e Espaço Aéreo, de responsabilidade do DECEA, que faz uso do NOTAM, uma autorização especial em que consta o período e o local onde o voo será realizado<sup>18</sup>.

A legislação que trata do aeromodelismo, a Portaria DAC n.º 207, está em vigor desde 07 de abril de 1999 e prevê que essa atividade deve se realizar em local distante de áreas densamente povoadas; que não devem ser realizadas operações de acrobacia na presença de público sem que o aeromodelo tenha sido testado e o operador tenha certeza de êxito; que nenhum aeromodelo deve ser operado a mais de 400 pés; e que somente se podem utilizar aeródromos após a autorização do órgão responsável.

Os VANTs experimentais são regulados pela Instrução Suplementar 21-002 da ANAC, que visa orientar sobre a emissão do Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE), com base no RBAC 21 para Sistemas de Veículos Aéreos Não Tripulados (SISVANTs), e pela AIC n.º 21/10, de 23 de setembro de 2010 (ANAC, 2010). Emitida pelo DECEA, a Circular de Informações Aeronáuticas visa fornecer as informações necessárias para o uso do espaço aéreo brasileiro pelos VANTs, estando definidas no item quatro todas as características que devem necessariamente ser informadas para obtenção da permissão de utilização do espaço aéreo (BRASIL, 2010). Os transmissores do VANT, que são regulados pela ANATEL, passam por um processo de homologação que segue o seguinte critério: o fabricante ou representante dos transmissores mandará a documentação referente ao transmissor para a ANATEL; paralelamente, as especificações técnicas serão enviadas para um Organismo de Certificação, designado pela ANATEL, e o equipamento será enviado para um laboratório, onde são feitos os testes; estando tudo certo, é enviado um Relatório de Ensaio do laboratório para o Organismo de Certificação, designado pela ANATEL, que emite um Certificado de Conformidade para a ANATEL, que, por sua vez, emite o Certificado de Homologação dos transmissores, ilustrado na **Figura 7**, sendo que a licença para operação dos transmissores é feita por outro processo, também regulado pela ANATEL<sup>18</sup>.

<sup>18</sup> MUNARETTO, L. VANT: Sistema, aplicações e legislação. **Minicurso Webinar/Mundogeo**. São Paulo, 2014. Disponível em: <https://global.gotowebinar.com/join/over.html?jsessionid=abcf3X61PAp055NDPE28u?webinar=7096727794898350850>. Acesso em: 6 nov. 2014.

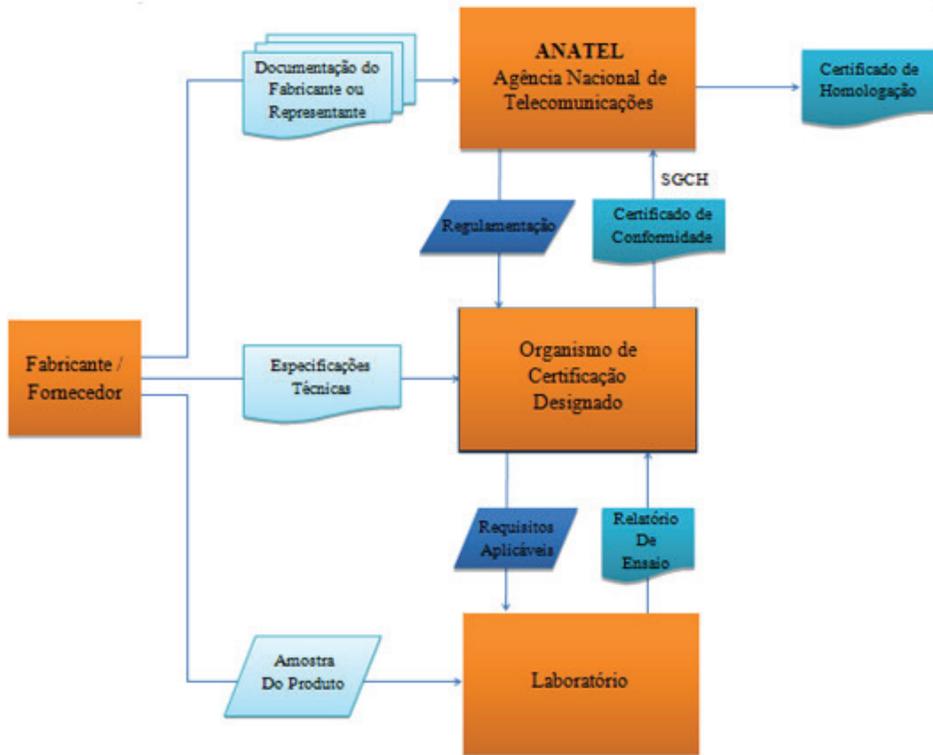


Figura 7 - Fluxograma do Modelo de Processo de Homologação adotado pela ANATEL

Fonte: Munaretto (2014). Adaptado pelo autor (2015)

A operação de qualquer tipo de VANT poderá ocorrer em espaço aéreo segregado, definido por NOTAM, ficando proibida a operação em área compartilhada com aeronaves tripuladas. Dessa forma, visa-se à redução do risco para pessoas e propriedades no ar ou no solo (ÉBOLI; GRANJEIA, 2014).

## **Aerolevantamento com o uso de plataforma VANT**

Os VANTS já vêm sendo utilizados na aquisição de imagens por aerolevantamento devido ao seu baixo custo operacional, se comparado ao de uma aeronave convencional, a exemplo da figura seguinte.

