

Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade UnB Gama - FGA  
Engenharia Aeroespacial

**Proposição para melhoria da eficiência do sistema de patrulhamento fluvial por meio do uso de RPA na Amazônia a partir da Base Fluvial Arpão-AM**

Autora: Ana Paula Lopes Gonçalves

Orientador: Prof. Dr. Ronne Toledo

Brasília, DF

2023



Ana Paula Lopes Gonçalves

**Proposição para melhoria da eficiência do sistema de  
patrulhamento fluvial por meio do uso de RPA na  
Amazônia a partir da Base Fluvial Arpão-AM**

Monografia submetida ao curso de graduação em (Engenharia Aeroespacial) da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em (Engenharia Aeroespacial).

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: Prof. Dr. Ronne Toledo

Brasília, DF

2023

Ana Paula Lopes Gonçalves

# **Proposição para melhoria da eficiência do sistema de patrulhamento fluvial por meio do uso de RPA na Amazônia a partir da Base Fluvial Arpão-AM**

Monografia submetida ao curso de graduação em (Engenharia Aeroespacial) da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em (Engenharia Aeroespacial).

Trabalho aprovado. Brasília, DF, 04 de Abril de 2023:

---

**Prof. Dr. Ronne Toledo**  
Orientador

---

**Prof. Dr. Fernando Merege**  
Convidado 1

---

**Prof. Dr. Paolo Gessini**  
Convidado 2

Brasília, DF  
2023

Dedico esse trabalho a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui. Principalmente a minha família, a minha namorada Isabella Sene, a minhas amigas Talyta Viana e Mylena Arão, além das minhas primas Suellen, Laise e Letícia Ribeiro e Izabella Viana. Dedico também a mim mesma por não ter desistido.

# Agradecimentos

Agradeço inicialmente a Universidade de Brasília e sua equipe por todos os ensinamentos que recebi ao longo da minha graduação. Agradeço aos professores Fernando Merege e Ronne Toledo pela disponibilidade, paciência e orientação no tempo que levei para realizar esse trabalho. Agradeço também ao Ministério da Justiça e Segurança Pública por me ter como pesquisadora voluntária e os benefícios que isso me trouxe, com certeza enriquecendo meu projeto. Agradeço, por fim, a Secretaria de Segurança Pública do Amazonas (SSP-AM) pela prontidão em responder minhas solicitações.

**“Não abandone um sonho só porque vai demorar a acontecer.  
O tempo vai passar do mesmo jeito”**

*– H. Jackson Brown*

# Resumo

O narcotráfico na região amazônica vem apresentando um rápido crescimento nos últimos anos e, é por lá que transita a maior parte da cocaína apreendida no mundo. Isto faz o Brasil considerar a região do Trapézio Amazônico, no chamado corredor da coca no rio Solimões-Amazonas, particularmente importante na geopolítica nacional. Desta forma, é importante desenvolver novas formas de vigilância e apreensão das substâncias ilícitas que são transportadas por esta bacia hidrográfica. Esse trabalho usa geoprocessamento e sensoriamento remoto para sugerir uma forma de melhorar a vigilância e o patrulhamento no rio Solimões, corredor principal do tráfico de drogas situada na região próximo à Base Fluvial Arpão. Para isso, estudou-se os RPAS que poderiam realizar a missão com o objetivo de conter o transporte de drogas da região. A simulação final se refere aos planos de voo que podem ser realizados para a melhoria no processo.

**Palavras-chaves:** geoprocessamento. sensoriamento remoto. RPAS. vigilância. Amazônia.

# Abstract

Drug trafficking in the Amazon region has shown rapid growth in recent years and it is there that most of the cocaine seized in the world transits. This makes Brazil consider the Amazonian Trapezio region, in the so-called coca corridor on the Solimões-Amazonas river, particularly important in national geopolitics. In this way, it is important to develop new forms of surveillance and seizure of illicit substances that are transported by this river basin. This work uses geoprocessing and remote sensing to suggest a way to improve surveillance and patrolling on the Solimões River, the main drug trafficking corridor located in the region close to the Arpão River Base. For this, the RPAS that could carry out the mission with the objective of containing the transport of drugs in the region were studied. The final simulation refers to the flight plans that can be carried out for process improvement.

**Key-words:** geoprocessing. remote sensing. RPAS. surveillance. Amazon.



# Lista de ilustrações

Figura 1 – Amazonas . . . . .	15
Figura 2 – Fluxograma metodológico. . . . .	17
Figura 3 – Ângulo de visão . . . . .	18
Figura 4 – Posição aproximada do drone. . . . .	19
Figura 5 – Abstração da posição. . . . .	19
Figura 6 – Diagrama de subida. . . . .	20
Figura 7 – Localização da Base Fluvial Arpão . . . . .	21
Figura 8 – Posição geográfica da base . . . . .	22
Figura 9 – Posição tática da base . . . . .	23
Figura 10 – Sub classificação americana de RPA . . . . .	24
Figura 11 – RPA pequeno porte . . . . .	25
Figura 12 – RPA médio porte . . . . .	26
Figura 13 – Plano de voo em 5 km . . . . .	28
Figura 14 – Plano de voo para faixa de leito em 5 km . . . . .	29
Figura 15 – Plano de voo para margem em 5 km . . . . .	29
Figura 16 – Padrões de voo . . . . .	30
Figura 17 – Mavic 2 Enterprise Advanced em teste de voo . . . . .	31
Figura 18 – Medição do decibelímetro . . . . .	32

# Lista de tabelas

Tabela 1 – <b>Dados dos RPA de pequeno porte</b> . . . . .	25
Tabela 2 – <b>Dados dos RPA de médio porte</b> . . . . .	25
Tabela 3 – <b>Dados dos drones de médio porte</b> . . . . .	27
Tabela 4 – <b>Matriz de resolução da câmera</b> . . . . .	29
Tabela 5 – Probabilidade de detecção de cada perfil . . . . .	30

# Lista de abreviaturas e siglas

ANA	Agência Nacional das Águas
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
OACI	Organização da Aviação Civil Internacional
OSM	OpenStreetMap
PIB	Produto Interno Bruto
RPAS	Remotely Piloted Aircraft System
SIC	Serviço de Informação ao Cidadão
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SSP-AM	Secretaria de Segurança Pública do Amazonas

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa</b>	<b>15</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b>	<b>16</b>
<b>1.3</b>	<b>Metodologia</b>	<b>17</b>
1.3.1	Determinação da melhor trajetória de embarcações	18
1.3.2	Furtividade	18
<b>1.4</b>	<b>Posicionamento do RPA</b>	<b>19</b>
1.4.1	Ângulo	19
1.4.2	Altitude	19
<b>1.5</b>	<b>Subida</b>	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DA MISSÃO</b>	<b>21</b>
<b>2.1</b>	<b>Base Fluvial Arpão – AM</b>	<b>21</b>
<b>2.2</b>	<b>Perfil de missão</b>	<b>22</b>
<b>2.3</b>	<b>Veículos</b>	<b>23</b>
<b>2.4</b>	<b>Requisitos</b>	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>SIMULAÇÃO</b>	<b>27</b>
<b>3.1</b>	<b>Básica</b>	<b>27</b>
<b>3.2</b>	<b>Modificações</b>	<b>28</b>
3.2.1	Área de leito e margens	28
<b>3.3</b>	<b>Trajетórias para simulação</b>	<b>30</b>
<b>4</b>	<b>TESTE</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>33</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>34</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>35</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>37</b>
	<b>APÊNDICE A – HOTSPOTS</b>	<b>38</b>

<b>ANEXOS</b>	<b>44</b>
<b>ANEXO A – PRODUTIVIDADE DA BASE ARPÃO . . . . .</b>	<b>45</b>

# 1 Introdução

## a) Da Amazônia, sua vegetação e sua bacia hidrográfica

A região chamada Amazônia corresponde a 58% do território brasileiro, ou seja, aproximadamente cinco (5) milhões de quilômetros quadrados e compreende os Estados do Amazonas, Amapá, Acre, Pará, Rondônia, Roraima, o Oeste do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso.

A região é coberta em sua quase totalidade pela maior floresta tropical do mundo, da qual, sobressaem matas de terra firme em altas altitudes, várzeas próximas aos rios que inundam e secam periodicamente e “igapós” em regiões molhadas que são verdadeiros canais sazonais (CUNHA; MELO; SILVA, 2007).

A bacia Amazônica é a maior bacia hidrográfica do mundo e, é permeada pelo maior volume de água doce do planeta que, por sua vez, sofre de grande influência de várias fatores como precipitação, vegetação e altitude.

O mais extenso rio do mundo, o Amazonas (7 025 km de extensão) é a espinha dorsal a bacia amazônica sendo alimentado por inúmeros afluentes caudalosos, tais como o rio Negro com 1 700 km e, também, os politicamente estratégicos rios: Madeira que é a principal linha divisória entre Brasil e Bolívia, e o rio Japurá que nasce na Colômbia e possui inúmeras ilhas fronteiriças.

## b) Do Estado do Amazonas, sua população e economia

O Estado do Amazonas se encontra na região oeste da Amazônia e é o segundo maior estado do país em extensão territorial com uma área de 1 559 167,878 km<sup>2</sup>.

Possui mais de 4,2 milhões de habitantes, sendo as cidades mais populosas: Manaus, com 2,2 milhões de habitantes em 2021, Parintins, com 116 439, Itacoatiara com 104 046, Manacapuru com 99 613 e Coari com 86 713 habitantes.

Sua população local é formada por diversas etnias em uma mistura heterogênea concentrada nos centros urbanos (BALIEIRO; NASCIMENTO, 2014).

Sua economia é fortemente relacionada aos seus rios que são o principal meio de transporte, tanto da população quanto de produtos. Especialmente as hidrovias Solimões-Amazonas e Madeira, juntamente com seus afluentes, são importantes em seu papel socioeconômico como rota principal de mercadorias.

## c) Do narcotráfico e a “Indústria das Drogas”

O narcotráfico é um termo que se refere ao transporte de substâncias ilícitas e é uma parte integrante de uma complexa atividade ilegal conhecida como “Indústria das

drogas” e tem seus braços estendendo-se por todo o globo terrestre e todos os países.

Salienta-se, que o termo “Indústria das Drogas” foi consolidado no continente Americano na década de 1980 (MARTINS, 2013), sendo utilizado para se referir à economia paralela gerada.

Acredita-se que essa economia ilegal tenha conseguido alcançar em 2020 1,5% do PIB mundial.

Infelizmente, essa atividade ilegal custeia outras atividades do crime organizado no Brasil e no mundo multiplicando a criminalidade (COUTO, 2020).

E, observando que são os centros urbanos do estado do Amazonas e arredores que apresentam os maiores números de registros de homicídios no país, permitindo considerar que Manaus, Tabatinga, Itacoatiara, Manacapuru, Presidente Figueiredo e Coari são cidades muito violentas. Pode-se considerar-se, também, que, em parte, são tomadas pelo crime organizado voltado a dar apoio e fluidez ao tráfico de cocaína (COUTO, 2020).

#### d) Da pasta de cocaína

Em especial, no caso do narcotráfico na região amazônica, a mais importante substância ilícita transportada é a pasta de cocaína que é, porém, produzida a partir da folha de coca plantada majoritariamente nos altiplanos da Bolívia, Colômbia e Peru (BALIEIRO; NASCIMENTO, 2014), no entanto, é refinada em áreas próximas a fronteira ou em terras brasileiras.

Como o valor agregado a pasta de cocaína escala com o distanciamento da região produtora, o importante para o narcotráfico é atravessar a Amazônia e chegar em cidades onde a população possui grande poder aquisitivo.

