

## ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA DE UM SISTEMA DE DRONES PARA MONITORAMENTO DO PANTANAL EM TEMPO REAL PARA COMBATE EFICAZ A CRIMES AMBIENTAIS

Gabriel Cardoso Barreto dos Santos (\*), Gabriel da Conceição Silva

\* Universidade Salvador – Unifacs, gabrielcbsantos@hotmail.com

### RESUMO

A devastação dos biomas brasileiros vem aumentando ano após ano. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), por exemplo, registrou em 2020 a maior incidência de incêndios ambientais dos últimos 22 anos no Pantanal. Muitas vezes os incêndios e o desmatamento dos biomas brasileiros são causados por ações humanas criminosas e como auxílio no combate desses criminosos, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), através do Inpe, utiliza satélites para poder direcionar as equipes de combate do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (Ibama). Porém, entre o momento do crime e o acionamento das equipes, leva cerca de 2 dias. Consequente, este trabalho tem como objetivo realizar a análise de viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de drones para fazer o monitoramento do Pantanal brasileiro em tempo real. Para a elaboração do projeto foram apreciados a frequência de inundação deste bioma no Brasil, dimensionamento do sistema, fornecedores e preços. A viabilidade financeira foi analisada através da eficiência de aplicação de multas ambientais. Conclui-se que a aplicabilidade dessa tecnologia é importante, visto que possibilita realizar atividades de fiscalização que nem o ser humano nem satélites conseguem realizar com a mesma eficiência. Dessa forma, a utilização desse equipamento em defesa do meio ambiente e na fiscalização e monitoramento do Pantanal se mostra viável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pantanal, crimes ambientais, monitoramento, drones, viabilidade financeira.

### INTRODUÇÃO

Segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), os primeiros setemeses de 2020 bateram o recorde de alertas de desmatamento no Pantanal Brasileiro em comparação ao mesmo período dos anos anteriores. Esses alertas servem para embasar ações de fiscalização do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

O DETER (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019) identifica e mapeia áreas desflorestadas e/ou degradadas em formações de florestas tropicais utilizando imagens obtidas de sensores WFI instalados em três satélites que estão em órbita na Terra, sendo o mais recente lançado em 2020. Cada sensor possui um campo de visão de 866 km, o que permite que uma mesma área, maior que 0,03 km<sup>2</sup>, seja imageada a cada 2 dias. Sendo assim o tempo entre o mapeamento dos alertas, sua auditoria e inserção no banco de dados é estimado em 72 horas. Ou seja, se todas as condições forem favoráveis ao monitoramento, o desmatamento de uma área de floresta apenas mobilizará uma fiscalização por parte do Ibama, no mínimo, após 3 dias do crime ambiental ter sido realizado, o que é tempo suficiente para que os criminosos façam estragos irreversíveis na fauna e flora do Brasil e consigam escapar impunes. Mesmo assim este cenário só seria possível quando as condições climáticas da região fossem favoráveis à obtenção de imagens de qualidade para a construção de um alerta, pois quando há nuvens entre o satélite e a vegetação, essa imagem só poderá ser novamente obtida após 2 dias. A consequência disso é que os dados do DETER (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019) podem incluir processos de desmatamento ocorridos em períodos muito anteriores ao do mapeamento.

Nesse contexto, para identificar tais crimes ambientais em tempo real a fim de direcionar as equipes de combate em ações que terão resultados mais eficazes, foi feito um estudo de análise de viabilidade técnica e financeira de um sistema de drones para monitoramento do Pantanal em tempo real.

### OBJETIVO

Realizar a análise de viabilidade técnica e financeira da implantação de um sistema de drones para fazer o monitoramento do Pantanal brasileiro em tempo real e que possam operar remotamente, sem a necessidade de intervenção de um operador no local (exceto em situações que necessitem de manutenção).

