

ANÁLISE DO EMPREGO DO VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO PELA FAB NA SEGURANÇA E PRESERVAÇÃO DA AMAZÔNIA¹

ANALYSIS OF THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES BY THE BRAZILIAN AIR FORCE IN THE SECURITY AND PRESERVATION OF THE AMAZON

Luiz Felipe Cavalcante Silva²

Miriam Maria Pedrosa*

Bruno Cesar Gabriel Silva**

RESUMO

Este trabalho acadêmico apresenta uma análise do emprego do Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) pela Força Aérea Brasileira (FAB) na defesa e preservação do território da Amazônia, com foco nos VANTs que a FAB já possui. Para tanto, são estudadas as aplicabilidades e vantagens da utilização desse vetor no Norte do país, levando em consideração as logísticas necessárias. Tendo em vista a existência de um esquadrão que já opera esse tipo de aeronave em Santa Maria, Rio Grande do Sul, são analisadas as capacidades de patrulhamento na Floresta Amazônica com a utilização dos VANTs por parte da FAB. Além disso, o trabalho apresenta a autonomia, os equipamentos e os produtos que podem ser obtidos pelos VANTs para o monitoramento e vigilância da região, visando identificar problemas e permitir uma ação rápida das autoridades competentes para neutralizar ameaças no local. O objetivo dessa análise é verificar capacidades que ajudem a garantir a conservação das potencialidades da Floresta Amazônica e os benefícios existentes nesse território, os quais são essenciais para o futuro e o progresso da nação brasileira. Isso se deve ao fato de que os interesses externos nas riquezas do bioma brasileiro e as ações ilegais de exploração de madeira e caça de animais têm aumentado a cada ano, influenciando diretamente na economia do Brasil e no clima mundial. Portanto, é necessário um monitoramento mais eficiente da região, e o uso de VANTs pela FAB pode ser uma alternativa promissora para esse fim.

Palavras-chave: Amazônia; Preservação; Veículo Aéreo Não Tripulado.

¹Artigo de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv) da Academia da Força Aérea (AFA).

²Cadete Aviador do 4º Esquadrão (Turma Orthrus, 2023).

*1º Ten QOCon Magistério Matemática Superior. Doutora em Ciências Cartográficas. Academia da Força Aérea. E-mail: pedrosammp@fab.mil.br.

**1º Ten QOCon Magistério Matemática Superior. Especialista em Gestão Escolar. Academia da Força Aérea. E-mail: gabrielsilvabcs@fab.mil.br.

ABSTRACT

This academic paper presents an analysis of the use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), known as Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) in Portuguese, by the Brazilian Air Force (FAB) for the defense and preservation of the Amazon territory, with a focus on the UAVs that FAB already possesses. To do so, the applicability and advantages of utilizing this platform in the northern region of the country are studied, taking into consideration the necessary logistics. Given the existence of a squadron already operating this type of aircraft in Santa Maria, Rio Grande do Sul, the patrolling capabilities in the Amazon Rainforest using UAVs by the Air Force are analyzed. Furthermore, the paper presents the autonomy, equipment, and products that can be obtained by the UAVs for monitoring and surveillance of the region, aiming to identify issues and enable prompt action by the competent authorities to neutralize threats on-site. The objective of this analysis is to assess capabilities that help ensure the conservation of the potential of the Amazon Rainforest and the existing benefits in this territory, which are essential for the future and progress of the Brazilian nation. This is due to the fact that external interests in the wealth of the Brazilian biome and illegal actions such as deforestation and animal hunting have been increasing every year, directly impacting Brazil's economy and the global climate. Therefore, more efficient monitoring of the region is necessary, and the use of UAVs by FAB can be a promising alternative for this purpose.

Keywords: Amazon; Preservation; Unmanned Aerial Vehicle (UAV).

INTRODUÇÃO

O Brasil possui mais da metade do bioma amazônico em seu território, um bioma que abriga uma das maiores biodiversidades do planeta, o que o torna um país com grande responsabilidade sob o território. É a maior floresta tropical do planeta e tem um valor inestimável não só no aspecto econômico, mas também devido a sua grande quantidade de recursos naturais e importância no clima mundial. Sendo assim, a Floresta Amazônica desempenha um papel imprescindível na manutenção de serviços ecológicos, tais como, a qualidade do solo e os estoques de água doce. Consequentemente, essa riqueza de recursos atrai interesses de outros países e de grandes empresas que buscam lucrar de forma ilegal (FEARNSIDE, 2003).

A Amazônia Legal registrou no primeiro trimestre de 2022 o maior número acumulado de alertas de desmatamento na história do monitoramento feito pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). O total alarmado chega a 941,34 km², maior índice desde 2016, segundo dados disponibilizados na plataforma Terra Brasilis, do INPE (BRASIL, 2022). Os números exorbitantes de desmatamento são ocasionados pela insuficiência de investimento por parte do governo, que

devido ao vasto território da região Amazônica, fazem com que as autoridades não consigam fiscalizar toda a área da floresta para prevenir ações ilícitas de forma célere (BRASIL, 2022).

Em um país de dimensões continentais como o Brasil, enfrentar o desafio de identificar e monitorar atividades ilícitas de várias naturezas é uma tarefa cada vez mais complexa para as instituições governamentais em todos os níveis. Esses desafios abrangem áreas como o combate ao tráfico de drogas na região da fronteira amazônica, a erradicação do cultivo de maconha no nordeste, a repressão a crimes ambientais, especialmente o desmatamento ilegal na região norte, e o enfrentamento do tráfico de armas e contrabando em áreas de tríplice fronteira, entre outros. A frequência e a escala desses crimes exigem o uso de ferramentas capazes de fornecer respostas rápidas às situações emergenciais que surgem com frequência nesses contextos (SILVA, 2013).

No ano de 1935, foi testado o primeiro Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), nos Estados Unidos da América, e desde então, o desenvolvimento destas aeronaves começou. Tal fato fez com que no ano de 1939, fosse finalizado o primeiro protótipo que já contava com diversos aprimoramentos, sendo de interesse do Exército dos EUA, que comprou 53 unidades do mesmo (PUCCI, 2019).