O Instituto Militar de Engenharia realizou um estudo intitulado Detecção do Contorno de Alvos em Imagens Adquiridas por VANTS. Permitindo a identificação de imagens coloridas obtidas por meio de câmera de vídeo de baixo custo acoplada em plataforma não estabilizada embarcada em plataforma VANT, que permite navegar a distância e identificar alvos na superfície do terreno. Tendo como objetivo a identificação de alvos na superfície do terreno, as imagens de vídeo são convertidas através de pré-processamento

do vídeo e das cenas selecionadas utilizando a transformação por componente principal, filtragem e manipulação de histograma. Logo após, é feita a detecção de bordas utilizando o método de Canny com delimitação supervisionada do contorno (geração de imagem binária), perseguição da borda por meio da cadeia de Freeman, transformação para o espaço da função de ângulo tangente e detecção do objeto, sendo que os resultados apresentados indicam a exequibilidade da modelagem proposta e a viabilidade da utilização do procedimento para a detecção de alvos em imagens de baixa qualidade<sup>19</sup>.

A aerofotogrametria tem sido usada por engenheiros rodoviários, inicialmente apenas com finalidade de estudo de alternativas aos itinerários, em seguida passando a ser usada em todas as fases dos projetos de estradas. Nas fases preliminares, fornece informações para todos os projetos complementares, além de permitir os estudos de variantes, sendo questionada a comparação da precisão da altimetria realizada pela fotogrametria e topografia, devido às restrições apresentadas pela primeira. Fato que pode ser corrigido utilizando-se uma escala grande de fotografia (1:3.000) com pré-sinalização dos pontos de apoio à fototriangulação e restituição de equipamentos de alta qualidade<sup>20</sup>, como ilustrado na **Figura 8**.

Marcato Junior *et al.* (2009) realizaram um trabalho com objetivo de atualizar a base cartográfica da FCT/Unesp utilizando imagens coletadas com câmera digital não métrica *Hasselblad H1D*, no ano de 2007, e produzir uma ortofoto da área de estudo, com a base cartográfica gerada a partir de imagens obtidas com câmera analógica métrica *Wild RC 10*, em 2003.



**Figura 8 - Imagem gerada a partir de fotografias obtidas por VANT**

Fonte: Bons Voos (2014)

<sup>19</sup> FIGUEIRA, N. M.; VOLOTÃO, C. F. S. Detecção do contorno de alvos em imagens adquiridas por vant. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 65/4, p. 643-650, 2013.

<sup>20</sup> SILVA, D. C.; COSTA, G. C. Aerofotogrametria em projetos de estradas. In: Simpósio Brasileiro de Ciências e Tecnologias da Informação, 3., 2010, Pernambuco. **Anais [...]**, p. 001-013, 2010.

## Sistemas de Informação Geográfica e mapas colaborativos: ferramentas de apoio no planejamento e gestão para fiscalização ambiental

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são aplicados para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também por meio de sua localização espacial; oferecem ao administrador todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto, inter-relacionadas com base na localização geográfica, fazendo-se necessário que a geometria e os atributos dos dados em um SIG estejam georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica<sup>21</sup>.

A terceira geração de SIGs é caracterizada pelo gerenciamento de grandes bases de dados geográficos, com acesso através de redes locais e remotas, via WWW (*World Wide Web*). Esses sistemas deverão seguir os requisitos de interoperabilidade, de maneira a permitir o acesso de informações espaciais por SIGs distintos, podendo ainda serem vistos como o desenvolvimento de sistemas orientados para troca de informações entre uma instituição e os demais componentes da sociedade (*society-oriented GIS*). Essas diferentes tecnologias podem trabalhar de maneira complementar: os GIS *desktop* podem utilizar gerenciadores de dados geográficos, que podem estar ligados a servidores *web*, e os usuários desses dados podem ter interfaces personalizadas, construídas a partir de componentes GIS<sup>22</sup>.

A cartografia do mapeamento colaborativo na internet permite uma personalização dos conteúdos em termos de formatos visuais ou inserção de elementos informacionais (RIBEIRO; LIMA, 2011). Um bom exemplo é o aplicativo *waze*, cuja finalidade é o compartilhamento de informações sobre o trânsito em tempo real, permitindo que os usuários interajam atualizando o aplicativo com informações relevantes, por meio do próprio *waze* ou do *facebook*. Tratam o mapa colaborativo como mídia locativa, no sentido de se agregar conteúdo digital a uma localidade por meio da troca de dados dinâmicos de dispositivos móveis e computadores<sup>23</sup>.

Na gestão de crises, o mapa colaborativo *web* pode ser desenvolvido dispondo métodos de interface multimodal para dispositivos móveis, até mesmo como portal de apoio logístico para ajuda humanitária, permitindo coordenação dentro e entre equipes e visão do progresso do trabalho realizado por meio de informações relevantes para realização das tarefas ao alcance da mão<sup>24</sup>.

<sup>21</sup> CÂMARA, G.; QUEIROZ, G. R. Arquitetura de sistemas de informação geográfica. In: **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.

<sup>22</sup> *Ibid.*

<sup>23</sup> PARASKEVOPOLOU, O.; CHARITOS, D.; RIZOPOULOS, C. Prácticas artísticas basadas en La localización que desafian La noción tradicional de cartografía. **Artnodes revista de arte, ciência y tecnología**. Catalunya: Universitat Oberta de Catalunya, 2008.

<sup>24</sup> MACEARCHREN, A. M. et al. Geocollaborative crisis management: designing technologies to meet real-world needs. In: ANNUAL NATIONAL CONFERENCE ON DIGITAL GOVERNMENT RESEARCH, 7., 2006, San Diego, CA. **Proceedings** [...].