Ou seja, para os narcotraficantes é primordial movimentar a cocaína da sua origem para locais do primeiro mundo, como Europa e Ásia (HIRATA, 2019).

#### e) Dos problemas de monitoramento

Salientando-se que é a partir da cidade de Iquitos, no Peru, a pasta pode alcançar o Rio Solimões e, posteriormente, o rio Amazonas acredita-se que a parte principal da produção de drogas que vai para a Europa (OLIVEIRA, 2016) (REIS et al., 2012) (DANTE et al., 2018) é transportada por essa rota. Assim, em relação ao narcotráfico a região de especial interesse para o Brasil é o Trapézio Amazônico, localizado na tríplice fronteira entre Brasil, Colômbia e Peru, que é por onde se concentra o narcotráfico.

E, por ser esse ambiente uma área molhada extremamente permeável, sem um mapeamento geográfico adequado e garantida de um efetivo policial insuficiente o seu monitoramento é muito inferior ao necessário (SOUSA, 2021).

Essa falta de estrutura aliada à hidrografia natural, torna o Amazonas o que se

chama de corredor da cocaína na Amazônia, coisa que é comprovada pela grande apreensão de drogas (Anexo A) (COUTO, 2020). Destarte, a conjunção desses fatores é extremamente danosa: a falta de uma estrutura hidroviária adequada nesta extensa bacia hidrográfica; a ausência do Estado e, a ausência de planejamento estratégico prejudica em muito o combate ao narcotráfico (COUTO, 2020).

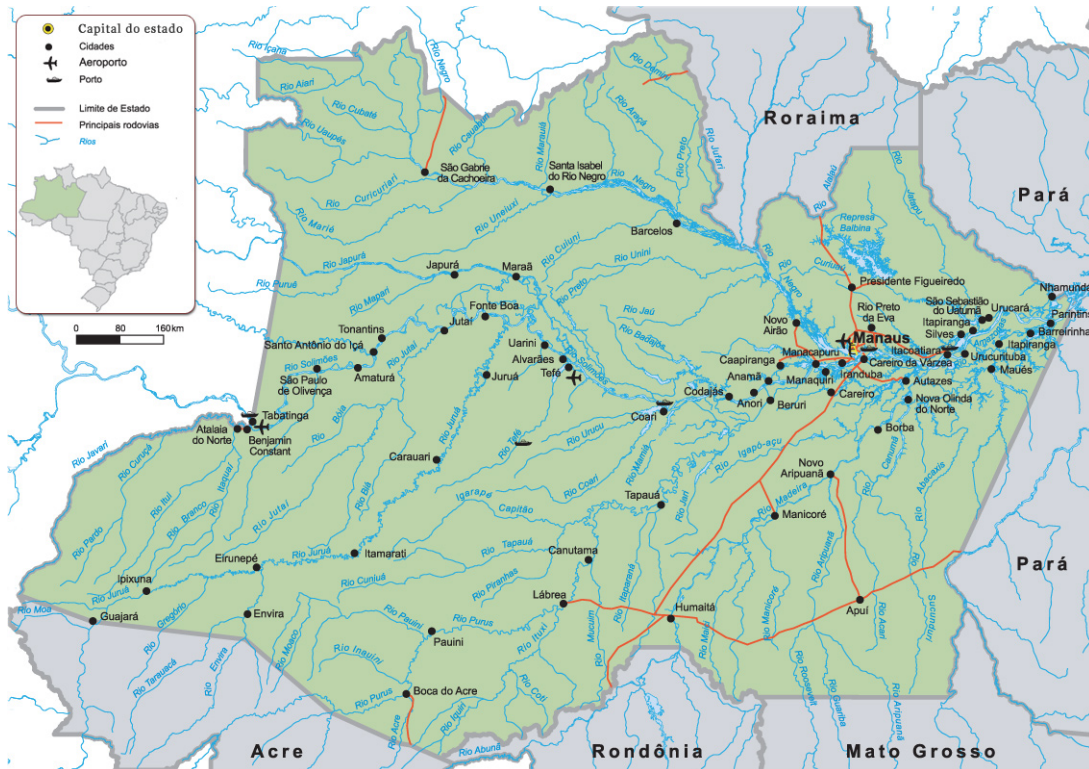


Figura 1 – Amazonas  
Fonte: (MAPA... , 2022)

A Figura 1 mostra o Estado do Amazonas e sua vasta bacia fluvial.

Nesse cenário, esse trabalho traz a possibilidade de usar veículos aéreos remotamente pilotados (em inglês, remote piloted aircraft – RPA), tanto os de asas rotativas quanto os de asas fixas, para vigilância dos rios e de suas áreas adjacentes sendo necessário, então, estabelecer diversos parâmetros que garantam o melhor desempenho. Por exemplo, trajetória de voo, o ângulo de visada e as características próprias de cada sistema.

## 1.1 Justificativa

O crime organizado transnacional é a principal causa de violência social e é a maior ameaça à segurança das sociedades e dos governos da América Latina (ROJAS, 2005) (AVILA, 2014) (VIEIRA et al., 2016). Neste contexto, o tráfico ilícito de drogas assume a posição de atividade-chave do crime organizado no Brasil, sendo sua natureza



essencialmente econômica (VIEIRA et al., 2016). Sendo que o Brasil é o país de trânsito para as redes internacionais de exportação de cocaína.

Salienta-se que, recentemente, houve um incremento da participação brasileira no processamento da pasta de cocaína, ocorrendo maior quantidade apreendida do que em anos anteriores. Ao mesmo tempo, o consumo tanto de cocaína quanto de *crack* expandiu das metrópoles para cidades médias. O Brasil, nesse contexto, não se diferencia da tendência já observada em outros países sul-americanos onde cresce o consumo interno de drogas ilícitas (MACHADO, 2014).

As plataformas de exportação de cocaína obedecem à mesma lógica e logística da economia legal, ou seja, os principais centros de distribuição de droga são nódulos da rede viária ou pontos de transbordo do sistema de transporte multimodal (MACHADO, 2014). Assim, a melhoria da fiscalização poderia ocorrer pela descentralização e automatização dos processos de busca e obtenção de informação na malha hidroviária, enquanto que promoveria uma proteção adicional para quem comanda. Uma forma de aumentar a eficiência e eficácia da vigilância seria, portanto, com o uso de RPA<sup>1</sup> e outros sistemas automatizados.

## 1.2 Objetivos

### Objetivo Geral

O objetivo desse projeto é fazer uma proposição para melhorar a eficiência do sistema de vigilância na Amazônia a partir da Base Fluvial Arpão-AM por meio do uso de RPA.

### Objetivos Específicos

Dado o objetivo geral, os objetivos específicos do trabalho são como se segue:

- Categorizar critérios de escolha do RPA mais indicado para operações táticas e estratégicas próximo à calha do rio Amazonas;
- Realizar simulações das missões de vigilância para os parâmetros mais efetivos de: decolagem, rota de busca e retorno.

---

<sup>1</sup> RPA é o termo técnico e padronizado internacionalmente pela OACI (Organização da Aviação Civil Internacional) para se referir aos sistemas de aeronaves remotamente pilotadas utilizadas com propósitos não recreativos e já são usados hoje pelas forças armadas e pela polícia, de forma extremamente restrita, no Brasil. RPA apresentam inúmeros benefícios quando empregados no combate ao crime organizado por serem menos invasivos e dificilmente identificados (CARNEIRO, 2017)

## 1.3 Metodologia

O primeiro procedimento metodológico foi identificar e estudar a localização a ser trabalhada posteriormente e conhecer o objeto de estudo escolhido com todas as suas características relevantes e, por sua natureza exploratória, inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e uma extensa revisão de literatura.

Como o trabalho se iniciou motivado em diminuir a criminalidade no Amazonas e aumentar a produtividade da Base Fluvial Arpão foi analisado sinteticamente sua operação.

Na sequência, foi necessário estudar a ocorrência de crimes ao longo dos rio Solimões-Amazonas, Madeira e Abacaxis e, com isso, foram identificados pontos de interesse e trechos que apresentam necessidade de observação (hotspots).

A coleta de informações sobre o modos de operação da criminalidade local ocorreu por meio de entrevistas com policiais da Polícia Militar do Amazonas e notícias recentes de jornais. Adicionalmente foi solicitado informações da base de dados da Secretaria de Segurança Pública do Amazonas (SSP-AM) por meio da lei de acesso à informação (Anexo A). Com as informações prestadas foi construído um banco de dados de informações geográficas com fontes como INDE, INPE, IBGE e ANA.

No tocante aos parâmetros de rota de voo, tais como atitude, ângulo de visada e padrão de deslocamento, os procedimentos tomaram como base as informações prestadas pelo Brigadeiro do Ar (Força Aérea Brasileira) Paulo Ricardo Laux e pelo Coronel Aviador (Força Aérea Brasileira) Donald Gramkow (ex-comandante do Esquadrão Hórus).

Para realização de uma simulação do trajeto dos RPAs, foram levantados requisitos operacionais e instrumentos de medição que poderiam ser usados em conjunto com os RPA, rádios e câmeras embarcadas em conformidade com os requisitos das missões. Também, foram feitas iterações para testar a melhor configuração e adequação do sistema.

A Figura 2 resume o processo.

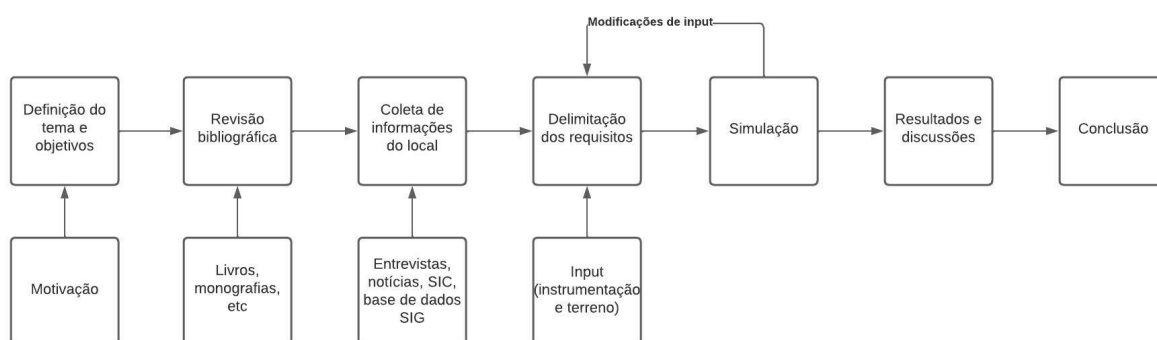


Figura 2 – Fluxograma metodológico.

Fonte: Autoria própria

### 1.3.1 Determinação da melhor trajetória de embarcações

A determinação do melhor caminho a ser percorrido pelo RPA para detecção foi feita por meio de uma análise estocástica. Primeiramente, foram estabelecidos padrões de voo, depois o ângulo de visada foi alterado para testar diversas configurações de modo a melhorar a identificação das embarcações. Uma simulação de Monte Carlo foi feita manualmente para detecção de pontos aleatórios que representam possíveis barcos.

### 1.3.2 Furtividade

Um importante ponto na escolha do melhor caminho a ser percorrido por um RPA é a sua segurança. Ou seja, ele não pode ser visto ou ouvido por pessoas que estiverem nos barcos em trânsito. Para garantir isso, é necessário estabelecer os raios da habilidade humana de ver ou ouvir um objeto com as características do conjunto RPA.

A potência sonora  $W$  de uma esfera pulsante sendo irradiada por uma potência constante, em Watts (W), é dada por:

$$W = \frac{I}{4\pi r^2} \quad (1.1)$$

Enquanto  $I$  representa a intensidade sonora, relacionada com a pressão sonora por:

$$I = \frac{p^2}{\rho c} \quad (1.2)$$

Onde  $c$  é a velocidade da onda sonora no meio em metros por segundo e  $\rho$  é a densidade do meio em quilogramas por metro cúbico.