Com o passar dos anos, essas aeronaves evoluíram e, devido a moderna tecnologia que elas conseguem empregar, provaram seu valor trazendo diversos tipos de benefícios para quem as utiliza, tais como: não colocar em risco uma vida humana na cabine, maior detalhamento das informações, redução de custos, grande autonomia e agilidade nas missões.

Em 2014, a Força Aérea Brasileira adquiriu dois tipos de VANT, que são os Elbit Systems RQ-450 e RQ-900, ambos são de origem israelense e atualmente são empregados pelo 1º/12º GAv – Esquadrão Hórus localizado em Santa Maria-RS (GALANTE, 2011).

Atualmente, em muitas situações torna-se mais eficaz realizar o mapeamento de terrenos utilizando as aeronaves remotamente controladas, visto que elas conseguem mapear áreas com uma precisão cada vez maior, devido a tecnologia de câmeras e softwares são capazes de empregar, além de permitir o monitoramento de áreas de difícil acesso para o ser humano. A riqueza de detalhes é um dos principais benefícios, podendo mapear uma área extensa em um único voo, resultando em agilidade e redução de custos.

Nos dias atuais os drones podem ser utilizados para cumprir diversos tipos de missões não só de reconhecimento, mas também como patrulhamento e ataque (CORRÊA, 2023). Sendo assim, podemos observar a relevância desse vetor na atualidade, analisando a diferença que esse tipo de aeronave vem fazendo na guerra entre Rússia e Ucrânia, onde os VANTs têm realizado missões de

bombardeio, patrulhamento do território inimigo e reconhecimento de alvos para a artilharia (CORRÊA, 2023).

Portanto, analisa-se melhores formas de emprego da frota que já possui, a fim de serem utilizados com máxima efetividade em benefício do território brasileiro. Ademais, a Floresta Amazônica é uma das maiores riquezas nacionais e tende a se valorizar cada vez mais, devido à escassez de recursos naturais, devido à poluição do ar, desmatamento das matas nativas e extinção de animais. Para isso, cabe salientar a problemática na seguinte pergunta: em que medida o emprego do VANT pela FAB no território da Amazônia pode contribuir para a diminuição do desmatamento na região?

Questão esta que a pesquisa se destinou a responder, com o objetivo de apresentar as aplicabilidade de um VANT da FAB em contraste com a problemática do desmatamento da Amazônia. E, para cumpri-lo, sucedeu-se com as seguintes etapas que trazem a construção lógica e harmônica do tema: primeiramente, apontar a importância da Floresta Amazônica; seguido de apresentar os dados e as preocupações com o aumento do desmatamento na região; expor a história das Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP); caracterizar a relação do Brasil com o uso da tecnologia VANT; elencar diversas capacidades e vantagens de um VANT; e, ao final, discorrer sobre como a fiscalização do bioma da Região Norte do país é feita atualmente.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 AMAZÔNIA BRASILEIRA

Ao analisar o contexto histórico da Amazônia brasileira, cabe ressaltar seu papel na economia do Brasil desde muito tempo, como em 1823 quando iniciou-se uma atividade econômica extrativista de caráter intensivo, a extração da borracha. A partir dessa conjuntura, pode-se explicitar também a importância do café cultivado durante o século XX, o qual representou mais da metade dos ganhos com exportação, em comparação com a atividade extrativista da borracha, visto que ambas foram essenciais para o desenvolvimento econômico do país como o conhecemos nos dias atuais (CARNEIRO, 1977).

A região Amazônica, como é conhecida atualmente, formou-se há milhares de anos atrás, um lugar ímpar em extensão territorial e biodiversidade rica baseada na fauna e flora do local. Desta forma, a região atrai atenção de todo o planeta sendo referência de biodiversidade e recursos

naturais. Portanto, ela é a maior floresta do mundo, estando 69% no Brasil e ocupando cerca de 59% do território brasileiro. Além disso, a Amazônia Legal detém em torno de 45% da água potável subterrânea do território nacional e sua distribuição e a frequência com que recursos minerais e rochas se formam nela possibilitam avaliar o potencial de produção de água subterrânea (potencial hídrico), combustíveis fósseis (petróleo) e da formação de minérios de alto valor econômico na região (DOS SANTOS, 2012).

Castro e Andrade (2016) abordam a questão da Amazônia e seu valor, destacando que o seu valor de mercado é apenas uma parte do todo. No entanto, o verdadeiro valor da região reside naquilo que a maioria da sociedade não consegue perceber, já que a falta de informação entre a população resulta em uma visão banalizada dos privilégios proporcionados por essa área. Como consequência desse cenário, os autores observam que a expansão do agronegócio na Floresta Amazônica tem ocorrido de forma acelerada, uma vez que não há um monitoramento cuidadoso que atribua a devida importância à região e a proteja de maneira eficaz.

A expansão do agronegócio vem trazendo danos severos à região Amazônica. O fato de todos os benefícios que esse território proporciona para a sociedade serem desconhecidos pela maior parte da população faz com o que a situação de deterioração do local seja ainda maior (CASTRO; ANDRADE, 2016).

Há diversos fatores diretos e indiretos que favorecem para que o desmatamento aconteça, exemplos são as exportações da soja, criação de animais na Amazônia, a exploração mineral, exploração de madeira que ocasiona na extinção de espécies de grande valor ecológico e conservacionista, entre outros fatores que acabam por trazer problemas para a região. Ademais, a exploração do minério traz impactos cada vez maiores e irreversíveis, que acaba por colocar em risco a saúde da própria sociedade local, contaminando a água com metais pesados, como mercúrio, que é capaz de produzir sequelas de grande duração (AMAZÔNIA SOB PRESSÃO, 2021). O gráfico da Figura 1, retirado do site TerraBrasilis, retrata a soma do incremento de desmatamento em cada estado da Amazônia com o decorrer dos anos:

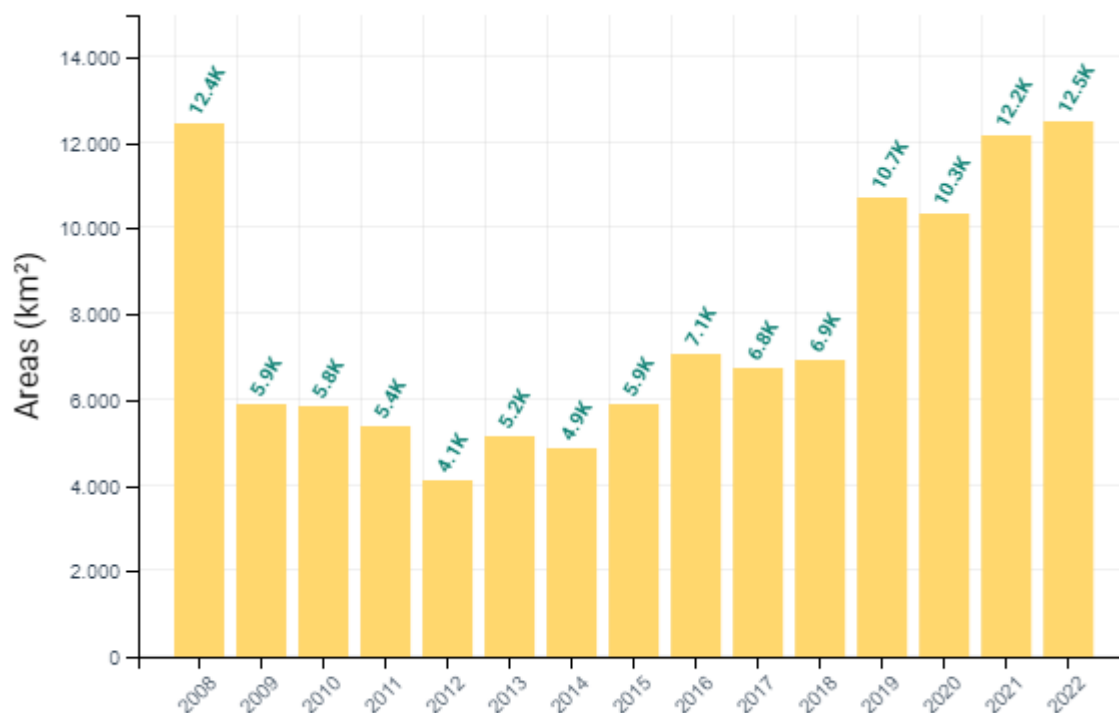


Figura 1 Incremento de desmatamento na Amazônia.

Disponível em: <<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/amazon/increments>>. Acesso em:

30 maio 2023

1.2 HISTÓRIA DOS VANTS

No ano de 1935, o norte-americano Reginald Denny projetou e testou o primeiro VANT rádio-controlado, o RP-1 ou RPV. Com isso, começou o desenvolvimento dessas aeronaves, buscando cada vez mais aperfeiçoá-las, o que fez com que nos anos seguintes os próximos projetos que seriam os RP-2 e RP-3 fizessem os seus testes. O protótipo RP-4 quando foi finalizado no ano de 1939 contava com diversos aprimoramentos que fez com que o Exército dos Estados Unidos da América se interessasse pelo VANT, comprando 53 unidades do mesmo (PUCCI, 2019).

Em 1970, iniciou-se então a era moderna dos VANTS. Longhitano (2010) relata que, nessa fase, projetistas nos Estados Unidos e em Israel começaram a elaborar experimentos com veículos ainda menores e mais acessíveis financeiramente, equipados com câmeras compactas que transmitiam imagens em tempo real. Além disso, conforme o autor, os VANTS foram empregados especialmente em áreas de inteligência militar e segurança pública.

Os VANTs apresentam vantagens significativas que podem ser exploradas de maneira eficiente. Uma dessas vantagens é a capacidade de obter imagens em tempo real com um menor custo (EISENBEISS 2009; WATTS 2010).

Outra vantagem, destacada por Silva (2013), é a possibilidade de acumular dados com elevado nível de detalhamento em áreas de difícil acesso ou que representem riscos, como comunidades periféricas, por exemplo. Além disso, os VANTs oferecem uma alta resolução temporal e espacial, permitindo uma análise mais precisa das informações capturadas.

Na atualidade os Veículos Aéreos Não Tripulados são produzidos e utilizados no mundo inteiro, diversos países estão trabalhando no desenvolvimento e aperfeiçoamento dessas aeronaves. Dentre esses vários países que desenvolvem essa tecnologia, dois países se destacam por estarem na vanguarda desse tipo de projeto, que são Israel e os EUA. O Hermes 900 da Elbit Systems, que é um drone israelense que vem se destacando no cenário mundial, foi projetado para longas missões táticas e de resistência com a missão primária de vigilância, reconhecimento e retransmissão de comunicações. O Hermes 900 atualmente é empregado em diversos países, como Israel, Colômbia, Chile, México, Suíça e até mesmo no Brasil (PINTO, 2014).

O fato de não possuir nenhum piloto a bordo torna o VANT com características únicas para ser empregado em áreas que são inacessíveis para o ser humano. Essas aeronaves são projetadas e desenvolvidas com dimensões menores com um desenho mais eficiente, tendo uma maior mobilidade para manobras, pois as limitações físicas apresentadas pelo homem são eliminadas, o que afeta diretamente no desenvolvimento do projeto. Uma das principais vantagens do VANT é excluir outra limitação que é a fadiga dos pilotos, tornando-o habilitado para voar com uma autonomia muito maior dependendo apenas do modelo (PLAVETZ, 2007).

2 MÉTODOS DE ANÁLISE

O presente artigo aborda a partir do método dedutivo de elaboração, onde se busca, a partir do conhecimento de princípios gerais, averiguar o objeto específico deste estudo que é o uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas como auxílio no monitoramento e preservação ambiental na região da Amazônia no Brasil. Para isso, será empregado o levantamento bibliográfico como procedimento técnico, com apoio em obras de referência, regulamentações, dissertações, plataformas online e periódicos. Em relação aos objetivos propostos, será adotada uma abordagem exploratória, que se baseia em indagar informações e ideias já disponíveis em livros, internet, periódicos, entre outras fontes (PEREIRA, 2010).

