

## MANUAL DE USO

Este manual apresenta o passo a passo de uso do software de planejamento de missões para cobertura de áreas utilizando Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), umas das tecnologias que compõe o **Framework para Controle Biológico de Pragas com VANTS**. O software é capaz de gerar rotas completas de forma otimizada. Através de uma interface intuitiva e multiplataforma, é possível definir uma área de cobertura a partir do desenho de um polígono à mão livre, com alguns cliques do mouse sob um mapa. Durante o uso do software, é possível aumentar ou diminuir o zoom em uma área para obter um desenho de polígono mais preciso.

Após a definição da área de cobertura, pode-se selecionar um dos vértices do polígono, a partir de um clique, para a definição do local de decolagem e aterrissagem, assim como para a geração automatizada da rota de cobertura, contendo movimentos que visam garantir o menor tempo para cobrir a área de cobertura selecionada.

O software também possui as opções de configuração de altitude, velocidade e distância entre linhas, que podem ser alterados antes ou depois da geração da rota de cobertura. Se forem modificados depois, a rota de cobertura será recalculada e renderizada novamente sobre o mapa para a visualização do usuário. Com a definição da rota de cobertura, o software retorna um arquivo de *waypoints* em um formato TXT compatível com a maioria das controladoras de voo do mercado. Este arquivo já está pronto para o voo, contendo todas as informações e comandos específicos para a realização de um voo automático.

### Descrição Detalhada:

O Otimizador de rotas para aplicação aérea não tripulada de agentes biológicos é composta por uma interface principal, que contém todas as opções de desenho, edição, configuração e salvamento. A Figura 1, apresenta-se a tela principal do sistema com o mapa de satélite localizado em uma região da cidade de Brasília/DF.



Figura 1 - Tela principal do sistema

### Opções de visualização e configuração

**1 Parâmetros do Voo:** Na parte superior/central da tela (Figura 2), encontra-se a mensagem *"Desenhe um polígono"* com algumas informações contendo valores iniciais nulos, tais como tamanho da área (0 ha), comprimento total da rota de cobertura (0 km) e tempo de voo estimado para cobrir a área (0 s).

As unidades de medida utilizadas são: ha – Hectares; Km – Quilômetros; m/s – metros/segundos; e m – metros.



Figura 2 - Parâmetros do voo

**2 Procurar local:** No canto superior/direito (Figura 3), observa-se um campo de busca (campo de texto "Procurar") que pode ser utilizado para selecionar uma localidade específica para redirecionar o mapa (Figura 3). Ao digitar e selecionar o nome de uma determinada localidade, o mapa será recarregado no novo local indicado.

## Framework para Controle Biológico de Pragas com Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT)



Figura 3 – Opção de busca por região/local no mapa

**3 Opções de Controle e Desenho:** Abaixo do campo de busca, encontram-se alguns botões de controle, tais como aumento e redução de zoom do mapa. Também estão disponíveis os botões de desenho do polígono e uma lixeira para excluir partes do polígono (Figura 4).

O botão de desenho do polígono já está pré-selecionado e pronto para uso, permitindo ao usuário desenhar o polígono que representa a área a ser coberta através de cliques direto na interface do mapa. Uma vez que o polígono está desenhado com diversos vértices, é possível selecionar um dos vértices e clicar na lixeira para excluí-lo, alterando assim a área inicialmente desenhada.



Figura 4 - Opções de Controle e Desenho

## Framework para Controle Biológico de Pragas com Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT)

**4 Configurações da rota:** No canto inferior/direito, através do botão azul de “Configuração”, é possível definir alguns parâmetros importantes para a geração da rota de cobertura, tais como altitude, velocidade e distância, conforme ilustra a Figura 5.

A **altitude** representa a distância entre o solo e o drone no ar e está inicialmente configurada com um valor de 10m. Mas este valor pode ser alterado em um intervalo entre 10m e 50m de altitude. A **velocidade**, inicialmente definida como 8m/s, pode variar entre 1m/s e 15m/s, e representa a velocidade de voo do drone para realizar a cobertura. Já a **distância**, inicialmente configurada em 50m, representa a distância entre as linhas paralelas da rota de cobertura gerada pelo software. Esta distância pode variar entre 1m e 100m. Todos estes parâmetros devem ser previamente ajustados de acordo com o tipo de missão de cobertura pretendido. Também é possível selecionar um tipo de “plantação” específica, cujos parâmetros serão automaticamente ajustados de acordo com o item selecionado.



Figura 5 - Parâmetros de configuração para geração da rota

**5 Desenhar polígono:** Após a definição dos parâmetros de configuração, pode-se desenhar um polígono sobre o mapa para delimitar da área de cobertura. Para desenhar o polígono, basta clicar no mapa em pontos diversos (mão livre), demarcando a posição dos vértices. Para concluir o desenho do polígono, o usuário realiza um clique duplo do mouse sob o último vértice escolhido (Figura 6). A área de cobertura gerada a partir do polígono está representada pela linha pontilhada na cor laranja.