Um estudo com experiências práticas aponta que um RPA de pequeno porte apresenta 72 dB a uma distância de 2,5 m na escala B (SILVA, 2022). O limiar da audição humana pode ser considerado  $I_o = 10^{-12}$  W/m<sup>2</sup>, ou seja, 0 dB, mas para esse trabalho será considerado o valor de 20 dB, que é equivalente a sussurrar. Isso quer dizer que, para não ser reconhecido pela audição, é necessária uma distância mínima de 398 metros.

Quanto ao reconhecimento por meio visual, considerou-se um ângulo de 4° como o ângulo de visão humana. Também usou-se o tamanho do RPA como 940 mm. De acordo com a Figura 3, a distância a qual um objeto desse tamanho já não é mais visto é de 135 metros (CATFORD; OLIVER, 1973).



Figura 3 – Ângulo de visão

Fonte: Autoria própria

## 1.4 Posicionamento do RPA

Nessa seção, faz-se o estudo do posicionamento necessário quanto a altitude e ângulo de visada. Para a missão, não é importante apenas que uma embarcação seja detectada, ela precisa também ser identificada remotamente. Isso significa que a câmera não pode estar apontada para baixo. O ideal é que haja um ângulo de visada que permita visualizar a lateral do barcos que passam.

Assim, determina-se que o RPA deve sobrevoar a mata em uma distância de 110 m da margem. Considera-se uma grande árvore de altura máxima 50 m a uma distância de 10 m da margem.

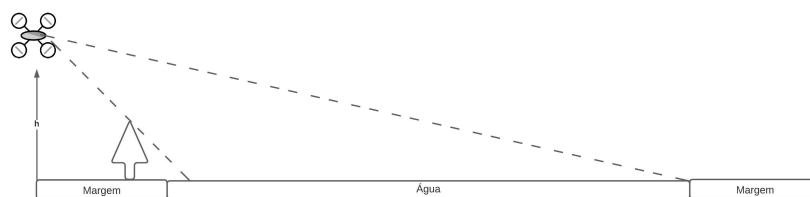


Figura 4 – **Posição aproximada do drone.**

Fonte: Autoria própria

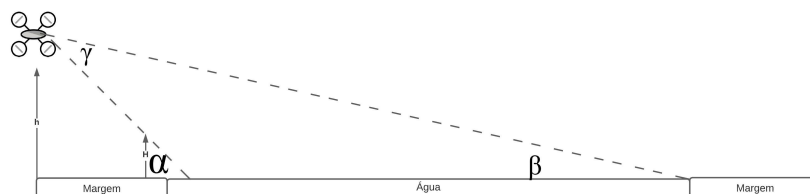


Figura 5 – **Abstração da posição.**

Fonte: Autoria própria

### 1.4.1 Ângulo

O ângulo formado entre o RPA e o solo é calculado a partir da relação entre a altura máxima de uma árvore e sua distância até a margem.

$$\tan^{-1}\alpha = \frac{50}{10} = 78,69^\circ \quad (1.3)$$

### 1.4.2 Altitude

A altitude correspondente é calculada por semelhança de triângulos.

$$\frac{h}{110} = \frac{50}{10} \quad (1.4)$$

$$h = 110 \times 5 = 550m \quad (1.5)$$

Considerando o menor ângulo de visão dos RPA, têm-se que:

$$\gamma = 60^\circ \quad (1.6)$$

$$\beta = \alpha - \gamma = 78,69^\circ - 60^\circ = 18,69^\circ \quad (1.7)$$

A distância máxima da linha de visão do drone nessas condições é, então:

$$\tan\beta = \frac{550}{d} \quad (1.8)$$

$$d = \frac{550}{\tan\beta} = 1625,84m \quad (1.9)$$

## 1.5 Subida

O comportamento de subida pode ser analisado ao considerar a velocidade máxima de ascensão e a velocidade máxima, assim pode-se encontrar a distância que leva para o RPA atingir sua altitude desejada e o tempo, conforme mostrado na Figura 6.

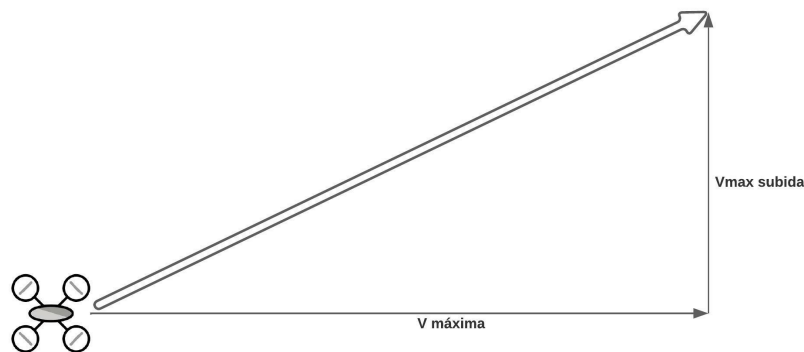


Figura 6 – Diagrama de subida.

Fonte: Autoria própria

Usando a velocidade de ascensão como 6 m/s, tem-se que para atingir os 550 m de altitude serão necessários 92 segundos. Pela velocidade máxima de 25 m/s, tem-se que nesse tempo a distância percorrida para frente será de 2,3 km.

## 2 Características da Missão

Nesse capítulo se efetuou o levantamento das características dos locais de interesse, além de plotá-los em um sistema de informações geográficas (QGIS). Na sequência, foi efetuado o levantamento das características dos veículos comerciais para posterior análise.

A missão foi definida como efetuar a detecção de embarcações que navegam na calha dos rios amazônicos em modo furtivo. Ou seja, voar a uma distância que o RPA não seja ouvido ou visto, adicionalmente não interferir no tráfego aéreo da região.

### 2.1 Base Fluvial Arpão – AM

A localização da Base Fluvial Arpão em relação ao Estado do Amazonas, mostrada na Figura 7, foi inaugurada em agosto de 2020 para atuar entre Coari-AM e Tefé-AM como suporte a outras ações policiais.

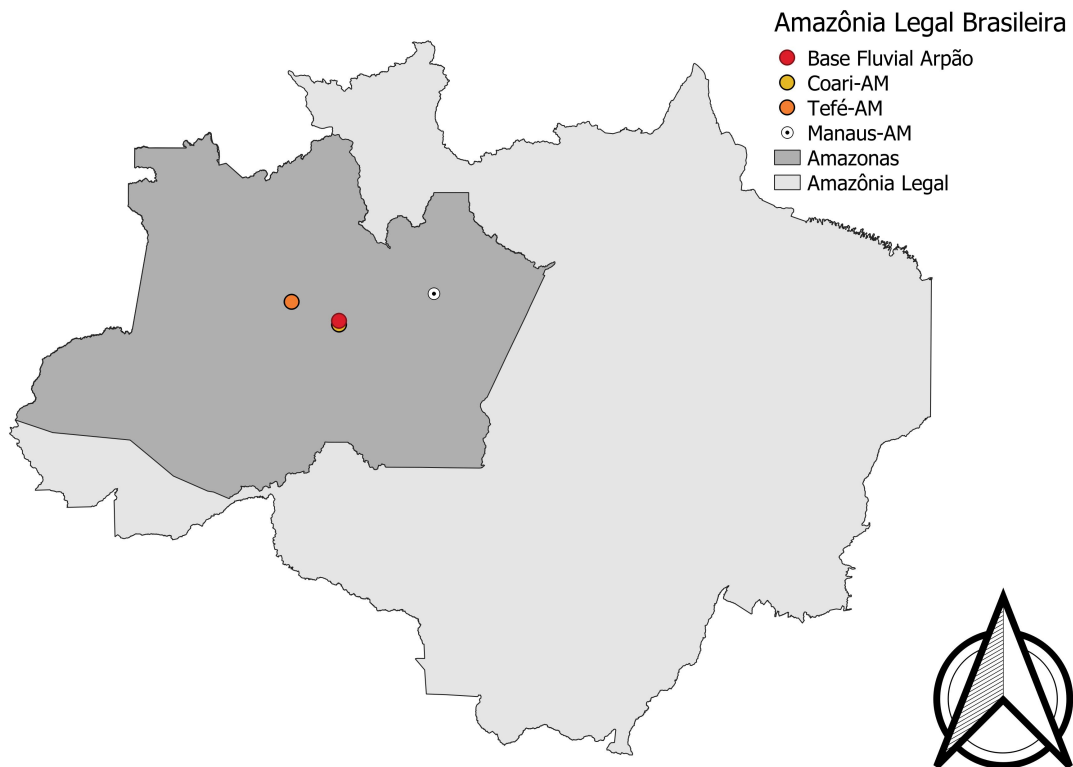


Figura 7 – **Localização da Base Fluvial Arpão**

Fonte: Modificado de (INDE, 2022)

A Figura 8 mostra a posição geográfica estratégica da base em raios de: 15 km de Coari-AM, 200 km de Tefé-AM e 400 km de Manaus-AM.

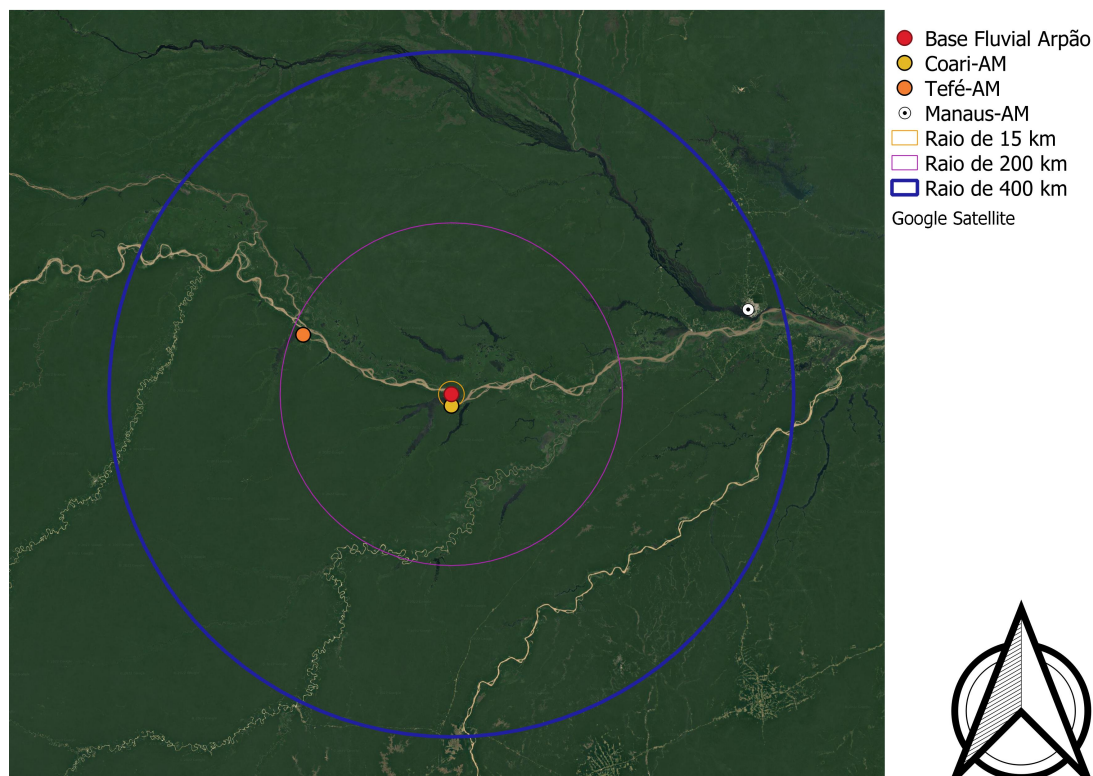


Figura 8 – Posição geográfica da base

Fonte: Modificado de (GOOGLE, 2022)

Nos dois anos desde sua ativação, a base prendeu 311 suspeitos e interceptou mais de cinco toneladas de drogas. Além disso, realizou apreensões de pirataria e crimes ambientais, sendo: 183 eletrônicos, mais de 80 toneladas de animais, 592 m<sup>3</sup> de madeira, 6 mil m<sup>3</sup> de minérios e 1,3 kg de ouro (NOTÍCIA, 2022).