As informações utilizadas para a pesquisa foram obtidas de fontes diversas, incluindo o site da empresa Elbit Systems, fabricante dos VANTs pertencentes à FAB, Notícias disponíveis no site oficial da Força Aérea Brasileira sobre suas atividades e operações. Somado a isso, foram estudados diversos artigos acadêmicos e científicos sobre a importância da Amazônia para o Brasil, dados acerca do desmatamento na região, a fiscalização realizada atualmente pelos órgãos federais e estaduais, além de analisar quais seriam as vantagens de empregar os VANTs nesse contexto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 APLICABILIDADE DOS VANTS

Para Cardoso e Queiroz (2018) ao longo do tempo, houve um aumento significativo na disseminação de VANTs, popularmente conhecidos como Drones. Segundo as autoras, esses dispositivos estão se tornando indispensáveis na condução de estudos devido ao seu baixo custo e capacidade de alcançar áreas de difícil acesso, além de oferecerem resultados satisfatórios em termos de vigilância utilizando o sensoriamento remoto.

Os VANTs são operados por uma equipe composta por um piloto e um coordenador tático. Eles operam a partir de abrigos, conhecidos como *shelters*, onde controlam as aeronaves e seus sensores (FAB, 2016). Conforme estimativas de 2010, o custo de uma hora de voo de um VANT é apenas cerca de um décimo do custo de uma hora de voo de uma aeronave tripulada (FAB, 2010).

Os VANTs utilizados pela FAB, principalmente, o Elbit Hermes 900 que é um VANT de origem israelense já utilizado atualmente pela Força Aérea Brasileira, que tem a velocidade máxima de 220 km/h, autonomia de até 36 horas, teto de serviço de 9150 m (30.000ft) e pode levar uma carga útil de até 350 kg. O incremento operacional obtido com o Hermes 900 foi resultado da implementação do SkyEye, um conjunto composto por 10 câmeras de alta definição que possibilitam a realização de vigilância em uma ampla região, permitindo o monitoramento simultâneo de múltiplos alvos dentro dessa área. Além disso, a operação via satélite do Hermes 900 possibilita um alcance significativamente maior do que os 250 km do Hermes 450 (ELBIT SYSTEMS, 2023).

Segundo Sousa (2017), os usos no sensoriamento remoto feito por drones podem ser variados, já que há uma ampla multiplicidade de opções de sensores que podem ser utilizados em diferentes modelos. No entanto, é essencial recordar que é inevitável tomar cuidados desde a coleta até o processamento dos dados para afiançar que esses produtos sejam adequados para o emprego

desejado. Isso inclui o uso de técnicas apropriadas para a coleta dos pontos de fiscalização, uma repartição adequada desses pontos, seleção criteriosa das imagens e disposição diligente dos pontos de controle durante o processamento, entre outras considerações importantes.

Segundo a Elbit Systems (2023), os Hermes 450 e 900 podem desempenhar diferentes tipos de missões, como por exemplo o Reconhecimento em tempo real/não real e vigilância, pois conta com uma variedade de componentes, como o EO (Electro-Optical) que são sensores e sistemas que utilizam radiação eletromagnética na faixa do espectro óptico, ou seja, luz visível e infravermelha próxima. Esses sensores captam imagens e informações visuais do ambiente e podem ser usados para identificar objetos, realizar vigilância, coletar dados topográficos e outros fins.

Para a exploração e análise de inteligência geoespacial, além dos sistemas de aquisição de dados, como o Sistema de Aeronaves Não Tripuladas (SISVANT), também são necessários sistemas capazes de armazenar e analisar os dados brutos e metadados, incluindo informações como data, hora, posição geográfica e relativa dos sensores e da aeronave. A integração desses sistemas com os dados obtidos por sensores em VANTs e tecnologias de geoprocessamento e análise de imagens permite diversas aplicações no campo da inteligência de imagens (SILVA & ALMEIDA, 2010; ALMEIDA, 2012).

Softwares como o MetaShape que são utilizados para processamento de imagens e criação de modelos tridimensionais a partir de fotografias. Ele é amplamente utilizado em áreas como topografia, arqueologia, geologia, agricultura de precisão, entre outros. O MetaShape, desenvolvido pela empresa Agisoft, permite que imagens aéreas georreferenciadas sejam automaticamente alinhadas, e as processa para criar um modelo tridimensional detalhado do objeto ou ambiente fotografado. Ele utiliza algoritmos avançados de correspondência de pontos de interesse e reconstrução 3D para gerar o modelo. Para tanto, qualquer drone equipado com uma câmera RGB é capaz de gerar o modelo tridimensional. O sensor RGB é um dispositivo eletrônico que captura imagens coloridas por meio da intensidade de luz em três cores (vermelho, verde e azul), a fim de produzir diferentes tipos de imagens visíveis ao olho humano (AGISOFT, 2022). Segundo as especificações da empresa Elbit Systems (2023) o Hermes 900 utilizado pela FAB tem a capacidade de utilizar câmeras do tipo RGB e são capazes mapear o território da Amazônia verificando áreas que estão desmatadas. As Figuras 2 e 3 mostram uma imagem capturada por uma câmera RGB e que foi processada pelo MetaShape.



Figura 2 Foto feita por um drone
Fonte: acervo pessoal do autor (2023).