### METODOLOGIA

O bioma escolhido para a implantação dos drones foi o Pantanal, sendo um dos menores biomas do Brasil, localizado na região Centro-Oeste, sendo 65% no estado do Mato Grosso do Sul e 35% no estado do Mato Grosso, com apenas 151.313

km<sup>2</sup>, ocupando cerca de 2% do território brasileiro. Destes, foram considerados 63.666 km<sup>2</sup> para aplicação do projeto por ser a área que não inunda em nenhuma época do ano, segundo Padovani (2010). A escolha do drone ideal para o projeto ficou entre a categoria de asa fixa e de 4 rotores, observando as condições do local de estudo, o Pantanal, a estrutura de pouso para carregamento sem fio e a necessidade de pouca intervenção de um operador. Nesse ponto foi utilizado o drone de 4 rotores, Mavic 2 Pro, da empresa DJI.

A partir do estudo da área e do equipamento escolhido, partimos para o plano de voo, que consiste em demarcar quatro quadrantes, no centro estaria localizado a base de carregamento, onde o drone faria um voo de 30 minutos, cobrindo uma área de 0,6 km<sup>2</sup> por quadrante, sendo que ele voltaria para a base no momento que a bateria acabasse. Após a troca de bateria, o drone partiria para o próximo quadrante e assim realizando um ciclo de 4 quadrantes num total de 2 horas, e 2,4 km<sup>2</sup> de área mapeada, como foi mostrado na Figura 1. Após completar este ciclo, o drone partiria para outra base de carregamento para completar outro ciclo de 4 quadrantes em torno de uma base de carregamento diferente, e repetiria essa programação em mais 2 ciclos de 4 quadrantes. Este ciclo maior, composto de 4 ciclos com 16 quadrantes de 0,6 km<sup>2</sup> no total, o drone completaria em 8h, com 9,6 km<sup>2</sup> de área mapeada.

Portanto, para cobrir a área total considerada de 63.666 km<sup>2</sup>, com um drone mapeando 9,6 km<sup>2</sup> diariamente, seriam necessários 6.632 drones.

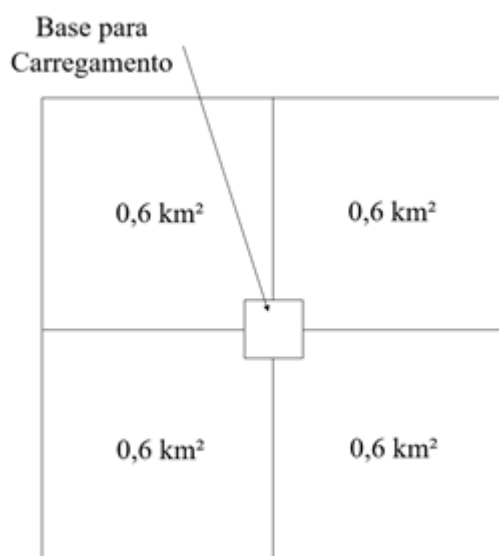


Figura 1: Plano de voo dos drones. Fonte: Autores do trabalho

## RESULTADOS OBTIDOS

Conforme dimensionado o sistema de drones, foram listados na Tabela 1 os equipamentos necessários que compõem o orçamento com seus respectivos valores.

Tabela 1. Detalhamento orçamentário do sistema de drones. Fonte: Autores do trabalho.

COMPONENTE	QUANTIDADE	PREÇO (R\$)	TOTAL (R\$)
DRONE DJI MAVIC 2 PRO	6.632	10.000,00	66.320.000,00
BASE DE CARREGAMENTO	26.528	50.482,83,00	1.339.208.514,00
MINI PAINEL FOTOVOLTAICO	26.528	200,00	5.305.600,00
SOFTWARE DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS	1	25.193,00	25.193,00
<b>TOTAL 1</b>			<b>1.410.859.307,00</b>
OUTROS GASTOS: cabeamento, suporte, conectores, dispositivos de proteção, instalação das placas fotovoltaicas (30% do orçamento).			423.257.792,10
<b>TOTAL 2</b>			<b>1.834.117.099,00</b>

Segundo dados do INPE, o custo de envio dos satélites CBERS, no qual o DETER utiliza de suas imagens para emitir alertas de áreas desmatadas, foi de USD 300 milhões, cerca de R\$ 1.230.000.000,00, usando a cotação da data em que o último satélite CBERS foi enviado para órbita, em 20 de dezembro de 2019, a cotação do dólar estava a R\$ 4,10.