Todas as embarcações que passam pela base durante o dia devem parar e se identificar, mas durante a noite o controle de tráfego fica prejudicado pela longa distância entre as margens e a escuridão, havendo a possibilidade de escapar pela mata com uma distância segura. A produtividade da base caiu de R\$ 106 041 963,32 em 2021 para R\$ 44 474 773,92 em 2022, como mostrado no Anexo A. Isso se deve também ao fato de os traficantes terem aprendido a desviar suas rotas e explorar as fraquezas da base.

## 2.2 Perfil de missão

Essa seção define e delimita o perfil da missão a ser realizada com RPA. Sua categorização foi feita conforme o tempo que levaria para completar, ou seja, a duração da missão: curto, médio e longo prazos. A missão deve ser realizada em curto prazo, tanto no sentido de ser uma missão curta quanto no prazo de preparação. Outras missões estão descritas no Apêndice A, juntamente com os *hotspots* de criminalidade encontrados.

A Figura 9 mostra o posicionamento tático em um raio de 5 km ao redor da

base. A linha preta foi usada para medir a distância entre as margens, o resultado foi aproximadamente 1,5 km, em período de seca. Além disso, há possibilidade de escapar pela mata com uma distância segura.



Figura 9 – Posição tática da base  
Fonte: Modificado de (GOOGLE, 2022)

Nesse ponto, levanta-se a hipótese de que há um benefício de usar RPA, para observação noturna e diurna. Posteriormente essa afirmação será avaliada de acordo com estudo de casos reais.

## 2.3 Veículos

Na última década, o uso de RPA aumentou exponencialmente em uma tendência que deve continuar. Diversos países estão desenvolvendo ou aprimorando seus veículos não tripulados. Muitos autores e empresas fabricantes afirmam que as principais vantagens dessa plataforma são a capacidade de sobrevoar áreas por longo período de tempo, operar em território hostil sem expor o elemento humano e o baixo custo operacional (JUNIOR, 2019).

Para a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), os RPA são divididos em três classes conforme seu peso: classe 1 (acima de 150 kg), classe 2 (acima de 25 kg e abaixo ou igual a 150 kg) e classe 3 (abaixo ou igual a 25 kg) (ANAC, 2017).



A versão americana, no entanto, conta com mais subclassificações, e é mostrada de forma simplificada no quadro apresentado na Figura 10 a seguir:

Classe	Característica	Utilização
HALE <sup>1</sup>	Elevada altitude (15 km) e longo alcance (24 h)	Reconhecimento e vigilância de alcance extremamente longo e relay
MALE <sup>2</sup>	Média altitude (5 a 15 km) e longo alcance (24 h)	Semelhante a HALE em raios inferiores, mas a partir de 500 km
TUAV <sup>3</sup>	Médio alcance (100 a 300 km) ou RPAS tático	Menores e mais simples, podem ser operados fora de uma base
RPH <sup>4</sup> ou VTUAV <sup>5</sup>	Semelhante ao TUAV, mas de asas rotativas, com capacidade de decolar e pousar verticalmente	Locais com ventos e turbulências por ser mais resistente
Close-Range UAV	Operação de até 100 km	Reconhecimento, vigilância, designação de alvos, inspeção de linhas de força, monitoramento de tráfego, etc
MUAV <sup>6</sup>	Pequeno e leve com alcance de até 30 km	Grupos de combate móveis
MAV <sup>7</sup>	Voo lento, capacidade de pairar e desviar de obstáculos	Para ambientes urbanos

Figura 10 – **Sub classificação americana de RPA**

Fonte: Adaptado de (GONÇALVES, 2021)

Essa seção do trabalho se refere ao estudo dos veículos que, apesar de indisponíveis na Base Fluvial Arpão, são utilizados em alguma outra atividade da força nacional. Os veículos aéreos analisados serão apenas não tripulados com a justificativa de que esse trabalho se trata de uma forma alternativa à coleta de inteligência e de vigilância da região ao redor da Base Fluvial Arpão. Os RPA MAV usados para curtas distâncias antes de operações para obtenção ou confirmação de informações oficialmente são: Matrice 300 RTK, Mavic 2 Enterprise Dual, Matrice 210 V2 e X820. A Tabela 1 apresenta seus dados, conforme site do fabricante.

<sup>1</sup>high altitude long endurance

<sup>2</sup>medium altitude long endurance

<sup>3</sup>medium range or tactical UAV

<sup>4</sup>remotely piloted helicopter

<sup>5</sup>vertical take-off UAV

<sup>6</sup>mini UAV

<sup>7</sup>micro air vehicle

Tabela 1 – Dados dos RPA de pequeno porte

RPA	Característica	Valor	RPA	Característica	Valor
<b>Matrice 300 RTK</b>	Velocidade máxima	23 m/s	<b>Mavic 2 Enterprise Dual</b>	Velocidade máxima	20 m/s
	Velocidade de ascensão	6 m/s		Velocidade de ascensão	5 m/s
	Velocidade de descida	5 m/s		Velocidade de descida	3 m/s
	Tempo máximo de voo	31 min		Tempo máximo de voo	31 min
	Alcance do rádio	15 km		Alcance do rádio	6 km
	Resistência ao vento	15 m/s		Resistência ao vento	10,56 m/s
<b>Matrice 210 V2</b>	Velocidade máxima	22,5 m/s	<b>X820</b>	Velocidade máxima	25 m/s
	Velocidade de ascensão	5 m/s		Velocidade de ascensão	15 m/s
	Velocidade de descida	3 m/s		Velocidade de descida	2,5 m/s
	Tempo máximo de voo	24 min		Tempo máximo de voo	45 min
	Alcance do rádio	3 km		Alcance do rádio	10 km
	Resistência ao vento	12 m/s		Resistência ao vento	14 m/s

Fonte: Modificado de (DJI, 2022) e (DAHUA, 2022)



(a) Matrice 300 RTK



(b) Matrice 210 V2



(c) Mavic 2 Enterprise Dual



(d) X820

Figura 11 – RPA pequeno porte

Fonte: (DJI, 2022) e (DAHUA, 2022)

Os RPA analisados para missões de médio porte são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados dos RPA de médio porte

RPA	Característica	Valor	RPA	Característica	Valor
<b>Dractor</b>	Velocidade máxima	10 m/s	<b>Agras T10</b>	Velocidade máxima	10 m/s
	Tempo máximo de voo	60 min		Tempo máximo de voo	19 min
	Alcance do rádio	5 km		Alcance do rádio	7 km
<b>Spectra</b>	Velocidade máxima	27,78 m/s	<b>Nauru 1000C</b>	Velocidade máxima	30,83 m/s
	Tempo máximo de voo	12 h		Tempo máximo de voo	10 h
	Alcance do rádio	Ilimitado (GNSS)		Alcance do rádio	3 km

Fonte: Modificado de (DJI, 2022), (XMOBOTS, 2022) e (ARYS, 2022)



(a) Dractor



(b) Spectra



(c) Agras T10



(d) Nauru 1000C

Figura 12 – RPA médio porte

Fonte: Modificado de (DJI, 2022), (XMOBOTS, 2022) e (ARYS, 2022)

## 2.4 Requisitos

Os requisitos de missão a serem analisados na simulação, então, são:

- Distância percorrida, por consequência área vigiada
- Furtividade visual
- Furtividade auditiva

## 3 Simulação

Essa seção se refere a simulação da realização da missão. Isso significa que foram elaborados planos de voo para o raio de vigilância, modificados conforme necessidade.

### 3.1 Básica

A missão a ser realizada é de sobrevoar em um raio de 5 km da base para encontrar barcos que estejam tentando passar silenciosamente durante a noite e pessoas que estejam tentando evitar a base passando por terra durante o dia. A primeira solução para essa missão é uma busca direta com plano de voo para cobertura total da área. Para todos os planos de voo, utilizou-se o *software* livre Mission Planner. Para os cálculos, foi admitida uma altitude de 100 m, máxima permitida para a categoria (ANAC, 2017).

De acordo com a base de dados de câmeras disponíveis no Mission Planner, escolheu-se dentre as que levariam o menor tempo para cobrir toda a área. A matriz de decisão usada para isso é mostrada na Tabela 3 e o resultado foi um empate entre as câmeras Hawkeye Firefly 6S e GoPro Hero 4 Black, sendo a primeira escolhida por ser mais barata. Sua resolução seria de 6,27 cm/pixel.

Tabela 3 – **Dados dos drones de médio porte**

<b>Câmera</b>	<b>Tempo</b>	<b>Zoom</b>	<b>Modo noturno</b>	<b>Preço</b>	<b>Total</b>
GoPro Hero 4 Black	3	0	3	1	7
Canon ELPH 520HS	2	2	0	2	6
Firefly 6S	1	1	2	3	7
Sony WX 500	0	3	1	0	4

Fonte: Autoria própria

O veículo a ser usado foi escolhido com tempo como critério de eficiência principal. Assim, utilizou-se primeiramente o RPA de pequeno porte que apresenta maior velocidade e autonomia, X820. Pode-se ver na Figura 13 que levaria 13 horas e 33 minutos para sobrevoar a área de 78,5 km<sup>2</sup> a uma velocidade de 25 m/s. Também seriam necessários 18 retornos para a base para recarregar uma bateria de duração de 45 minutos. Assim, pode-se dizer que o RPA daria duas voltas completas ao redor da base no mesmo dia, não contando o tempo de recarregamento ou as viagens de ida e volta, que pode ser compensado com baterias reservas. A trajetória demarcada foi feita automaticamente pelo programa, sem tentativas de traçar um plano ótimo.

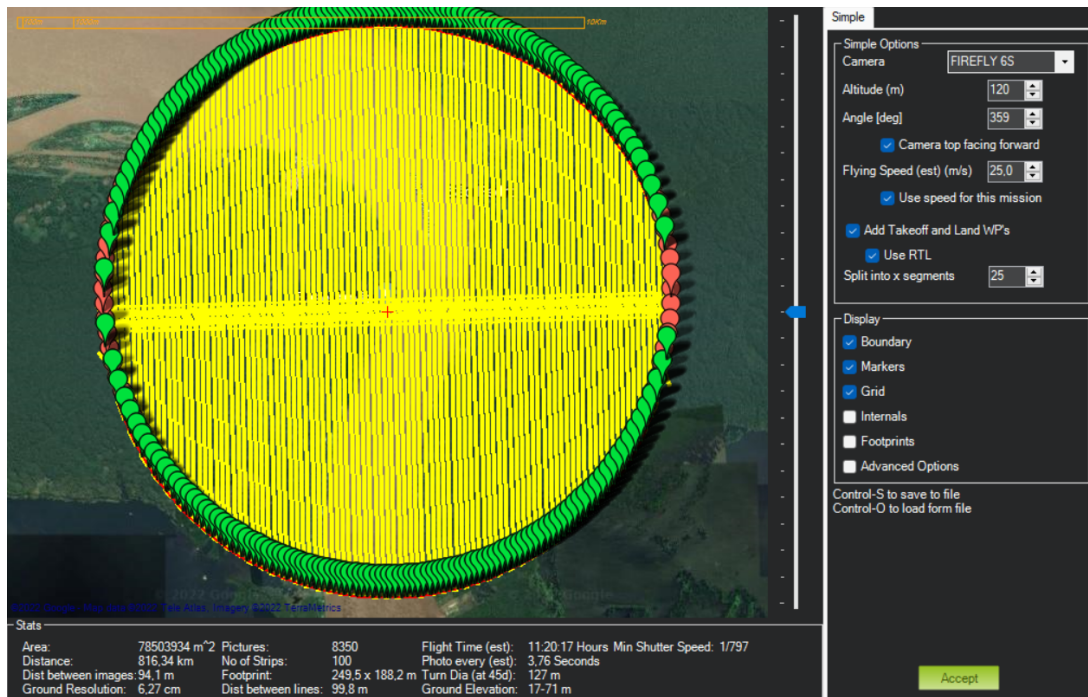


Figura 13 – Plano de voo em 5 km

Fonte: Autoria própria

## 3.2 Modificações

Considerando os pontos de interesse demarcados na seção 2.2, essa seção se trata de modificar os parâmetros iniciais, mostrados anteriormente, e ajustá-los para parâmetros mais práticos e, por consequência, úteis.