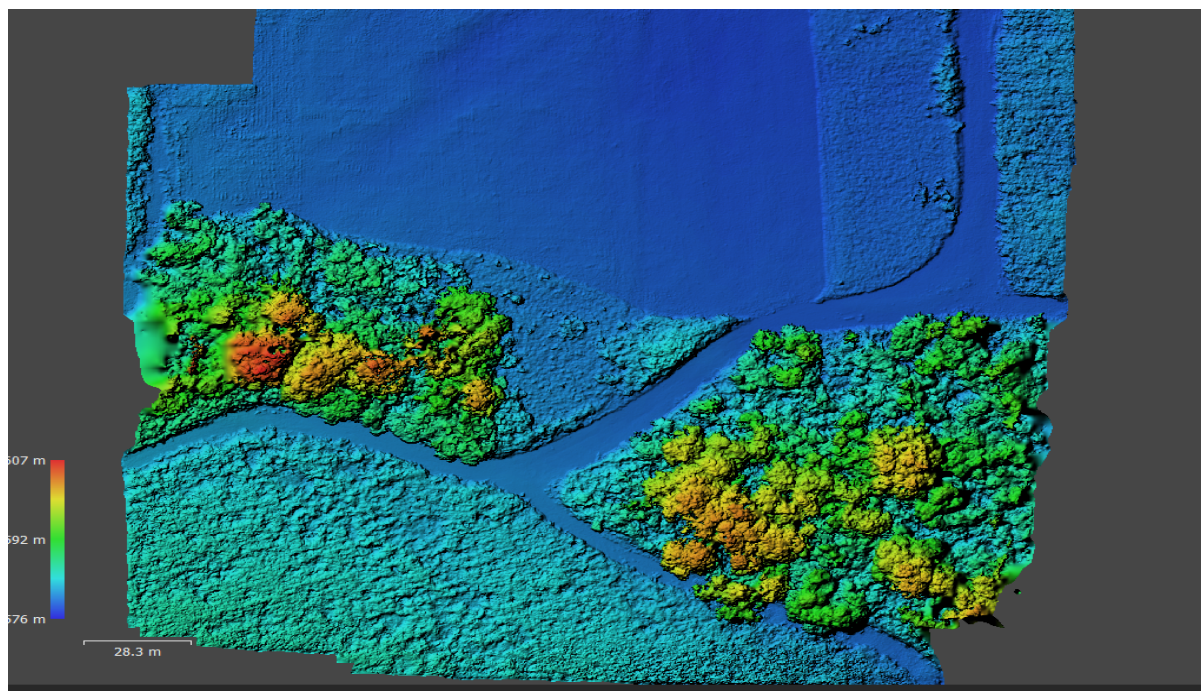


Figura 3 Fotografia processada pelo MetaShape
Fonte: acervo pessoal do autor (2023).

Dada tais informações em um país de dimensões vastas como o Brasil, a detecção e o monitoramento de atividades ilícitas de diversas naturezas representam uma necessidade e desafio em constante crescimento para as entidades governamentais em suas diversas esferas de atuação. Alguns desses desafios estão especialmente ligados à luta contra o tráfico de entorpecentes na fronteira amazônica, à erradicação do plantio de *cannabis* no Nordeste, aos crimes ambientais, especialmente o desmatamento clandestino na região Norte, ao tráfico de armas e ao contrabando em áreas de fronteira tripla, etc. A escala e a proporção com que esses crimes ocorrem exigem o uso de recursos que possam prover respostas rápidas às situações de emergência que surgem assiduamente nesses cenários (SILVA, 2013).

O mesmo autor ainda explica que a reação a esses desafios estão emergindo no Brasil com uma tendência crescente de uso do sensoriamento remoto. Além da atenuação dos custos operacionais em comparação com aeronaves tripuladas, o uso de VANTs oferece a capacidade de monitorar atividades ilícitas em tempo real ou em áreas de risco para a tripulação, tornando-se uma inigualável alternativa para segurança e defesa, além de abrir novas perspectivas no combate a infrações ambientais em locais de difícil acesso. As melhorias obtidas a partir desses dados podem ser maximizadas por meio do uso de ferramentas automatizadas de processamento de imagens implementadas nos atuais sistemas geoespaciais estratégicos disponíveis.

3.2 EMPREGO DOS VANTS NO BRASIL

São exigidas as seguintes permissões para atividades com VANTs no Brasil: 1) Autorização da ANATEL, para o uso de radiofrequências e prestação de serviços de telecomunicações; 2) Autorização da ANAC, para obtenção de um Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE), no caso de operações experimentais, ou solicitação de Autorização Especial de Voo, no caso de operações com fins lucrativos; e 3) Autorização do DECEA para utilização do espaço aéreo. Mesmo com o Certificado de Autorização da ANAC, todas as operações com VANTs estão sujeitas à aprovação do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) e, em alguns casos, do Ministério da Defesa ou do Comando da Aeronáutica (conforme estabelecido no §4º e §5º do Art. 8º da Lei 11.182, de 27 de setembro de 2005) (ANAC, 2012B).

A Força Aérea tem investido nos projetos envolvendo o desenvolvimento e utilização de VANTs, para uma ampla série de aplicações, tanto civis quanto militares. Essas aplicações incluem

desde a reação a desastres naturais, passando pela avaliação de impactos ambientais (LONGHITANO, 2010), monitoramento e mapeamento de culturas, monitoramento de linhas de transmissão (AMIANTI, 2010), geração de Modelos Digitais de Terreno (PEREIRA, 2012), entre outras. No setor industrial, muitas empresas têm focado suas atividades na comercialização de VANTs, o que reflete a atual legislação que impõe requisitos específicos para a operação comercial desses sistemas (ANAC, 2012B). No âmbito governamental, os principais projetos envolvem a compra de modelos importados pelo governo brasileiro, como o HERON 1, da empresa israelense IAI (Israel Aerospace Industries), adquirido pelo Departamento de Polícia Federal, e os HERMES 450 e 900, também da empresa israelense ELBIT, utilizado pela Força Aérea Brasileira (FAB). Esses modelos têm sido empregados em operações de mapeamento e vigilância da fronteira brasileira, embora ainda de maneira não sistemática.

No ano de 2011, a Força Aérea Brasileira recebeu o seu primeiro modelo do Hermes 450. Em 2013 criou-se o Esquadrão Hórus, primeiro esquadrão a utilizar esse tipo de aeronave, o 1º/12º Grupo de Aviação (GALANTE, 2011). Desde 2014, ambos os modelos do VANT Hermes são utilizados em conjunto, o que possibilita a realização de operações de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR) por períodos superiores a 48 horas consecutivas (FAB, 2014). Essa integração permite a coleta e análise de grandes volumes de dados em tempo real.

Atualmente sediado na Base Aérea de Santa Maria no Rio Grande do Sul, o esquadrão Hórus conta com dois modelos de VANTs, os Hermes 450 e Hermes 900, este último chegou em 2014. O esquadrão cumpre diversas missões de busca, controle aéreo avançado e reconhecimento. Além dos Hermes, as aeronaves de reconhecimento R-99, R-35 e RA-1, que têm capacidade de permanecer acompanhando alvos por 24 horas, atuam em conjunto no 1º/12º Grupo de Aviação (GALANTE, 2011).