Usando outro comparativo, o Amazônia-1 (INPE, 2020), satélite 100% brasileiro, que foi lançado em 28 de fevereiro de 2021, custou cerca de R\$ 320 milhões para ser enviado à órbita.

Pelo que consta no Art. 50 do Decreto N° 6.514, de 22 de julho de 2008, a multa de desmatamento ilegal é de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) por hectare desmatado (Cerca de R\$ 500.000,00 por km<sup>2</sup>).

Tendo como base os dados das multas coletados entre os anos de 2019 e 2020, usamos a Tabela 2 para comparar os valores das multas que foram aplicadas pelo método de monitoramento por satélite, e o método de monitoramento por drones, em um cenário onde 12% do bioma foi devastado e 48% das multas não foram aplicadas por falta de fiscalização. Assim, o acumulado de multas para 1 ano utilizando satélites representa 52% do total de multas que deveriam ter sido aplicadas.

Como a resolução da imagem gerada por um satélite (1 pixel equivale a aproximadamente 9 m<sup>2</sup>) é muito menor que a gerada por um drone (1 pixel equivale a aproximadamente 1 cm<sup>2</sup>), o acumulado de multas para 1 ano utilizando drones foi considerado 90% do total de multas que deveriam ter sido aplicadas no período por causa da sua alta resolução (o que aumenta a chance de penalizar os criminosos), descontando 10% como margem de erro.

**Tabela 2. Aplicação de multas (Satélite X Drone). Fonte: Autores do trabalho.**

METODO DE MONITORAMENTO	AREA DEVASTADA (KM <sup>2</sup> )	VALOR DA MULTA POR KM <sup>2</sup> (R\$)	MULTA APLICADA (R\$)
SATELITE	18.157,56	500.000,00	4.357.814.400,00
DRONE	18.157,56	500.000,00	8.170.902.000,00

De acordo com a Tabela 1 e 2, o valor das multas aplicadas em 1 ano no cenário considerado, seria suficiente para custear todo o projeto proposto do sistema de drones, tornando o projeto viável e atrativo.

## CONCLUSÃO

Com a capacidade de processamento de dados em tempo real e uma maior resolução das imagens feitas pelo sistema de drones, os órgãos de controle poderão planejar ações mais efetivas de prevenção nas épocas de clima crítico, além de mobilizar ações imediatas ao acontecimento de um crime ambiental, aumentando a chance de penalizar os culpados e de diminuir o impacto ambiental que seria causado. Esta nova modalidade de monitoramento pode tornar o uso do sistema de drones mais atrativo economicamente, possibilitando a ampliação para outras florestas do Brasil.

O sistema de drones autônomo analisado, além de mostrar-se viável economicamente e com boa atratividade de investimento para os órgãos de controle das florestas brasileiras, possibilita um aumento de 87,5% na aplicação de multas acerca de crimes ambientais, aumentando a arrecadação e diminuindo a ocorrência desses crimes. O que possibilita investimentos em futuras melhorias do sistema e expansão para outros locais.

Contudo, para que o sistema de drones se torne uma alternativa eficiente e rentável, é necessário rigor por parte dos responsáveis pela operação, pois só assim o impacto positivo nas ações de combate aos crimes será sentido. Além disso, uma avaliação periódica dos resultados deve ser feita com intuito de monitorar a necessidade de readequar o plano de voo, a fim de manter a otimização do sistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, I de C. **Estudo sobre o uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) para mapeamento aéreo com fins de elaboração de projetos viários**. 2014, 137f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Católica de Pernambuco. Recife-PE, 2014.
- BARRETO, Lucas. **Mosaico de ortofotos: o que você precisa saber**. 2016. Disponível em: <https://blog.droneng.com.br/mosaico-de-ortofotos/>. Acesso em: 04 jun. 2021.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade. Secretaria de Mudança do Clima e Florestas. **Portaria n° 365, de 27 de novembro de 2015**. Brasília, 2015.
- DJI. **Mavic 2**. 2018. Disponível em: <https://www.dji.com/br/mavic-2>. Acesso em: 02 jun. 2021.