### 3.2.1 Área de leito e margens

O resultado anterior requer muito tempo para realizar a missão, de forma impossível, e a base estudada é fluvial, então a partir de agora os esforços vão ser concentrados no leito do rio. Há também um recuo de 100 metros em cada margem para que o RPA se mantenha furtivo. A Figura 14 mostra a faixa estudada dentro do raio de 5 km. Nesse caso, a altitude foi aumentada para 1000 m. Esse voo pode ser realizado desde que tenha autorização especial da ANAC previamente (ANAC, 2017). Como consequência da altitude, o tempo de voo diminuiu para 38 minutos.



Figura 14 – Plano de voo para faixa de leito em 5 km  
 Fonte: Autoria própria

A Tabela 4 mostra os resultados da resolução para o maior zoom que cada câmera era capaz de fornecer. Considerando que o menor barco a ser detectado tem sua menor dimensão na ordem de 3 m, qualquer um dos RPA teria a resolução necessária para identificação das embarcações.

Tabela 4 – Matriz de resolução da câmera

RPA	Resolução (cm/pixel)
Matrice 300	212,41
Matrice 210 V2	1019,59
X820	188,81
Mavic 2	94,41

Fonte: Autoria própria

Outra possibilidade seria vigiar a área a partir das margens, fazendo um percurso ao redor do rio. A Figura 15 mostra esse caminho. A altitude aqui usada foi de 120 m, máxima da categoria.



Figura 15 – Plano de voo para margem em 5 km  
 Fonte: Autoria própria

### 3.3 Trajetórias para simulação

Para determinar o melhor caminho a ser percorrido pelo RPA, é necessário fixar parâmetros. Primeiro, a área de atuação (raio de 5 km), então tempo de voo máximo (36 minutos com margem de segurança de 20% do tempo máximo), por consequência a distância máxima percorrida também é fixa (para velocidade de 25 m/s, tem-se 54 km). Tendo isso, devem ser estabelecidos diferentes padrões de busca, para posterior comparação.

A Figura 16 mostra os padrões analisados.

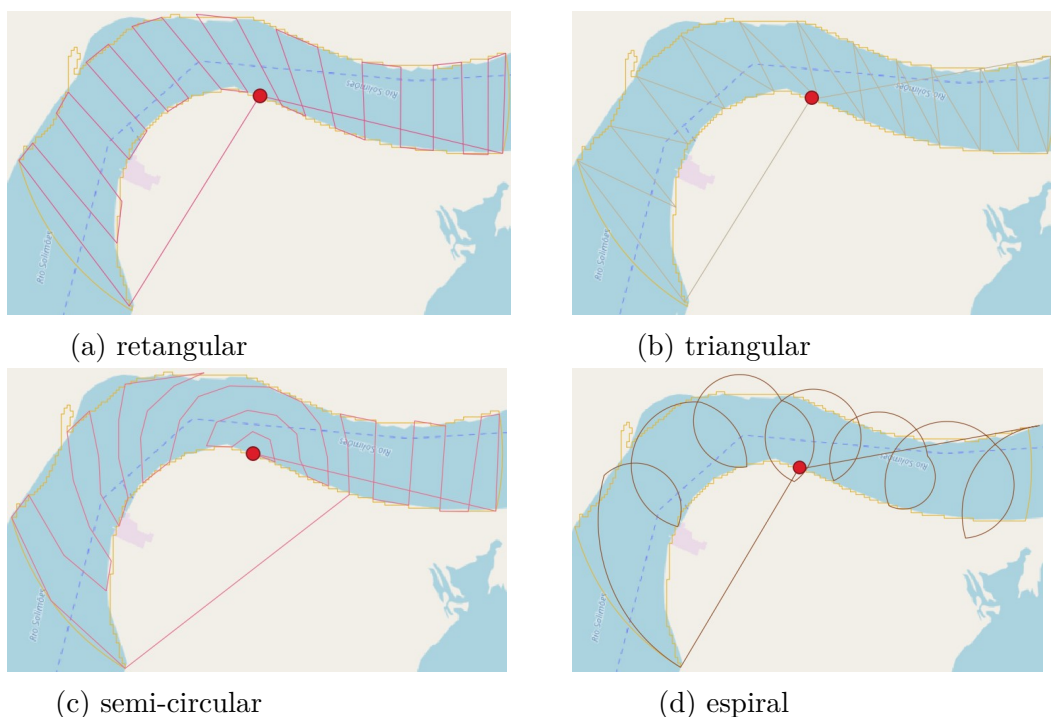


Figura 16 – Padrões de voo

Fonte: Autoria própria

Cinquenta pontos foram aleatoriamente posicionados no leito do rio, com um raio de 3 m (menor dimensão a ser detectada). A Tabela 5 mostra a probabilidade de cada percurso detectar um barco aleatório e de ser reconhecido de volta. O quinto padrão é a trajetória a partir das margens mostrada na Figura 15.

Tabela 5 – Probabilidade de detecção de cada perfil

Padrão	Distância (km)	Tempo (min)	Área (km <sup>2</sup> )	Detecções	Furtividade Visual	Furtividade Auditiva
Retangular	55904	37,27	29,06	50	22	50
Triangular	55525	37,02	25,34	45	26	49
Semicircular	56920	37,95	29,24	49	27	50
Espiral	51105	34,07	26,16	36	21	36
Margem	14093	15,68	19,60	50	0	10

## 4 Teste

Foi feito teste prático no dia 17/02/2023 às 15:20 para comprovar as teorias propostas. O RPA utilizado foi o Mavic 2 Enterprise Advanced, mostrado na Figura 17, com o piloto 3º Sargento Silva na Esplanada dos Ministérios.



Figura 17 – Mavic 2 Enterprise Advanced em teste de voo

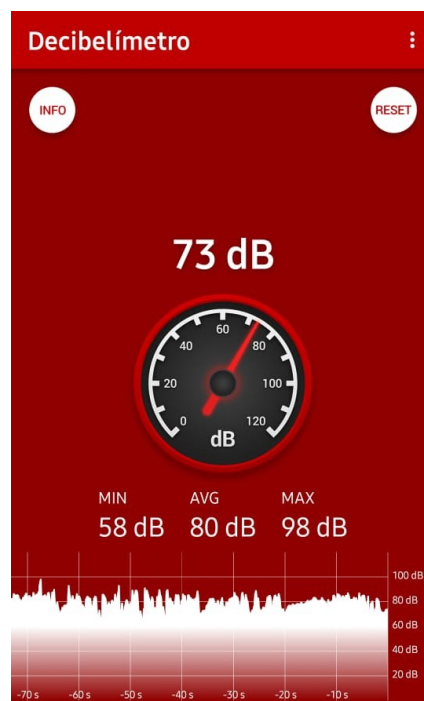
Fonte: Autoria própria

O limite de audição foi medido por um aplicativo Decibelímetro, como mostra na Figura 18, e por três pessoas no local. O nível máximo de som do RPA foi 98 dB, enquanto o nível médio do local era 70 dB. Chegou-se a conclusão de que o limite de audição seria de 120 m, em qualquer direção.





(a) medição



(b) resultados

Figura 18 – Medição do decibelímetro

Fonte: Autoria própria

O limite visual foi testado através de observação a olho nu. Uma altitude foi fixada e o RPA começou a se mover para longe, até que todas as pessoas presentes concordassem que não estavam mais visualizando ele. Chegou-se a conclusão de que o limite visual seria 150 m de distância. A experiência foi repetida duas vezes para conferir o resultado.

## 5 Resultados e Discussão

O padrão retangular apresenta a maior probabilidade de detecção, mas também é o mais reconhecido pela audição, apesar de ser o segundo menos visto. Já o padrão triangular apresenta a melhor relação detecção-reconhecimento, mesmo sendo o que varre a menor área. Enquanto isso, o padrão semicircular pode ser dito como tendo o pior desempenho, por ser mais reconhecido pela audição do que sua probabilidade de detecção. Por fim, o padrão espiral é o que apresenta menor probabilidade de detecção.

Nenhum desses padrões, no entanto, seriam úteis em um cenário real. O alto nível de reconhecimento atrapalha seu desempenho, além de colocar o RPA em perigo. Outro motivo também é o ângulo de visada que, em  $90^\circ$ , dificultaria a etapa da missão de identificação.

Dados os novos parâmetros na seção 1.4, o padrão de voo pela margem consegue detectar e identificar todos os 50 pontos no leito do rio sem ser visto por nenhum deles e sendo escutado por apenas 10 possíveis embarcações. O melhor caminho a ser percorrido, então, é o mostrado na Figura 15, seguindo os parâmetros demonstrados.

Pode-se fazer essa análise por meio de um índice numérico único que compare os padrões de voo. Para simplificação, então, define-se tal índice como **índice** é igual a **número de embarcações detectadas** menos a **furtividade**, que é igual a **furtividade visual** mais **furtividade auditiva**. Quanto maior for o número, melhor o desempenho do padrão. Tem-se os resultados:  $\text{índice}_{\text{retangular}} = 50 - 22 - 50 = -22$ ,  $\text{índice}_{\text{triangular}} = 45 - 26 - 49 = -30$ ,  $\text{índice}_{\text{semicircular}} = 49 - 27 - 50 = -28$ ,  $\text{índice}_{\text{espiral}} = 36 - 21 - 36 = -21$  e  $\text{índice}_{\text{margem}} = 50 - 0 - 10 = 40$ .

Quanto aos testes, eles os resultados mostram que os cálculos foram conservadores. Deve-se, porém, levar em consideração a interferência de local e horário, principalmente pelo contraste de um ambiente urbano para um ambiente de mata.

## 6 Conclusão

Esse trabalho se propôs a elaborar um sistema de vigilância sediado na Base Fluvial Arpão-AM. Isso foi realizado por meio do estudo dos crimes na região. A missão de vigilância foi então estabelecida e a instrumentação necessária foi estudada conforme parâmetros específicos, como exposto na relação de veículos. Por fim, tem-se uma simulação dessa missão por meio dos planos de voo que confirmaram ou não a capacidade do RPA escolhido realizar a missão inicial, além de testes práticos que corroboram as informações levantadas. Estabeleceu-se os parâmetros do conjunto RPA necessários para a missão. Além de o padrão de voo mais adequado, tanto para a missão quanto por motivos de segurança.