Após a aquisição dos VANTs, o Hermes 450 seria utilizado principalmente para combater atividades ilegais, como o tráfico de drogas, delitos ambientais, garimpos ilegais e contrabando. As principais razões para sua utilização seriam garantir a segurança física dos operadores, sua capacidade de permanecer em voo por longos períodos e a precisão das informações obtidas por seus sensores (FAB, 2011).

De acordo com notícias divulgadas no site oficial da FAB, os VANTs importados de Israel podem ser utilizados não apenas para fins militares, mas também na área de segurança pública. Eles já foram empregados no controle do desmatamento durante a operação Sumáuma e em operações de defesa civil, como a operação Ágata, além de serem utilizados na segurança de grandes eventos.

Essas informações destacam a versatilidade e a variedade de aplicações dos VANTs, indo além do contexto estritamente militar (FAB, 2012; 2015; 2017).

Atualmente, a instituição já utiliza os Hermes 900 na proteção da Amazônia, porém ainda não é algo que ocorre de forma contínua. A Operação Samaúma, de Garantia da Lei e da Ordem (GLO) ambiental, é realizada em terras indígenas, em áreas federais de conservação ambiental, em regiões sob propriedade ou controle da União e mediante apenas solicitação dos governos estaduais. O Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (SARP) da Força Aérea Brasileira tem colaborado e otimizado as atividades de identificação de áreas de desmatamento na Amazônia Legal. O SARP possui a capacidade de detectar e capturar imagens aéreas em tempo real, utilizando tecnologia térmica, auxiliando os órgãos de fiscalização no mapeamento das ações de combate aos crimes ambientais. O SARP registra e transmite as informações por meio de uma plataforma via satélite. De acordo com o Major Aviador Vinícius Marques da Rosa, Chefe da Seção de Operações do Esquadrão Hórus, a principal vantagem do Sistema é a rapidez (FAB, 2021). A Figura 3 apresenta o Elbit Hermes 900 utilizado pela FAB:



Figura 4 Elbit Hermes 900 utilizado pela Força Aérea Brasileira

Disponível em: <<https://www.aereo.jor.br/2014/06/06/batalha-dos-drones-na-suica-vencedor-foi-o-hermes-900/>>

Acesso em: 04 maio 2023.

3.3 FISCALIZAÇÃO DA AMAZÔNIA NA ATUALIDADE

O sistema federativo adotado pelo Brasil tem como um dos seus princípios a descentralização de responsabilidades entre os entes federados (estados, Distrito Federal e municípios). A descentralização das responsabilidades ambientais começou a ocorrer a partir da Constituição Federal (CF) de 1988 (BRASIL, 2010) de maneira específica e não uniforme, o que demanda a necessidade de uma regulamentação mais clara e definitiva. A descentralização é um processo pelo qual são transferidas responsabilidades de algumas funções do governo central para os governos locais.

No âmbito federal, o Ibama é o órgão responsável pela fiscalização ambiental e possui competências como "exercer o poder de fiscalização ambiental", "executar as políticas nacionais de meio ambiente, relacionadas às atribuições federais, em termos de fiscalização, monitoramento e controle ambiental" e "executar ações subsidiárias de competência da União, de acordo com a legislação ambiental vigente" (BRASIL, 1989). Atualmente, as principais ações de fiscalização ambiental do Ibama continuam focadas na combate ao desmatamento ilegal na Amazônia. Além disso, a autarquia federal também atua em outras áreas temáticas, como o combate a infrações relacionadas à pesca, fauna, acesso ao patrimônio genético, crimes transnacionais e questões relacionadas ao licenciamento ambiental.

O principal órgão responsável pelo acompanhamento sistemático da Amazônia é o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Desde 1988, o INPE produz estimativas anuais das taxas de desflorestamento da Amazônia Legal. Atualmente, dois sistemas principais vigiam o território, cada um desempenhando uma função específica - PRODES - Vigilância por Satélite da Floresta Amazônica Brasileira; e DETER - Detecção de Desflorestamento em Tempo Real. O acompanhamento sistemático da Amazônia brasileira por satélite teve início em 1988, com o PRODES, que fornece a taxa anual de desflorestamento utilizando imagens do satélite norte-americano Landsat. O sistema DETER, operado pelo INPE, foi criado em 2004 para apoiar as operações de fiscalização realizadas em âmbito federal, estadual e municipal, utilizando dados dos satélites Terra e Aqua, norte-americanos, e CBERS, sino-brasileiro, para enviar alertas de áreas desflorestadas aos órgãos de fiscalização e controle (BRASIL, 2013).

Em 2004, quando o desflorestamento alcançou sua maior taxa anual, o governo brasileiro, em resposta a pressões internacionais, lançou um plano de ação com o objetivo de conter e controlar o desflorestamento na região. Esse plano foi elaborado pelo grupo permanente de trabalho

interministerial, criado no ano anterior com a finalidade de propor e coordenar ações para reduzir o desflorestamento na Amazônia (BRASIL, 2013). Os trabalhos desse grupo resultaram no Plano para Prevenção e Controle do Desflorestamento na Amazônia Legal (PPCDAm), sob coordenação do Ministério do Meio Ambiente (MMA), com três pilares principais: i) ordenamento fundiário e territorial; ii) acompanhamento e controle, e iii) promoção de atividades produtivas sustentáveis (BRASIL, 2013). O sistema de acompanhamento implementado pelo INPE possui reconhecimento internacional (KINTISCH, 2007).

3.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O Brasil tem enfrentado desafios significativos na tentativa de conter o desmatamento na Amazônia. Dentre os principais fatores que contribuem para essa dificuldade estão a extensão territorial vasta da região, com áreas remotas e de difícil acesso, tornando a fiscalização e monitoramento uma tarefa complexa. Além disso, há pressões econômicas relacionadas à expansão da agricultura, pecuária e exploração madeireira, que demandam terras e incentivam práticas ilegais de desmatamento (CASTRO; ANDRADE, 2016).