## A fiscalização ambiental na PMERJ/CPAM: breve histórico

No estado do Rio de Janeiro, foi criado por meio do Decreto Estadual n° 9520, de 15 de dezembro de 1986, o 23° Batalhão de Polícia Militar, que passa a denominar-se, pelo Decreto Estadual n° 10376, de 25 de setembro de 1987, Batalhão de Polícia Florestal e de Meio Ambiente (BPFMA), tendo sua área de atuação ampliada para a preservação do Meio Ambiente em todo o Estado. No ano de 2012, por meio do decreto n° 43.641, o BPFMA passa a ser denominado Comando de Policiamento Ambiental (CPAm), funcionando como Comando Intermediário entre o Comando-Geral da corporação e as Unidades de Policiamento Ambiental. Está subdividido em sete Unidades de Policiamento Ambiental (UPAm), com sede nos Parques Estaduais de Três Picos, Pedra Branca, Tiririca, Ilha Grande, Desengano, ilustrado na Figura 9, uma UPAm fluvial e uma UPAm móvel<sup>25</sup>.

A UPAm do Desengano trabalha diariamente com oito policiais no patrulhamento ostensivo, cobrindo 28 municípios, conforme mapa seguinte. O patrulhamento é feito mediante atendimento a denúncias telefônicas e programação do comando. A atividade policial militar baseia-se no Artigo 144, § 6º, previsto na Constituição Federal Brasileira; no caso ambiental, o amparo legal é o Código Penal Brasileiro (Lei n.º 7.209 de 11.7.1984), Código de Processo Penal Brasileiro (Decreto-Lei n.º 3.689 de 3.10.1941), Lei de Crimes Ambientais (Lei n.º 9.605 de 12.2.1998), Lei da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei n.º 6.938 de 31.8.1981), Lei de criação do SNUC (Lei 9.985 de 18.17.2000), Lei de Recursos Hídricos (Lei n.º 9.433 de 8.1.1997), entre outras.

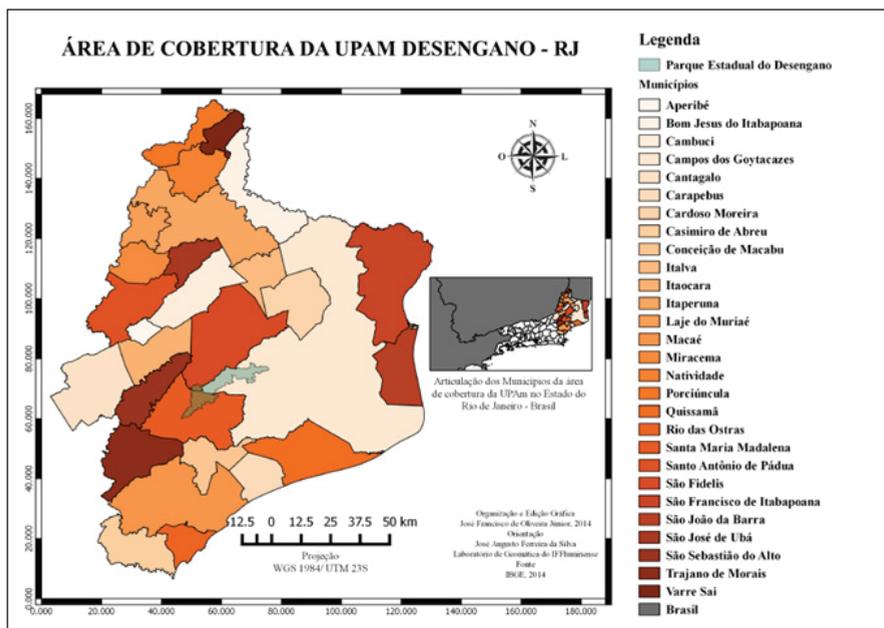


Figura 9 - Unidades de Policiamento Ambiental (UPAm)

Fonte: Autores (2015)

<sup>25</sup> COMANDO de Policiamento Ambiental. CPAm. **Síntese histórica**. Disponível em: [http://www.cpampmerj.org/sintese\\_historica.html](http://www.cpampmerj.org/sintese_historica.html). Acesso em: 18 jun. 2013.

Os Parques Estaduais são áreas geográficas extensas e delimitadas, terrestres ou marinhas, dotadas de atributos naturais excepcionais, objeto de preservação permanente (SNUC, 2000). Destinam-se a fins científicos, culturais, educativos, espirituais, recreativos, constituindo-se em bens de uso comum do povo, auxiliando no desenvolvimento regional, cabendo às autoridades preservá-los e mantê-los intocáveis (BRASIL, 1988), preservando os ecossistemas naturais contra quaisquer alterações que os desvirtuem (PED, 2003).

Criado em 1970, com uma área de 224 km<sup>2</sup>, o Parque Estadual do Desengano (PED) é o segundo de maior extensão do Estado e um dos últimos remanescentes contínuos de Mata Atlântica, e ocupa parte dos municípios de Santa Maria Madalena, São Fidélis e Campos dos Goytacazes. O Administrador, além de desenvolver atividades de gerenciamento, de educação ambiental e acompanhamento de eventuais pesquisas, tem a função de fiscalização e de vigilância dos limites da UC e da zona de entorno que se estende por 10 km. As atividades provenientes da visitação pública, caçadores, coletores, extrativistas, cientistas e até mesmo dos responsáveis pela manutenção e fiscalização do Parque são consideradas capazes de impactar seus recursos, sendo as áreas de maior risco localizadas principalmente na parte junto às vertentes (PED, 2003).