## Referências

- ANAC. *RBAC E-94*. 2017. Citado 3 vezes nas páginas 23, 27 e 28.
- ARYS. *Spectra um grande lançamento - ARYS - Arys*. 2022. <<https://flyarys.com/spectra/>>. (Accessed on 09/21/2022). Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.
- AVILA, C. F. D. Atores n? o-estatais violentos e a segurança internacional na América latina. *Meridiano 47*, Instituto Brasileiro de Relações Internacionais, v. 15, n. 145, p. 18, 2014. Citado na página 15.
- BALIEIRO, L. F. d. V. D.; NASCIMENTO, I. R. Tríplice fronteira Brasil, Peru e Colômbia e as implicações com o narcotráfico. *Textos e Debates*, n. 26, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 14.
- CARNEIRO, F. B. Utilização de drones não-especializados nas operações de inteligência: possibilidades, limitações e emprego na fiscalização de pedreiras e paióis em apoio ao serviço de fiscalização de produtos controlados do exército. 2017. Citado na página 16.
- CATFORD, G.; OLIVER, A. Development of visual acuity. *Archives of Disease in Childhood*, BMJ Publishing Group, v. 48, n. 1, p. 47, 1973. Citado na página 18.
- COUTO, A. C. Fronteiras e estrutura espacial do narcotráfico na Amazônia. *Boletim Gaúcho de Geografia*, v. 47, n. 1, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.
- CUNHA, P. R. da C.; MELO, J. Gonçalves de; SILVA, O. B. da. Bacia do Amazonas. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, v. 15, p. 227–251, 2007. Citado na página 13.
- DAHUA. *X820*. 2022. <<https://www.dahuasecurity.com/br/products/All-Products/Drone/Industrial-Drone/X820>>. Citado na página 25.
- DANTE, R. M. et al. Hidrovias brasileiras e o transporte de cargas. *ANAIS DO FÓRUM DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO UNIFUNEC*, v. 9, n. 9, 2018. Citado na página 14.
- DJI. *DJI - Site oficial*. 2022. <<https://www.dji.com/br>>. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.
- GONÇALVES, J. M. d. S. A utilização de vante pelo batalhão de polícia militar da cidade de Canoas no estado do Rio Grande do Sul. 2021. Citado na página 24.
- GOOGLE. *Google Earth*. 2022. <<https://earth.google.com/>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.
- HIRATA, D. V. Letalidade e ilegalismos de negócios em uma tríplice fronteira sul-americana: Primeira aproximação. *Dilemas-Revista de Estudos de Conflito e Controle Social*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, n. 3, p. 173–197, 2019. Citado na página 14.
- INDE. *Portal INDE*. 2022. <<https://inde.gov.br/>>. Citado na página 21.
- JUNIOR, I. P. O emprego do sistema de aeronaves remotamente pilotadas (sarp) em proveito da atividade de inteligência militar. 2019. Citado na página 23.

- MACHADO, L. O. Tráfico de drogas ilícitas e território: o caso do Brasil. *Rev. Segurança, Justiça e Cid*, v. 4, p. 123–140, 2014. Citado na página 16.
- MAPA do Estado do Amazonas. 2022. <<https://www.guiageo.com/amazonas.htm>>. (Accessed on 10/04/2022). Citado na página 15.
- MARTINS, M. A. C. A geopolítica das drogas nas Américas e a política antidroga brasileira. *Revista do Instituto do Direito Brasileiro*, p. 17166, 2013. Citado na página 14.
- NOTÍCIA, R. do Dia a D. *Em dois anos, Base Arpão prende mais de 300 suspeitos e causa R\$ 133 milhões de prejuízo ao crime no AM*. 2022. Citado na página 22.
- OLIVEIRA, E. C. d. A importância dos rios para os povos da Amazônia. *Anais do SICASA e ANPPAS Amazônia. Anais Manaus (AM) UFAM/ANPPAS*, 2016. Citado na página 14.
- REIS, I. L. et al. Hidrovias brasileiras: um passado esquecido, um presente de entraves e um futuro de oportunidades. In: *FAE-Administração LFE Comércio Exterior*. [S.l.: s.n.], 2012. Citado na página 14.
- ROJAS, F. Panorama da segurança na América do Sul. *Revista Diplomacia, Estratégia e Política*, p. 53–77, 2005. Citado na página 15.
- SILVA, K. G. Estudo do impacto sonoro no uso de drone em campo livre. Universidade Federal de São Carlos, 2022. Citado na página 18.
- SOUSA, M. T. de F. O narcotráfico, o crime organizado internacional, a segurança das hidrovias e recursos estratégicos na região amazônica. o que as faz ter a ver com isso? 2021. Citado na página 14.
- VIEIRA, E. P. d. M. et al. Crime organizado transnacional: a relação entre tráfico de drogas e violência estrutural no Brasil. Universidade Federal da Paraíba, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 16.
- XMOBOTS. *XMrobots - Site Oficial*. 2022. <<https://xmrobots.com.br/>>. (Accessed on 09/21/2022). Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.

# Apêndices

## APÊNDICE A – *Hotspots*

Busca por *hotspots* de criminalidade.

## 2.2 Perfil de missão

Essa seção define e delimita o perfil de cada missão a ser realizada com RPAS. Sua categorização foi feita conforme o tempo que levaria para completar, ou seja, a duração da missão: curto, médio, médio-longo e longo prazos.

A primeira missão deve ser realizada em curto prazo, tanto no sentido de ser uma missão curta quanto no prazo de preparação. A Figura 5 mostra o posicionamento tático em um raio de 5 km ao redor da base. A linha preta foi usada para medir a distância entre as margens, o resultado foi aproximadamente 1,5 km, em período de seca. Todas as embarcações que passam pela base devem parar e se identificar, mas durante a noite o controle de tráfego fica prejudicado pela longa distância entre as margens e a escuridão. Além disso, há possibilidade de escapar pela mata com uma distância segura. Nesse ponto, levanta-se a hipótese de que há um benefício de usar RPAS, que seria a observação noturna do rio e diária da floresta. Posteriormente essa afirmação será avaliada de acordo com estudo de casos reais e simulação.



Figura 5 – Posição tática da base

Fonte: Modificado de (GOOGLE, 2022)

A Figura 6 mostra o posicionamento em um raio de 15 km ao redor da base. Essa distância já representa uma missão de médio prazo. Pode-se ver a localização de Coari-AM. As linhas pretas foram usadas para destacar uma possível rota de desvio para o tráfego das embarcações que desejam evitar parar nos regiões sob vigilância da cidade.



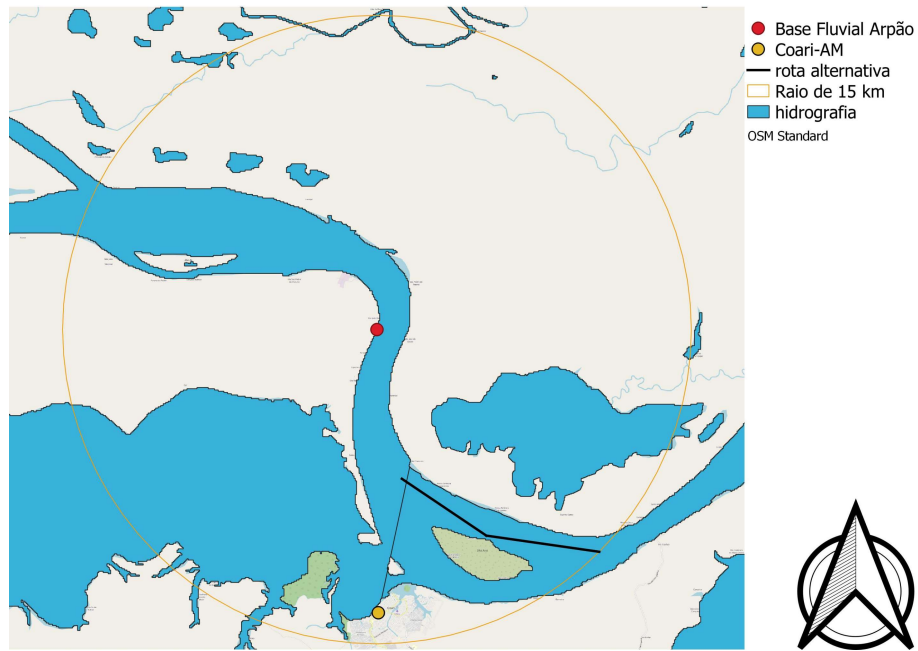


Figura 6 – Raio de 15 km

Fonte: Modificado de (OPENSTREETMAP, 2022) e (INDE, 2022)

É necessário chamar atenção para os pequenos lagos espalhados ao redor da corrente principal do rio Solimões, pois em época de cheia eles se conectam e criam novas rotas intermitentes por entre a mata, o que torna difícil de serem monitoradas.

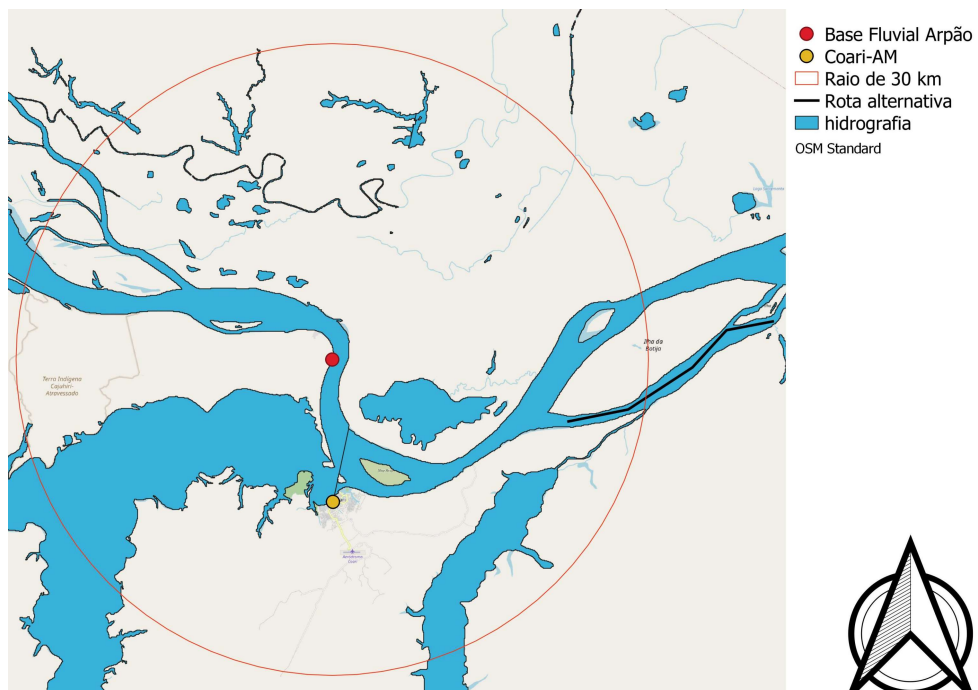


Figura 7 – Raio de 30 km

Fonte: Modificado de (OPENSTREETMAP, 2022) e (INDE, 2022)

A Figura 7 mostra o posicionamento em um raio de 30 km ao redor da base, que requer uma missão de médio-longo prazo. Pode-se a terra indígena Cajuhiri-Atravessado a esquerda, uma região protegida, e a Ilha da Botija a direita. Esses locais são usados pelas facções que as controlam para esconder o contrabando e escolher as “mulas” do tráfico – pessoas que transportam drogas em menor quantidade. Além disso, servem como pontos de parada e reabastecimento tanto para o tráfico de drogas quanto para os piratas da região (G1, 2019) (CRÍTICA, 2019)(FOLHA, 2022).