A falta de infraestrutura adequada nessas regiões dificulta a aplicação da lei e a resposta rápida a atividades ilegais. A pobreza e a desigualdade social em algumas áreas amazônicas também contribuem, levando as pessoas a dependerem dos recursos naturais para subsistência (CARNEIRO, 1977). A corrupção e a impunidade são problemas persistentes que comprometem os esforços de combate ao desmatamento, assim como as falhas no sistema de monitoramento e ações efetivas. Enfrentar esses desafios requer um esforço conjunto, com investimentos em infraestrutura, fortalecimento de instituições, combate à corrupção, desenvolvimento sustentável e engajamento da sociedade em prol da conservação da Amazônia (SILVA, 2013)

Uma estratégia promissora para a fiscalização da Amazônia poderia ser a atuação de VANTs pela Força Aérea Brasileira de forma contínua no território. Os VANTs, equipados com câmeras de alta resolução e tecnologia de sensoriamento remoto, podem realizar sobrevoos regulares e monitoramento em tempo real das áreas vulneráveis ao desmatamento. Esses dispositivos permitem uma cobertura ampla e eficiente, superando os desafios de acesso às regiões remotas e fornecendo dados precisos sobre atividades ilegais. A utilização dessa tecnologia pela FAB seria uma forma complementar de fortalecer as ações de fiscalização e contribuir para o controle do desmatamento na Amazônia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho abordou as possíveis aplicações dos VANTs brasileiros, contrastando com a problemática do desmatamento na Floresta Amazônica. Para tanto, foi analisada a importância da Amazônia para o Brasil, o aumento do desmatamento e a capacidade dos VANTs Hermes, com o objetivo de encontrar soluções para aprimorar a fiscalização do território.

Nesse sentido, percebe-se que, apesar da tecnologia utilizada na fiscalização, que é moderna, não tem sido efetiva devido à extensão da região e a alguns desafios como os enfrentados pelo PRODES e DETER, que usam sensores ópticos para detectar os polígonos de desmatamento e degradação. Esse tipo de sensor não consegue capturar imagens de áreas cobertas por nuvens, o que dificulta o monitoramento de uma região como a Amazônia, onde a presença de nuvens é constante, especialmente de outubro a abril.

Como complemento às medidas de segurança já existentes na floresta, sugere-se a utilização contínua dos VANTs da FAB, que oferecem várias vantagens, como a capacidade de monitoramento contínuo da região, identificação ágil de atividades ilegais e possibilidade de ação imediata por parte das autoridades competentes. Além disso, essas aeronaves não tripuladas podem ser equipadas com tecnologias avançadas, permitindo a obtenção de dados e informações precisas sobre a Amazônia.

Em resumo, o emprego dos VANTs da FAB ampliaria as medidas de patrulhamento na Floresta Amazônica, apresentando-se como uma solução promissora para o monitoramento e preservação desse território vital. O uso dessas tecnologias modernas e eficientes contribuirá para garantir a conservação das riquezas naturais da Amazônia e a segurança do país, promovendo o desenvolvimento sustentável e a proteção ambiental, elementos essenciais para o futuro e o progresso da nação brasileira.

No entanto, é importante destacar que a implementação desse sistema requer uma cuidadosa consideração logística, o devido treinamento das equipes envolvidas e investimentos significativos. É necessário assegurar a infraestrutura adequada para a operação eficiente dos VANTs, além de estabelecer parcerias e cooperação com outros órgãos e instituições responsáveis pela preservação da Amazônia. Servindo como recomendação para pesquisas futuras, aprofundar em como a FAB deve usar esse vetor com o máximo de eficiência para o monitoramento da região.

Por fim, deter o desflorestamento ilegal na Amazônia ainda é um desafio na gestão ambiental pública, pois a eficácia do mecanismo coercitivo, exercido por meio da fiscalização

ambiental, depende da adequada estruturação e comprometimento dos órgãos ambientais, independentemente da esfera administrativa (federal, estadual, municipal), para evitar as consequências negativas para o meio ambiente. Portanto, o estudo de viabilidade de emprego de novas ferramentas e tecnologias que visam contribuir neste sentido são essenciais.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). (2012). **Instrução Suplementar - IS N° 21-002 Revisão A, 4 OUT 2012 (ANAC)**. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/IS/2012/IS%2021-002A.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2023.
- AGISOFT. Discover intelligent photogrammetry with Metashape. **Process digital images and generate 3D spatial data**. Fast and highly accurate, 2022. Disponível em: <<https://www.agisoft.com/>>. Acesso em: 26 fev. 2022.
- AMIANTI, G. (2010). **Inspeção de Linhas de Transmissão e Oleodutos Utilizando VANTs**. In: Seminário Internacional de VANT 2010. Palestras... São José dos Campos/SP, 27-29 de outubro de 2010.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988. Brasília: Senado Federal, 2010.
- BRASIL. Lei no 7.735, de 22 de fevereiro de 1989 **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília**, 23 fev. 1989. Seção 1. Disponível em: <<http://www.in.gov.br>>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Grupo Permanente de Trabalho Interministerial (Decreto s/n de 3 de julho de 2003) **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm): 3ª Fase (2012-2015)**. 2013. Disponível em: <http://combateadesmatamento.mma.gov.br/images/conteudo/PPCDAM_3aFase.pdf> Acesso em: 22 jun. 2023.
- BRONZE, G. **Amazônia Legal tem recorde de alertas de desmatamento no 1º trimestre de 2022**. São Paulo: CNN, 2022. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/amazonia-legal-tem-recorde-de-alertas-de-desmatamento-no-1o-trimestre-de-2022/#:~:text=Em%20fevereiro%20de%202022%2C%20a,8%20km%C2%B2%20registrados%20em%202021>> Acesso em: 15 ago. 2022.
- CARDOSO, J. S., & QUEIROZ, W. S. (2023). **A utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) como ferramenta na conservação e no monitoramento ambiental da Amazônia Brasileira**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Universidade Federal do Pará.
- CARNEIRO, J. **A Amazônia e seu papel no desenvolvimento brasileiro**. 1977. 38 f. Monografia - Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica, Rio de Janeiro, 1977.
- CASTRO, A. ANDRADE, D. **O custo econômico do desmatamento da Floresta Amazônica brasileira (1998-2014)**. Natal-RN e Uberlândia – MG, 2016. p. 2 Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/perspectiva_economica/article/view/pe.2016.121.01>. Acesso em: 23 ago. 2022.
- CORRÊA, F. G. **Guerra Russo-Ucraniana: Grande laboratório para ensaios destrutivos e não destrutivos de tecnologias emergentes e disruptivas**. Centro de Estudos Estratégicos do Exército (CEEEX). 2023.