Cabe à fiscalização do Parque auxiliar no combate a incêndios e no controle da caça, e coibir desbastes na vegetação, comercialização e transporte de produtos da fauna e flora, trânsito de madeira, lenha, carvão, saibro, areia e outros produtos extrativos, transporte ou condução de armas e apetrechos de caça. Cabe à administração proceder ao entrosamento com o Batalhão da Polícia Militar mais próximo (PED, 2003).

## Ações e proposições para o uso de geotecnologias na fiscalização ambiental na PMERJ/CPAm

A necessidade de registro de imagem de situações que pudessem se revelar infrações, administrativas ou penais, contra a ordem e segurança ambiental foi o principal fator que levou à utilização dos VANTs pela Polícia Militar Ambiental de São Paulo. Como o projeto VANT está em fase inicial, e ainda experimental, espera-se que o seu emprego traga a possibilidade de análise de situações críticas, como, por exemplo, desmatamentos de reservas florestais, extração mineral, fiscalização e monitoramento de Unidades de Conservação, otimizando o emprego de efetivo e recobrando de forma eficaz o território fiscalizado, uma vez que a tecnologia propicia 100% de recobrimento real.

Atualmente, a operação é realizada seguindo norma da ANAC, do DECEA e da ANATEL. O voo do VANT é realizado em espaço aéreo segredado e por meio de NOTAM. Por isso, foi escolhido o ambiente rural para seu emprego. A aceitação da tropa foi boa. Trouxe expectativas positivas, e a inovação tecnológica foi bem recebida; atualmente, outros Comandos estudam seu emprego em serviços urbanos de inteligência, controle de “distúrbios” civis e policiamento de locais de difícil acesso. O curso de operação do VANT

foi ministrado pelo fabricante em parceria com a universidade desenvolvedora. É um dos principais gargalos do projeto, uma vez que o curso demanda tempo considerável e habilidades próprias do indivíduo escolhido para operar o equipamento, principalmente baixa ansiedade e bons reflexos e coordenação motora. Quanto aos índices e indicadores, ainda não foram desenvolvidos. Pretende-se, num primeiro momento, direcionar seu emprego para a fiscalização de reservas legais averbadas e unidades de conservação, cujos indicadores devem ser tomados no tocante às constatações de não conformidades em comparação com as declarações e matrículas (Informante chave).

O planejamento do voo é realizado em conjunto com a SMA/SP, levantando-se as principais áreas de interesse do Estado. Os principais objetivos são: identificação de não conformidades; formação de banco histórico de imagens para comparações; planejamento de desenvolvimento ambiental e de obras públicas; e estímulo ao licenciamento das atividades. O VANT empregado foi configurado levando-se em conta o mercado de fabricantes, bem como a utilização por outras instituições. Dessa forma, atualmente, sua autonomia alcança 20 minutos de bateria, altura de operação entre 90 metros e 450 metros em relação ao solo, carga embargada até 2kg, peso total de decolagem até 10kg, decolagem por arremesso pelo operador, pouso por rolagem em pista, alcance até 10km de raio (visando à segurança de frequência), sistema de segurança redundante. Busca-se o pouso vertical, uma vez que esse momento é crítico para a operação do VANT, gerando inúmeros danos. O sensor em operação atualmente é uma máquina digital superior a 15 megapixels, mas se busca a implantação de máquina de melhor resolução, por volta de 36 megapixels. O sensor visa à obtenção de imagens fotográficas que, por processamento, formam um mosaico que pode ser ortorretificado. Também pode ser instalada câmera digital para filmagem e transmissão por TV, mas ainda não foi implantada tal solução, que é interessante para o monitoramento de áreas de interesse em segurança pública e em segurança ambiental. As estações de controle possuem capacidade para o processamento das imagens geradas, bem como para armazenamento. No caso das fotografias, o armazenamento ocorre no próprio VANT, e elas são posteriormente transferidas para a estação de comando, ao se encerrar a missão. (Informante chave).

A utilização de sistema de informação geográfica é feita na edição da missão do VANT e para o processamento das imagens, após realizada a missão. A finalidade é direcionar o policiamento para as áreas críticas, formar banco de imagens georreferenciadas e analisar teatros de operação. O planejamento minucioso da missão, o treinamento constante dos operadores, a manutenção constante e, ainda, a escolha detalhada dos locais de pouso e de decolagem têm por objetivo minimizar ou, até mesmo, evitar danos e perda do equipamento. A operação ocorre em alcance visual, por exigência da ANAC, o que eleva a segurança e controle sobre o vetor. (Informante chave).

O Corpo de Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil tem como principal motivo para a utilização dos VANTS o levantamento de dados estratégicos, com melhorias observadas principalmente na segurança operacional (meios e pessoal). A aceitação na corporação foi positiva, melhorando consideravelmente o andamento das operações e trazendo realismo para os diversos tipos de adestramento. O treinamento

foi realizado pela empresa fornecedora do equipamento e voltado para as necessidades dos militares, sanando e melhorando algumas variáveis de interesse da Força. Os SIGs são utilizados com a finalidade de navegação e levantamento de dados. Para evitar a perda do VANT, a empresa responsável pelo equipamento forneceu dados de segurança como: altitude mínima, distância máxima segura do *link* de dados, do *link* de vídeo, dos mais diferentes *waypoints*, voltagem mínima de bateria, limite de velocidade de vento, precipitação máxima, *checklist* antes do lançamento, manutenção periódica e vida útil de cada material (Informante Chave).