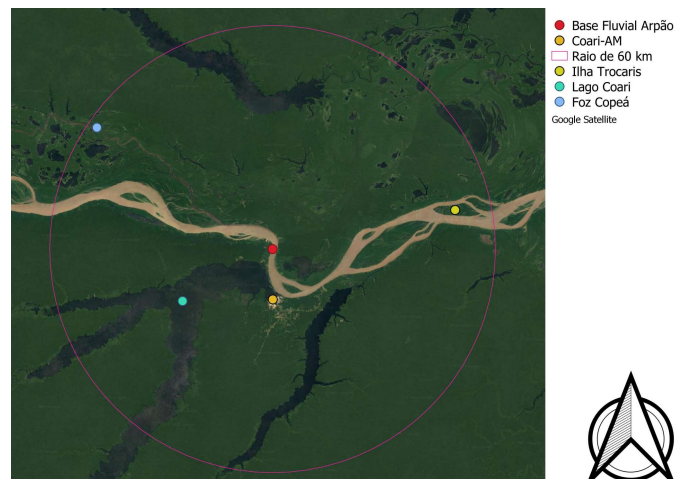


Figura 8 – Raio de 60 km

Fonte: Modificado de (GOOGLE, 2022)

A Figura 9 mostra o posicionamento em um raio de 100 km ao redor da base. A partir desse raio, todas as missões foram consideradas como de longo prazo. Pode-se ver a região de Badajós, que é uma terra indígena, onde há atividade ilegal (G1, 2013)(G1, 2014).



Figura 9 – Raio de 100 km

Fonte: Modificado de (GOOGLE, 2022)

A Figura 10 mostra o posicionamento em um raio de 200 km ao redor da base. Assim, chega-se à cidade de Tefé. Esse é o raio principal de ação que deve ser controlado para impedir a rota do tráfico entre essas cidades.

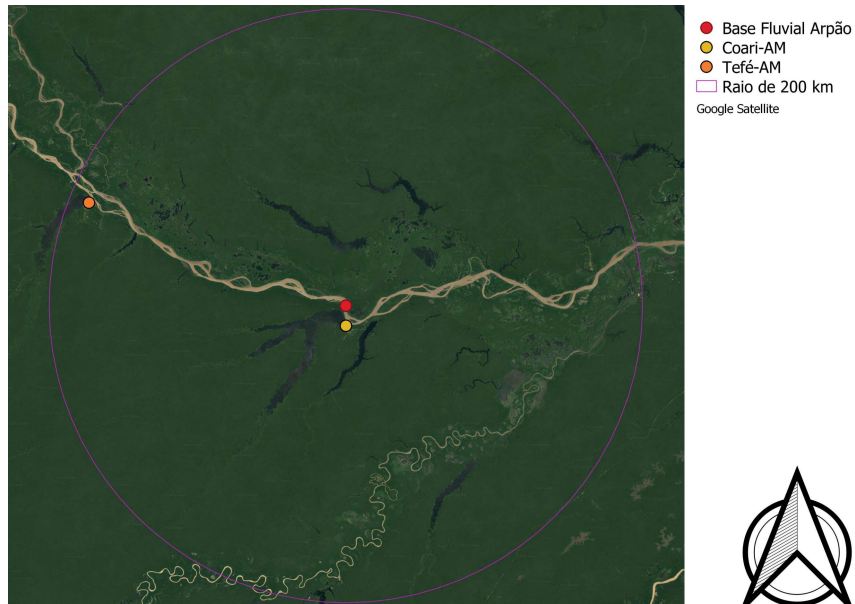


Figura 10 – Raio de 200 km

Fonte: Modificado de (GOOGLE, 2022)

A Figura 11 mostra o posicionamento em um raio de 400 km ao redor da base. Nesse raio pode-se ver uma região de atividade de garimpo ilegal em Maraã durante a seca e a capital Manaus. Esse raio de ação é o que deve ser monitorado para que a droga não chegue até Manaus.

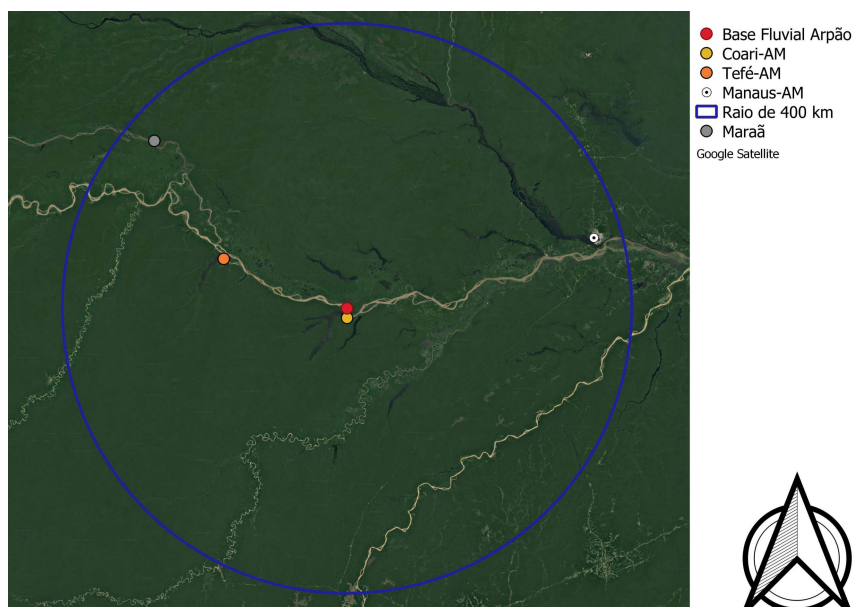


Figura 11 – Raio de 400 km

Fonte: Modificado de (GOOGLE, 2022)

A Figura 12 mostra o posicionamento em um raio de 500 km ao redor da base. Ao leste, tem-se duas regiões problemáticas. A primeira (círculo rosa) apresenta garimpo ilegal durante a seca, que causa assoreamento do rio Madeira e na segunda (círculo azul escuro) há atividade ilegal próximo ao rio Abacaxis (G1, 2022).

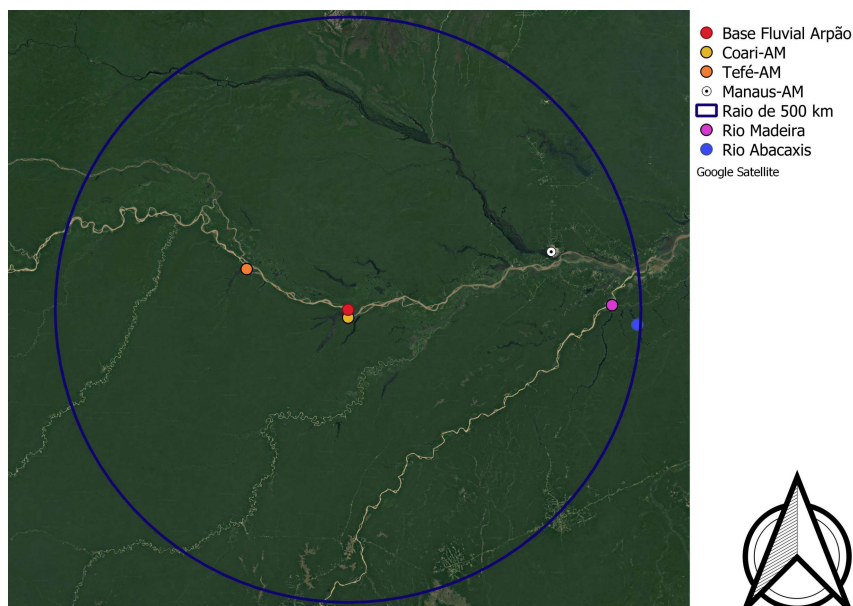


Figura 12 – Raio de 500 km

Fonte: Modificado de (GOOGLE, 2022)

## 2.3 Veículos

Drone, do inglês “zangão” ou “zumbido”, é o nome popular dado a multi-rotor ou a VANTs. Inicialmente surgiram para operações militares e ficaram conhecidos depois da Segunda Guerra Mundial quando o “torpedoaéreo”, uma bomba voadora sem tripulação, foi usada inventada (BETÉ, 2019).

Na última década, o uso dessas aeronaves aumentou exponencialmente em uma tendência que deve continuar. Diversos países estão desenvolvendo ou aprimorando seus veículos não tripulados. Muitos autores e empresas fabricantes afirmam que as principais vantagens dessa plataforma são a capacidade de sobrevoar áreas por longo período de tempo, operar em território hostil sem expor o elemento humano e o baixo custo operacional (JUNIOR, 2019).

Para a ANAC, existe um grupo único de remotely piloted aircraft (RPA), dividido em três classes conforme seu peso: classe 1 (acima de 150 kg), classe 2 (acima de 25 kg e abaixo ou igual a 150 kg) e classe 3 (abaixo ou igual a 25 kg) (ANAC, 2017).

Dentre os possíveis drones da classe única RPA, de acordo com a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), há apenas uma classificação conforme o peso (ANAC, 2017).

# Anexos

# ANEXO A – Produtividade da Base Arpão

Produtividade da Base Arpão, como disponibilizada pelo Ofício nº 2.945-2022-GS-SSP.



GOVERNO DO ESTADO DO  
**AMAZONAS**

Ofício nº 2.945/2022-GS/SSP

Manaus, 8 de novembro de 2022.

A Sua Senhoria, a Senhora  
**ANA PAULA LOPES**  
Acadêmica do Curso de Engenharia Aeroespacial da Universidade de Brasília-UnB  
*E-mail:* lopesgoncalves97@gmail.com

**N. Ref.:** Nova.  
**S. Ref.:** Expediente de *e-mail*, de 03.10.2022.

**Assunto:** Dados de produtividade da Base Arpão.  
**Anexo:** Quadros de produtividade.

Prezada Senhora,

1. Cumprimentando-a, em atenção ao expediente de sua referência, encaminho a Vossa Senhoria os dados de produtividade da Base Arpão I desde o seu lançamento, em agosto de 2020, até os dias atuais, a fim de subsidiar projeto desenvolvido junto ao Ministério da Justiça e Segurança Pública-MJSP.
2. Por oportuno, indico como ponto focal para dirimir eventuais dúvidas acerca da temática o CAP PM Diego Magalhães Medeiros, Secretário Executivo do Gabinete de Gestão Integrada de Fronteira e Divisas-GGI-F/SSP-AM, podendo ser contatado pelo endereço eletrônico *ggi-f@ssp.am.gov.br*.