5. ESPAÇO DO DRONE. **Tipos de drones e suas aplicações**. 2019. Disponível em: <https://espacododrone.com.br/tipos-de-drones/>. Acesso em: 01 jun. 2021.
6. EUGENIO, Fernando Coelho; ZAGO, Hugo Bolsoni. **O LIVRO DOS DRONES: Um guia completo para entender todas as partes e funcionamento**. Alegre-ES: Caufes, 2019. 83 p. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/341322573\\_O\\_LIVRO\\_DOS\\_DRONES\\_UM\\_GUIA\\_COMPLETO\\_PARA\\_ENTENDER\\_TODAS\\_AS\\_PARTES\\_E\\_FUNCIONAMENTO](https://www.researchgate.net/publication/341322573_O_LIVRO_DOS_DRONES_UM_GUIA_COMPLETO_PARA_ENTENDER_TODAS_AS_PARTES_E_FUNCIONAMENTO) -----  
THE DRONES BOOK A COMPLETE GUIDE FOR UNDERSTANDING ALL PARTS AND OPERATIO  
N. Acesso em: 01 jun. 2021.
7. HEXTRONICS. **Hextronics Global: think outside the box. Think Outside the Box**. 2021. Disponível em: <https://www.hextronics.tech/>. Acesso em: 04 jun. 2021.
8. LEMOS, Vinicius. **Por que Pantanal vive 'maior tragédia ambiental' em décadas**. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-53662968>. Acesso em: 09 maio 2021.
9. MINISTÉRIO DA ECONOMIA (Brasil). Fundo Amazônia. Fundo Amazônia em Números. **Monitoramento & Avaliação**, [s. l.], [2020?]. Disponível em: <http://www.fundoamazonia.gov.br/pt/monitoramento-e-avaliacao/fundo-amazonia-em-numeros/>. Acesso em: 8 dez. 2020.
10. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Metodologia Utilizada nos Projetos PRODES e DETER. **Metodologia Detalhada dos Sistemas PRODES e DETER do INPE**, [s. l.], 19 ago. 2019. Disponível em: [http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes/pdfs/Metodologia\\_Prodes\\_Deter\\_revisada.pdf](http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes/pdfs/Metodologia_Prodes_Deter_revisada.pdf). Acesso em: 27 out. 2020.
11. MINUCIO, Leonardo F. **Mapeamento com Drones – Guia Completo**. 2021. Disponível em: <https://futuriste.com.br/blog/mapeamento-com-drones-guia-completo/>. Acesso em: 16 mai. 2021.
12. NEVES, João Antônio. **VIABILIDADE DE USO DO DRONE EM LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAFÊMICO**: estudo de caso com o dji phantom 2 plus. 2017. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Geografia, Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2017.
13. PADOVANI, Carlos Roberto. **Dinâmica espaço-temporal das inundações do Pantanal**. Embrapa Pantanal- Tese/dissertação (ALICE), 2010.
14. PEREZ, Muni. **Robôs voadores: conheça um pouco sobre a tecnologia dos drones militares**. 2013. Disponível em: <https://canaltech.com.br/seguranca/Robos-voadores-conheca-um-pouco-sobre-a-tecnologia-dos-drones-militares/>. Acesso em: 31 maio 2021.
15. PRUDKIN, Gonzalo; BREUNIG, Fábio Marcelo (org.). **DRONES E CIÊNCIA: teoria e aplicações metodológicas**. Santa Maria: Facos-Ufsm, 2019. 126 p. Disponível em: [https://www.academia.edu/39055014/DRONES\\_E\\_CI%C3%80NCIA\\_Teoria\\_e\\_aplica%C3%A7%C3%B5es\\_metodol%C3%B3gicas](https://www.academia.edu/39055014/DRONES_E_CI%C3%80NCIA_Teoria_e_aplica%C3%A7%C3%B5es_metodol%C3%B3gicas). Acesso em: 27 maio 2021.