Na realização de voo, feito com o equipamento proposto no Corpo de Fuzileiros Navais, foram avaliados pelos militares dessa força todos os equipamentos relacionados ao SisVANT. O Informante chave B afirma que as características aerodinâmicas da plataforma VANT utilizada são aceitáveis, mas que existem outros modelos que poderiam ser utilizados e ofereceriam menos arrasto no voo. O *hardware* utilizado foi considerado robusto, confiável e com bom desempenho, sendo compatível com vários recursos a serem instalados (OSD, GPS, Tubo de Pitot, Temperatura, amperagem). Um ponto fraco observado foi a pouca memória para processar todos os dados, além da bússola muito grande e pesada que ocasiona arrasto e desequilíbrio. O *software* utilizado é bastante confiável, com uma infinidade de recursos e possibilidades para operar outros meios (Multirrotores, avião, asas tipo zagi, carros de controle remoto e meio náutico). O controle remoto *Turnigy 9X* tem como pontos fortes: baixo custo, *firmware* atualizável, boa quantidade de canais, de fácil configuração, e vários módulos compatíveis. Um ponto fraco observado foi o módulo não confiável (histórico de interferência), sendo confirmada perda momentânea de sinal várias vezes ao longo dos testes realizados (Informante shave).

O SisVANT é potencialmente utilizável para monitoramento ambiental, já que não necessita de grande estabilização de imagem/plataforma, tem boa mobilidade para acesso em locais de vegetação, rápida inicialização, baixo custo, é de fácil aprendizagem, resistente e ideal para treinamento de pessoal.

Em se tratando de crimes contra a flora, os casos de supressão ilegal de vegetação são de difícil identificação, uma vez que os criminosos evitam desmatar junto às rodovias, estradas ou trilhas, deixando cobertura vegetal a fim de que aqueles que passem pelas estradas não percebam.

é de fundamental importância a utilização de um VANT, pois, permite um ponto privilegiado de observação, num plano elevado, sendo possível observar uma grande área em pouco tempo otimizando a ação do policiamento. Ainda se tratando de policiamento ambiental, um VANT permitiria observarmos com maior rapidez e menor custo os casos de poluição hídrica, sobrevoando rios, lagos e lagoas, localizando os pontos e potenciais poluidores. No que tange a outros tipos de policiamento, ele pode servir como plataforma de observação dando suporte a operações de equipes que estejam em terra com informações sobre obstáculos, criminosos, pontos críticos etc. Ainda podemos citar como ponto forte o custo de operação e manutenção infinitamente inferior ao de um helicóptero, que seria outra plataforma que permitiria a execução das mesmas tarefas. Um ponto fraco que identifique no momento é ainda não termos nenhum profissional habilitado e com conhecimento técnico na área. (Informante chave).

A transmissão de vídeo em tempo real e fotografias aéreas são fundamentais, para orientar as equipes em terra e materializar os danos ambientais detectados nos sobrevoos, sendo de grande importância sensores térmicos e visores noturnos, a fim de se adaptar o equipamento à missão.

O CPAm, desde janeiro de 2013, georreferencia todas as suas ocorrências, a fim de obter uma análise e uma mancha criminal ambiental, de modo a melhor orientar seu policiamento ostensivo. Para georreferenciar as ocorrências, o CPAm utilizava o BATGEO, que é um sistema gratuito e disponível na Internet. Acredito que, possuindo um profissional habilitado tecnicamente na área e utilizando um software mais preciso, podemos otimizar ainda mais o emprego do policiamento ostensivo. O ponto negativo continua sendo a falta de profissionais habilitados e com conhecimento técnico na área. (Informante chave).

A utilização de aplicativos *open source*, reduzindo o custo, facilitaria a aceitação do investimento, se comparado com os *softwares* pagos, principalmente no caso da implementação de um SisVANT e um SIG, valendo ressaltar que um pelotão de VANT permitiria executar o policiamento ambiental de forma mais eficaz com um custo bem inferior ao de um helicóptero, além de estimular a capacitação de outros profissionais para o desenvolvimento desse tipo de serviço.

Em relação à utilização de mapas colaborativos, o Informante revela:

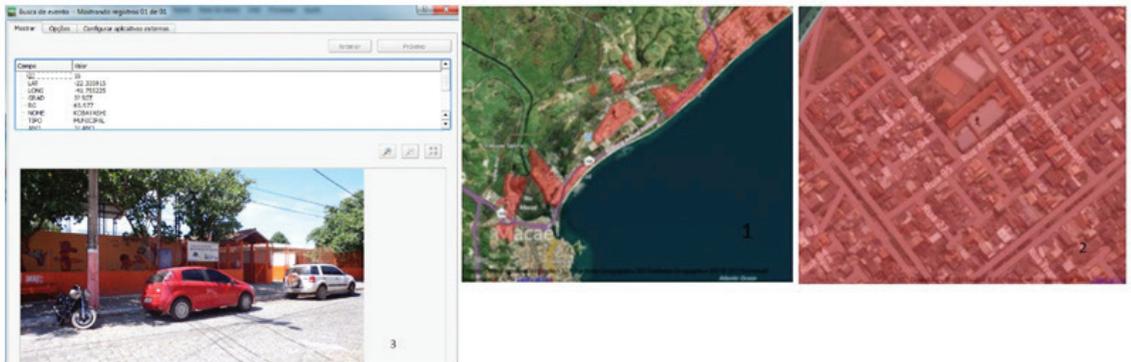
Acredito que essa tecnologia deva ser o próximo investimento do CPAm. A otimização das ações do CPAm se deu quando passamos a dirigir o nosso policiamento de forma mais inteligente, privilegiando as denúncias recebidas nas unidades, anônimas em sua maioria, por meio do Disque-Denúncia, telefone, e-mail etc. Em 2013, conseguimos triplicar o número de registros criminais, em comparação com o ano de 2012, com um efetivo menor; além disso, obtivemos um índice de confiabilidade nas denúncias de aproximadamente 50%, ou seja, a cada duas denúncias recebidas, uma se confirmou, resultando em um registro de ocorrência em uma delegacia circunscricional. Se ampliarmos essas denúncias para colaboradores, previamente cadastrados, acredito que seria mais um passo para otimização das ações de policiamento ostensivo ambiental. Chegamos inclusive a desenvolver um software em conjunto com uma empresa privada para esse fim, mas deixou de ser implementado por falta de recursos financeiros. (Informante chave).