Atenciosamente,

  
**Gen CARLOS ALBERTO MANSUR**  
Secretário de Estado de Segurança Pública-SSP/AM

GLAUCIANE/APOIOCG/SSP

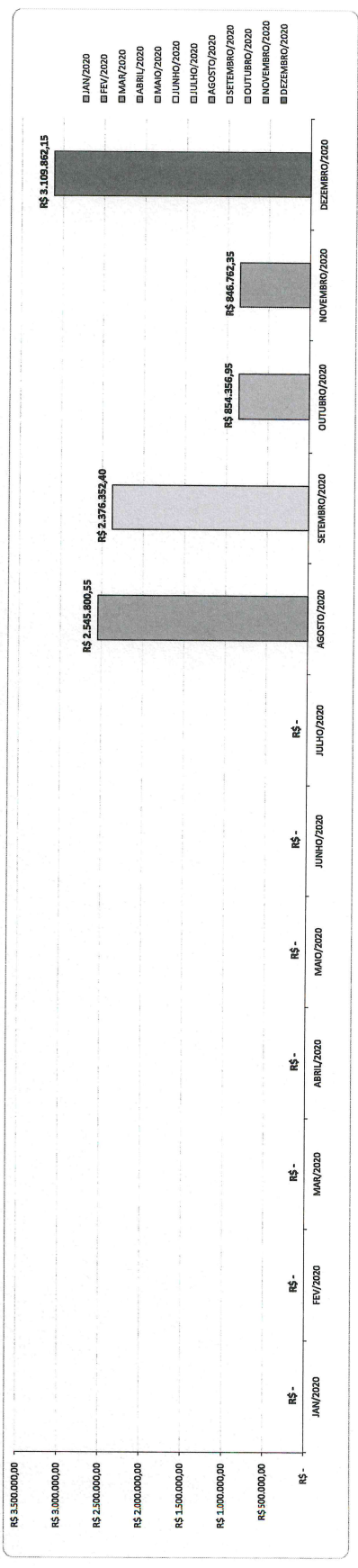


**GABINETE DE GESTÃO INTEGRADA DE FRONTEIRAS - GGI-F/SSP**

**OPERAÇÃO BASE ARPÃO - AM / FRONTEIRA MAIS SEGURA SSP-AM**

**QUADRO DE PRODUTIVIDADE DA OP. BASE ARPÃO I- AGOSTO À DEZ/2020**

MÊS	ENTORRECENTES (KG)	ENTORRECENTES (R\$)	PRISÃO (PESSOAS)	ARMA DE FOGO (UND)	MUNIÇÃO (UND)	APREENSÕES EM MOEDA (R\$)	VEÍCULOS APREEND. (UND)	OURO (GR)	CACA/PESCA (KG)	CELULARES APREEND. (UND)	EMBARCAÇ OES	MADREIRA (m³)	COMBUSTIVEL (LTR)	APREENSÕES EM MINÉRIO (M3)	BOTIJA DE GÁS (UND)	MAT P/ FRATICO (UND)
JANEIRO																
Fevereiro																
Março																
Abril																
Maio																
Junho																
Julho																
AGOSTO	79,55	R\$ 1.331.550,00	18	9	155	R\$ 46.938,00	3	0	32	16	2	0	0	0	0	0
SETEMBRO	122,40	R\$ 1.929.750,00	19	2	80	R\$ 37,00	1	0	8.300	2	0	0	0	0	0	0
OUTUBRO	52,95	R\$ 881.270,00	6	5	43	R\$ 49,00	0	0	770	8	0	0	0	0	0	0
NOVEMBRO	37,35	R\$ 605.175,00	11	2	20	R\$ 871,00	2	0	5.036	2	1	0	0	0	0	0
DEZEMBRO	100,15	R\$ 2.751.360,00	21	1	24	R\$ 4.210,00	0	946	3.552	3	0	0	0	0	0	0
TOTAL	392,40	R\$ 7.448.105,00	75	19	322	R\$ 52.105,00	4	946	17690	31	3	0	0	0	0	0







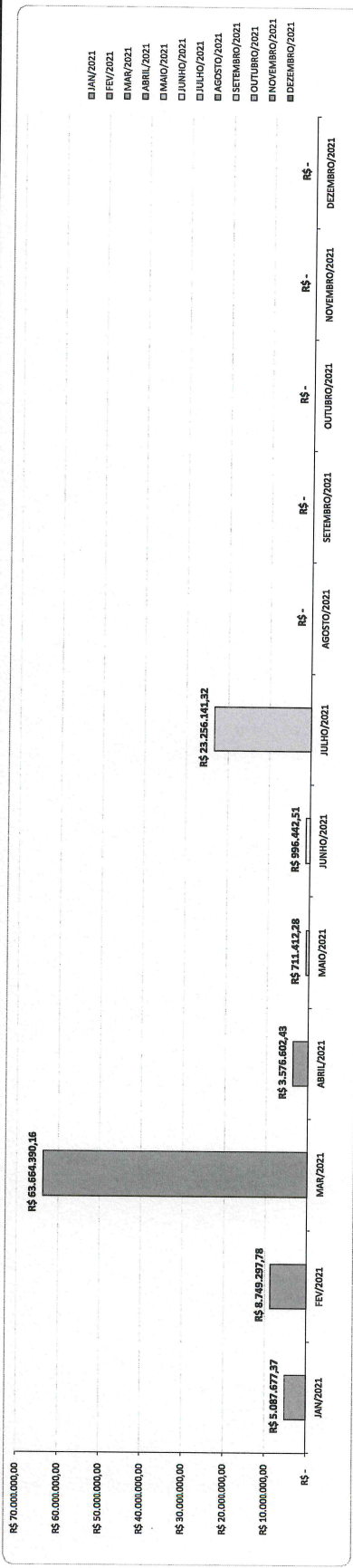
**GABINETE DE GESTÃO INTEGRADA DE FRONTEIRAS - GGI-F/SSP**



**OPERAÇÃO HÓRUS AM / FRONTEIRA MAIS SEGURA SSP-AM**

**QUADRO DE PRODUTIVIDADE DA OP. BASE ARPÃO I - JAN À DEZ/2021**

IMÉS	ENTORPECENTES (KG)	ENTORPECENTES (R\$)	PRISÃO (PRESSOAS)	ARMA DE FOGO (UNID)	MUNICIAÇÃO (UNID)	APREENSÕES EM MOEDA (R\$)	VEÍCULOS APREEND. (UNID)	OURO (G)	CAÇA/ PESCA (KG)	CELULARES APREEND. (UNID)	EMBARCAÇ OES	MADEIRA (m³)	COMBUSTIVEL (LTR)	APREENSÕES EM MANÉRIO (M3)	BOTIMA DE GÁS (UNID)	MAT.P/ TRÁFICO (UNID)	PREJUÍZO AO CRIME
JANEIRO	250,37	R\$ 4.093.020,00	37	20	85	R\$ 1.728,00	2	0	11801	9	2	0	0	0	0	0	R\$ 5.087.677,37
FEVEREIRO	177,78	R\$ 3.691.555,00	28	18	66	R\$ 172.039,00	1	104	10.400	1	4	0	176050	0	22665	0	R\$ 8.749.297,78
MARÇO	3.245,16	R\$ 50.122.650,00	17	7	23	R\$ 6.787,00	0	0	0	1	13	5	0	5800	0	0	R\$ 63.664.390,16
ABRIL	7,43	R\$ 135.420,00	8	3	0	R\$ -	0	0	1.280	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 3.576.602,43
MAIO	29,28	R\$ 600.420,00	10	9	289	R\$ 8.649,00	1	0	545	8	1	0	0	0	0	0	R\$ 711.412,28
JUNHO	45,51	R\$ 912.000,00	5	2	12	R\$ -	0	0	1.158	0	0	0	60000	0	0	0	R\$ 996.442,51
JULHO	1.498,00	R\$ 1.249.759,00	14	5	572	R\$ 170,00	1	0	166	3	3	0	0	0	0	0	R\$ 23.256.141,32
AGOSTO																	
SETEMBRO																	
OUTUBRO																	
NOVEMBRO																	
DEZEMBRO																	
<b>TOTAL</b>	<b>5.253,53</b>	<b>R\$ 60.804.824,00</b>	<b>119</b>	<b>64</b>	<b>1047</b>	<b>R\$ 189.373,00</b>	<b>5</b>	<b>104</b>	<b>25949,5</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>5</b>	<b>256050</b>	<b>5800</b>	<b>22665</b>	<b>0</b>	<b>R\$ 106.041.963,85</b>



em: 05.08.2022



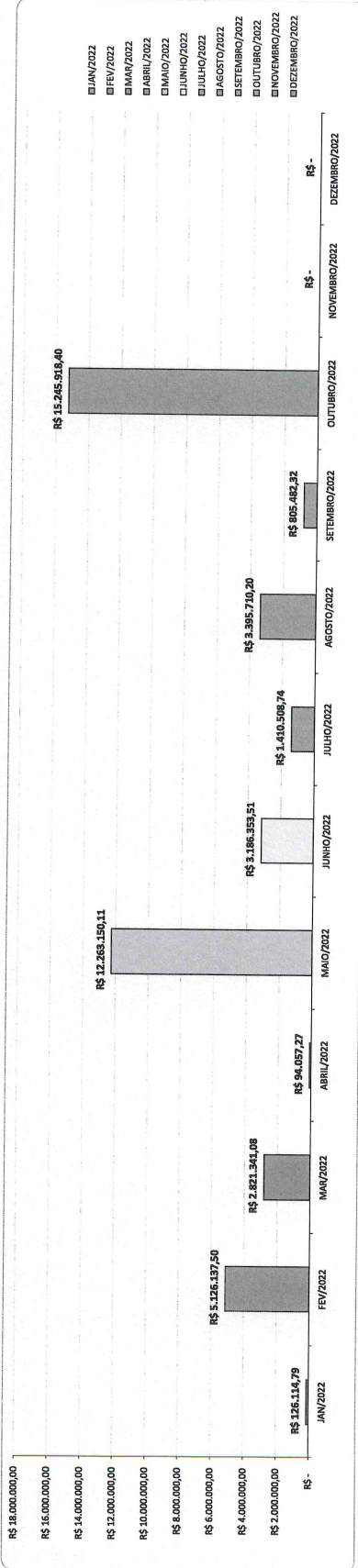
**GABINETE DE GESTÃO INTEGRADA DE FRONTEIRAS - GGI-F/SSP**



**OPERAÇÃO HÓRUS AM / FRONTEIRA MAIS SEGURA SSP-AM**

**QUADRO DE PRODUTIVIDADE DA OP. BASE ARPÃO I - 2022**

MÊS	ENTORPECENTES (KG)	ENTORPECENTES (R\$)	PRENSÃO (PESSOAS)	ARMA DE FOGO (UND)	MUNICÍPIO (UND)	APREENSÕES EM RÍDELA (R\$)	VEÍCULOS APREEND. (UND)	OURO (GT)	CAÇA/ PESCOA (KG)	CELULARES APREEND. (UND)	EMBARCAÇ.ÕES	MADERA (m³)	APREENSÕES EM MINERO (M3)	COMBUSTÍVEL (LITR)	BOTHA DE GÁS (UND)	MAT'P/ TRAFICO (UND)	PREJUÍZO AO CRIME
JANEIRO	1,29	R\$ 37.560,00	17	4	6	R\$ 828,75	0	0	864	25	0	0	0	0	0	0	R\$ 126.114,79
FEVEREIRO	139,5	R\$ 3.885.000,00	4	3	320	R\$ -	0	0	7.889	0	2	0	0	0	0	0	R\$ 5.126.137,50
MARÇO	45,35	R\$ 774.750,00	6	1	7	R\$ 6.374,90	0	45,7	265	2	2	0	0	0	0	0	R\$ 2.821.341,08
ABRIL	6,27	R\$ 94.050,00	0	0	0	R\$ -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 94.057,27
MAIO	494,11	R\$ 10.838.510,00	19	0	0	R\$ -	0	17	700	9	1	0	0	0	0	0	R\$ 12.263.150,11
JUNHO	189,51	R\$ 3.002.475,00	4	0	0	R\$ 2.377,00	0	0	6.727	3	1	0	0	0	0	0	R\$ 3.186.353,51
JULHO	44,94	R\$ 993.455,00	7	0	114	R\$ 1.741,00	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	R\$ 1.410.508,74
AGOSTO	98,7	R\$ 2.673.780,00	10	9	704	R\$ 280,00	0	559	2.451	0	4	0	0	175	0	0	R\$ 3.395.710,20
SETEMBRO	51,31	R\$ 804.693,00	5	2	559	R\$ -	0	0	166	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 805.482,32
OUTUBRO	1.010,40	R\$ 15.244.900,00	1	1	6	R\$ -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 15.245.918,40
NOVEMBRO																	
DEZEMBRO																	
TOTAL	2.081,38	R\$ 38.348.173,00	73	20	1716	R\$ 11.598,65	0	631,2	19061,5	43	11	0	0	175	0	0	R\$ 44.474.773,92



em: 15.09.2022 às 15:41