DOS SANTOS, T. L. M. **A importância da região Amazônica para as forças armadas.** AFA: Divisão de Ensino, Pirassununga-SP, 2012.

EISENBEISS, H. **UAV Photogrammetry.** Doctor of sciences, University of Technology Dresden, Germany, 2009.

ELBIT SYSTEMS Ltd. (2023). **Elbit Systems UAVs.** Disponível em: <<https://elbitsystems.com/product/hermes-900/>>. Acesso em: 31 maio 2023.

FEARNSIDE, P. **A floresta Amazônica nas Mudanças Globais.** 2ª edição. Manaus: INPA, 2003.

FONTES, J. C.; POZZETTI, V. C. **O uso dos veículos não tripulados no monitoramento ambiental da Amazônia.** Revista de Direito e Sustentabilidade, Curitiba, v. 2, n. 2, 2016.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. (2010, 13 de maio). **Em parceria com Marinha e Exército, a FAB irá avaliar hipóteses de emprego de VANTs no país.** Disponível em: <https://www.aer.mil.br/noticias/imprime/5209/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. (2011). **A aeronave remotamente pilotada localiza pista clandestina na fronteira. Operação Ágata.** Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/imprime/8101/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. (2012). **"AVIAÇÃO chega aos 65 anos como 'olhos' avançados do Brasil".** Reconhecimento. Disponível em: <https://www.aer.mil.br/noticias/imprime/7478>. Acesso em: 21 jul. /2022.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. (2014). **A FAB mantém aeronaves não tripuladas no ar por 48 horas seguidas.** Operacional. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/imprime/20807>. Acesso em: 03 maio 2023.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. (2015). **"A VISÃO estratégica da FAB". Aviação de Reconhecimento.** Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/imprime/22359>. Acesso em: 29 abr. 2023.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. (2016). **"Veja o trabalho dos esquadrões especializados em reconhecimento aéreo".** Reconhecimento. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/imprime/30328>. Acesso em: 02 maio 2023.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. (2016). **Evolução tecnológica amplia atuação de oficiais aviadores.** Notaer. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/imprime/28035>. Acesso em: 05 maio 2023.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. (2021). **Sistema Aéreo Remotamente Pilotado combate desmatamento na Amazônia.** Disponível em: <<https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/37724/OPERA%C3%87%C3%83O%20SAMA%C3%9AMA%20-%20Sistema%20A%C3%A9reo%20Remotamente%20Pilotado%20combate%20desmatamento%20na%20Amaz%C3%B4nia>>. Acesso em: 23 jun. 2023.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. **Saiba mais sobre o voo de “drones”**. Disponível em: <<http://www.fab.mil.br/noticias/mostra/21519/ESPA%C3%87O-A%C3%89REO---Saiba-mais-sobre-voo-de-%60%60drones%C2%B4%C2%B4>> Acesso em: 25 ago. 2022.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. **Hermes 900 reforça capacidade operacional da FAB no reconhecimento eletrônico**. Disponível em: <<http://www.fab.mil.br/noticias/mostra/18093/REAPARELHAMENTO-E2%80%93-Hermes-900-refor%C3%A7a-capacidade-operacional-da-FAB-no-reconhecimentoeletr%C3%B4nico>> Acesso em: 26 ago. 2022.

GALANTE, A. **FAB cria Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas**. Poder Aéreo, 2011. Disponível em: <<http://www.aereo.jor.br/2011/06/06/fab-cria-esquadrao-de-aeronaves-remotamente-pilotadas/>>. Acesso em: 25 ago. 2022.

KINTISCH, E. Improved Monitoring of Rainforests Helps Pierce Haze of Deforestation. *Science*, v. 316, nº 27, p. 536-537, 2007. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes/pdfs/kintish_2007.pdf. Acesso em: 02 fevereiro 2020.

LONGHITANO, G. A. **VANTS para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MALAVAZI, D. **Aquecimento global e a legislação ambiental**. Jusbrasil, 2017. Disponível em: <<https://demetriusmalavazi.jusbrasil.com.br/artigos/533242305/aquecimento-global-e-aleislacao-ambiental>> Acesso em: 23 ago. 2022.

MARX, A., RIHOUX, B., & RAGIN, C. (2013). **The origins, development, and application of Qualitative Comparative Analysis: the first 25 years**. *European Political Science Review*, 1–28.

PEREIRA, J. M. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

PEREIRA, O. (2012). **Modelos de elevação com resolução espacial submétrica**. *INFOGEO*, V.68, p.56.

PINTO, Y. M. **Os avanços do projeto VANT brasileiro e sua aplicabilidade em relação ao VANT israelense e o drone norte-americano**. AFA: Divisão de Ensino, Pirassununga-SP, 2014.

PLAVETZ, I. **Revolução nos céus e na guerra**. *Revista Tecnologia e Defesa*. Rio de Janeiro, n. 103, p. 56-64, 2007.

PUCCI, K. **Prince of drones: The Reginald Denny story**. 1ª edição. BearManor Media, 2019.

RAISG. **Amazônia Sob Pressão**. 1ª edição. São Paulo: ISA, 2021.

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

SILVA, E. T. J. B., ALMEIDA, F. N. **Integração de Dados de Sensores Táticos de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT's) com Sistemas Geoespaciais Estratégicos: Possibilidades e Perspectivas.** 2010. In: 4º Encontro de Usuários de Sensoriamento Remoto das Forças Armadas - SERFA 2010. Caderno de Resumos. São José dos Campos: SERFA, 2010.

SOUSA, H. L. (2023). **Sensoriamento Remoto com VANTs: uma nova possibilidade para a aquisição de geoinformação.** Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil.

WATTS, A. C. et al. **Small unmanned aircraft systems for low-altitude aerial surveys.** The Journal of Wildlife Management, v. 74, n. 7, p. 1614-1619, 2010