A dificuldade de licenciamento para pesquisa junto à ANAC (CAVE), mesmo após visita à sede no Rio de Janeiro e vários contatos via e-mail, impossibilitaram testes para determinar uma distância segura do *link* da telemetria, bem como a geração de produtos de filmagem ou fotografias do terreno sobrevoado, ficando os testes limitados a voo do equipamento obedecendo à legislação de aeromodelismo.

Essas geotecnologias podem ser usadas não só pelo CPAm, mas por toda corporação, principalmente no que diz respeito ao SIG.

Foi desenvolvido então um sistema que atendesse ao Programa Educacional de Resistência às Drogas (PROERD), em que foram marcadas as escolas atendidas na área do Trigésimo Segundo Batalhão de Polícia Militar, que compreende os Municípios de Macaé, Quissamã, Carapebus, Rio das Ostras e Conceição de Macabu, com o

intuito de facilitar visitas de supervisão, além de auxiliar a Coordenação Estadual do Programa, uma vez que é possível gerar essas informações para todos os batalhões em que o programa é aplicado, podendo ser criado um SIG em nível estadual. Na **Figura 10**: 1 - Visualização geral da localização da escola no mapa; 2 - Localização precisa da escola com endereço; 3 - Ferramenta de evento eVis do QGIS com todas as informações referentes à escola e fotografia da entrada dos alunos.



**Figura 10 - Ferramentas WMS e de evento ID eVis do QGIS**

Fonte: Do autor (2014)

Para uma análise espacial no Parque Estadual do Desengano (PED) através do *software* QGIS 2.8, foram utilizados conceitos e parâmetros constantes em resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, Lei 9.985/2000), no Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012) e no Plano de Manejo do PED.

O PED está distribuído por três municípios: Santa Maria Madalena (34%), São Fidélis (5%) e Campos dos Goytacazes (61%), como ilustrado na **Figura 11**.

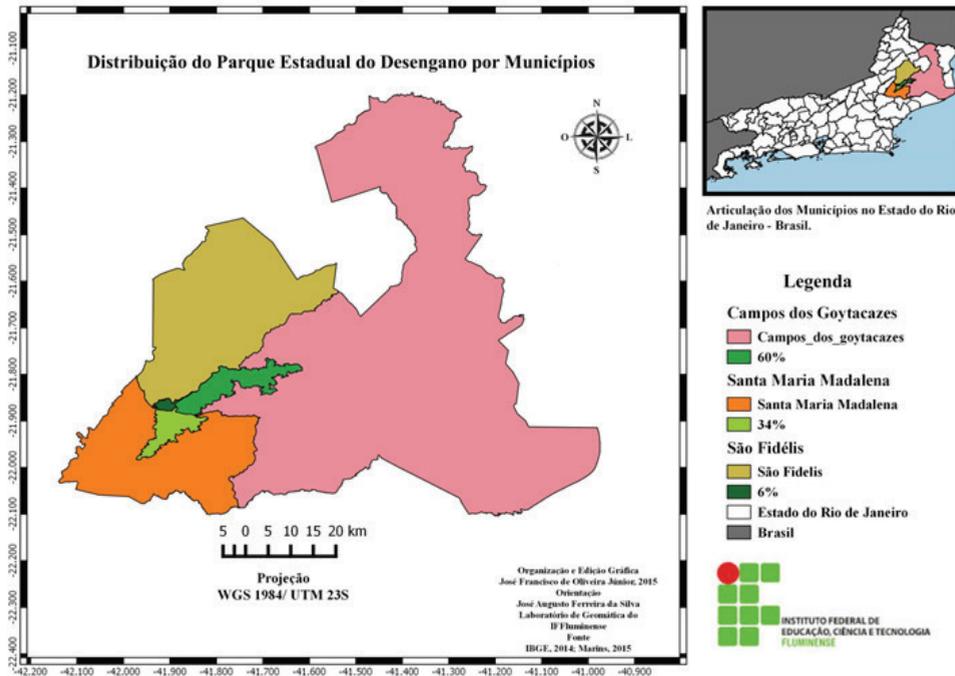


Figura 11 - Mapa da Distribuição do PED por Municípios

Fonte: Do autor (2015)

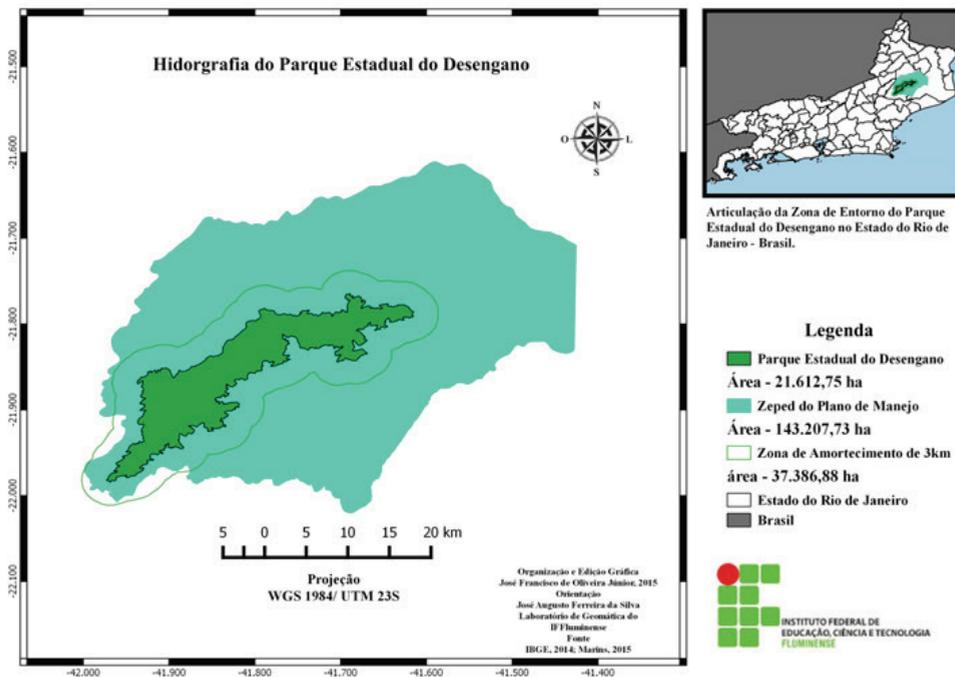
O SNUC<sup>26</sup> define Zona de Amortecimento (ZA) como: “o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”. A resolução 428/2013, que normatiza o licenciamento de empreendimentos não sujeitos à EIA-RIMA em áreas de reserva com alta diversidade ecológica, do CONAMA, estabelece como ZA uma extensão de três quilômetros da Unidade de Conservação, com exceção de Reservas Particulares do Patrimônio Nacional (RPPNs), Áreas de Proteção Permanente (APPs) e áreas Urbanas Consolidadas, caso não haja dispositivo em contrário especificado no Plano de Manejo da Unidade de Conservação<sup>27</sup>.

O Plano de Manejo do PED propõe aproximadamente 141.921 ha como área de Zona de Entorno do PED (ZEPED), que abrange terras dos municípios de Santa Maria Madalena, Campos dos Goytacazes e São Fidélis, adotando-se como critério para delimitação da ZEPED o emprego das principais rodovias e estradas vicinais que a circundam, propiciando um meio eficaz para a fiscalização realizada pelos agentes florestais, tendo como base as Folhas IBGE Cambuci, São Fidélis, Travessão, Renascença,

<sup>26</sup> BRASIL. **Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002**. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, SNUC, e dá outras providências. Brasília, 2002. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4340.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4340.htm). Acesso em: 1 ago. 2014.

<sup>27</sup> BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 428, de 17 de dezembro de 2010**. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641>. Acesso em: 1 ago. 2014.

Dores de Macabu, Campos, Conceição de Macabu e Carapebus, escala 1:50.000; e cujo perímetro se baseia nas rodovias RJ-146 e RJ-182, na cidade de Santa Maria Madalena, rodovia RJ-192, estradas de terra, rodovia RJ-158, rodovias BR-101 e RJ-180. Com esse critério, foi possível incluir nessa área protegida todo o sistema de drenagem do parque, incluindo a Lagoa de Cima, e todo o Vale do Imbé, sendo protegidos todos os rios que correm para a vertente atlântica, desde a nascente até a foz, e os que correm para a vertente continental, mesmo com nascente fora do PED; tributários do Paraíba do Sul com o Rio do Colégio também estão protegidos em todo o seu percurso (RIO DE JANEIRO, 2003). Pode ser verificado que algumas áreas compreendidas no Município de Santa Maria Madalena têm borda inferior a 3km, contudo a área proposta pelo plano de manejo do PED é 3,83 vezes maior do que a proposta pela Resolução CONAMA 428/13, conforme ilustrado na **Figura 12**.



**Figura 12 - Mapa da Zona de Entorno do Parque Estadual do Desengano**

Fonte: Do autor (2015)

Segundo o artigo 4º do Código Florestal Brasileiro (2012), são consideradas Áreas de Proteção Permanente em zonas rurais ou urbanas:

- as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos

- d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
- as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de: a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros; b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
  - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento, observado o disposto nos §§ 1º e 2º;
  - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água, qualquer que seja a sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
  - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;
  - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
  - os manguezais, em toda a sua extensão;
  - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
  - topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;
  - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;

Para efeito de cálculo das áreas de APP de topo de morro, complementando o artigo 4º inciso IX do Código Florestal Brasileiro, pode ser utilizada a resolução CONAMA 303 (2002) que, em seu artigo 2º, inciso VI, define: “base de morro ou montanha: plano horizontal definido por planície ou superfície de lençol d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota da depressão mais baixa ao seu redor”.

Foram confrontadas a hidrografia do PED fornecida pelo IBGE e a fornecida pela administração do PED, ilustrada na **Figura13**.

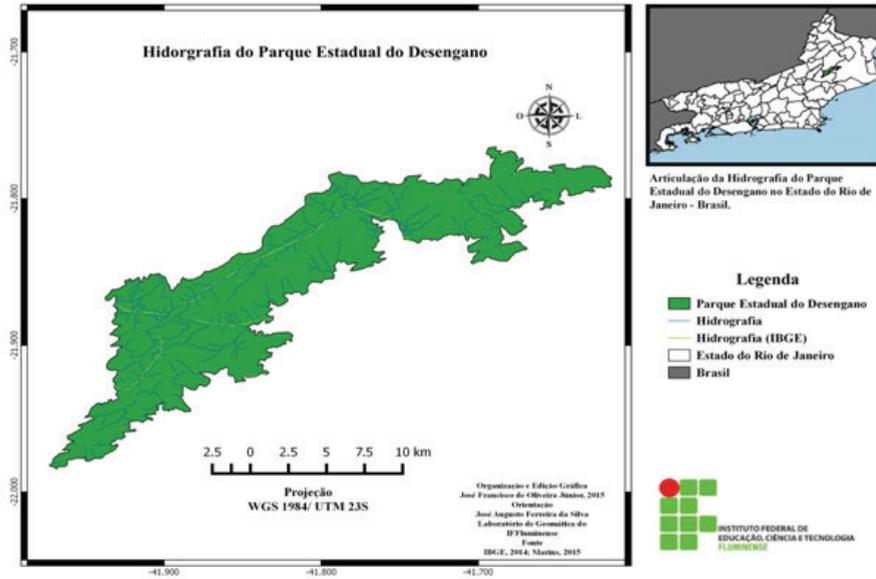


Figura 13 - Hidrografia do Parque Estadual do Desengano

Fonte: Do autor (2015)

Para estudo do relevo, foi elaborado um modelo digital de elevação do terreno do PED, em que se verifica a distribuição das altitudes entre 1 e 181 metros (ilustrado na Figura 14).

433

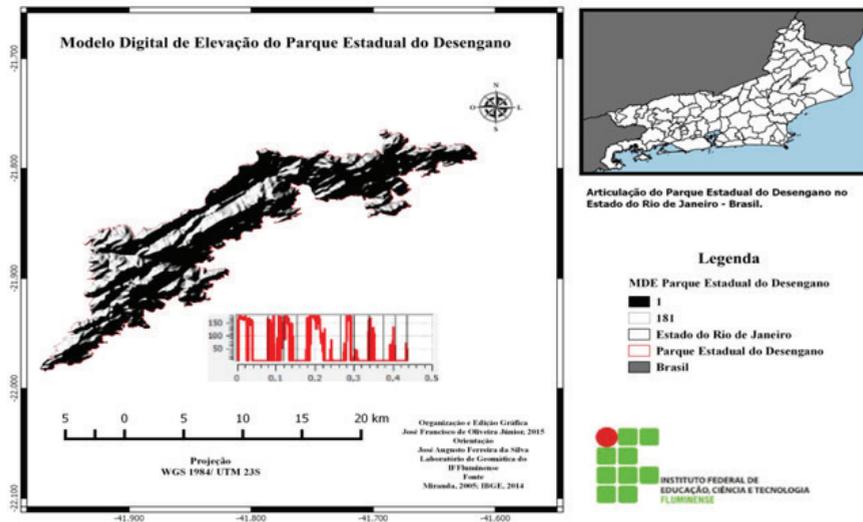


Figura 14 - Modelo Digital de Elevação do PED

Fonte: Do autor (2015)

## Conclusões

No Brasil, atualmente, a utilização dos VANTs se dá de forma legal e ilegal, sendo que a ocupação indiscriminada do espaço aéreo pode levar a acidentes catastróficos. A flexibilidade exigida pelo cliente em relação a baixo custo e pressa na decolagem faz com que o mercado ilegal ocupe algo em torno de 95% do mercado nacional, uma vez que o mercado legal é mais caro e exige o cumprimento de uma série de normas e autorizações para fazer o voo. De acordo com o “nicho” de mercado, a escolha do modelo do VANT é feita tendo como variáveis: a função, a aplicação ou operação, a carga paga (*pay load*) e o tamanho do VANT<sup>28</sup>.

O modelo de VANT proposto apresenta *software* e *hardware* confiáveis, tendo limitações aerodinâmicas, sendo também observado um risco elevado de danos ao equipamento na aterrissagem e lançamento. O problema pode ser resolvido com um quadricóptero, que proporcionaria pousos e decolagens suaves na vertical (*VTOL*), diminuindo também a necessidade de pista, principalmente para a aterrissagem, podendo-se efetuar o lançamento e recuperação do equipamento em espaços reduzidos.

A experiência com os VANTs em outras instituições militares tem sido positiva e promissora; a contribuição da tecnologia observada na PMESP demonstra que é possível e pertinente sua utilização, principalmente na atividade de policiamento ambiental.

A utilização dos VANTs é bastante recomendada nas atividades operacionais do CPAm, bem como em outras áreas de atuação da polícia, tendo como atrativos o baixo custo de implementação, operação (principalmente se comparado a uma aeronave tripulada que tem custo estipulado de oito mil reais a hora de voo), manutenção e, principalmente, a anulação do risco de morte por não possuir tripulação.

Um grande problema na implementação desse tipo de tecnologia encontra-se na indefinição da legislação, a qual submete cada projeto a uma avaliação individual por colegiado.

Os recursos *open source* são recomendados para utilização na instituição, devido à gratuidade, qualidade e diversidade dos produtos gerados, sendo um obstáculo a falta de pessoal especializado. A utilização de SIG para geração e implementação de bases *on-line* é de grande importância para a produção dos mapas colaborativos como ferramenta para geração de denúncias, pela população, e para trocas de informação entre os órgãos de proteção ambiental e de segurança pública.

## Agradecimentos

Nossos agradecimentos ao IFFluminense-PPEA pelo apoio na realização das pesquisas.

---

<sup>28</sup> MUNARETTO, L. VANT: Sistema, aplicações e legislação. **Minicurso Webinar/Mundogeo**. São Paulo, 2014. Disponível em: <https://global.gotowebinar.com/join/over.tmpl?sessionId=abcf3X61PApo55NDPE28u?webinar=7096727794898350850>. Acesso em: 6 nov. 2014.