## Framework para Controle Biológico de Pragas com Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT)



Figura 6 - Desenhando uma Área de Cobertura através da Marcação dos Vértices de um Polígono

**6** **Trajetória, ponto de decolagem e aterrissagem:** Uma vez que a área de cobertura está definida, é possível selecionar um dos vértices do polígono através de um clique para determinar o ponto de decolagem e aterrissagem do drone para a execução da missão. Este será o ponto inicial e final da rota, ou seja, o primeiro e o último waypoint da trajetória. A Figura 7 apresenta uma rota de cobertura completa gerada a partir do clique em um dos vértices do polígono. O vértice selecionado aparece em destaque na cor laranja (parte superior da área de cobertura).



Figura 7 - Rota de Cobertura Completa gerada a partir da Seleção de um dos Vértices do Polígono

A rota é apresentada em três cores distintas para o usuário, apenas para ilustração das três fases da cobertura.

## Framework para Controle Biológico de Pragas com Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT)

- A cor **azul** representa a fase inicial da rota de cobertura, que consiste no deslocamento do drone entre o ponto de partida ou decolagem até o início do movimento.
- A cor **amarela** representa a fase intermediária da rota de cobertura, consistindo em movimentos para percorrer toda a área.
- Por fim, a fase final da rota de cobertura é representada pela cor **verde**, indicando o caminho entre o final do movimento e o ponto de aterrissagem.

Pode-se observar no topo do mapa, as informações referentes ao tamanho da área de cobertura (55.96 ha), distância total da rota (11.69 Km) e tempo de voo (24m21s) atualizadas de acordo com a área desenhada e a rota gerada.

**7** **Alterando distância entre linhas:** A partir da geração da rota de cobertura, apresentada nas cores azul, amarelo e verde, é possível modificar os parâmetros de configuração, redesenhando assim a rota inicialmente prevista. Conforme ilustra a Figura 8, o parâmetro de configuração "distância", inicialmente com o valor de 50m, foi alterado para 68m - a distância entre as linhas paralelas é definida por este parâmetro de configuração, localizado no canto inferior direito. Imediatamente após a alteração deste valor, a rota de cobertura é automaticamente modificada e renderizada novamente. Observa-se agora uma redução no número de linhas paralelas do movimento de vai-e-volta em virtude do aumento da distância entre as linhas paralelas.



Figura 8 - Alteração do Parâmetro de Configuração da Distância entre Linhas

Também pode-se observar a alteração dos valores referentes à distância total da rota (8.49 km) e o tempo de voo (17m41s) para realizar a cobertura, localizados na parte superior/central. A opção de configuração "WP Grid", marcada no canto inferior/direito, habilita a geração de waypoints intermediários em todas as linhas de rota. Estes waypoints intermediários estão posicionados de acordo com o valor definido para o parâmetro de configuração "distância". Os waypoints intermediários podem ser utilizados para ativar um comando específico integrado com a controladora de voo para, por exemplo, abrir/fechar um *dispenser*.

**8** **Alterando altitude e velocidade:** Os demais parâmetros de configuração, tais como altitude e velocidade, também podem ser alterados após a geração da rota de cobertura, conforme apresenta-se na Figura 9. A altitude foi alterada de 10m para 18m, já a velocidade passou de 8 m/s para 11 m/s. Com estas alterações, também se observa uma mudança no valor referente ao tempo de voo estimado na parte superior/central, que agora é de 12m52s.



Framework para Controle Biológico de Pragas com Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT)



Figura 9 - Alteração dos Parâmetros de Configuração de Altitude e Velocidade

Opções de Geração da Rota: No canto inferior/esquerdo, encontra-se um botão verde de “Missão”, conforme ilustra a Figura 10. Através deste botão, é possível acessar opções como “Novo”, “Abrir”, “Salvar”, “Importar Ponto” e “Importar Poly”.



Figura 10 - Opções de Missão do Software para Geração da Rota

- Opção **Novo** - A opção “Novo” permite ao usuário *resetar* os parâmetros de configuração e limpar o mapa, apagando a área desenhada e a rota de cobertura gerada.
- Opção **Abrir** - A opção de “Abrir” permite selecionar uma rota criada e salva previamente no computador do usuário. Esta rota geralmente é salva em um arquivo no formato TXT contendo todos

Framework para Controle Biológico de Pragas com Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT)

os pontos de rota (*waypoints*). Ao abrir uma rota salva, a área original também é redesenhada no mapa. A partir disto, é possível alterar a área e gerar uma nova rota de cobertura.

- Opção **Salvar** - A opção de “Salvar” possibilita ao usuário salvar um arquivo no formato TXT contendo todos os *waypoints*. Este arquivo já está em um formato padrão compatível com a maioria das controladoras de voo dos drones.

A Figura 11 apresenta o arquivo de *waypoints* criado após a geração de uma rota de cobertura sobre uma área específica. O arquivo de *waypoints* contém diversas informações importantes que serão utilizadas pela controladora do drone durante a execução automática da rota previamente gerada. Na quarta coluna, encontram-se códigos de comandos específicos, tais como decolagem (código 22), mudança de velocidade (código 178) e deslocamento para *waypoint* (código 16). O arquivo contém ainda informações referentes à latitude, longitude, altitude e velocidade. Os dois primeiros são definidos para cada *waypoint* a partir da geração automática de rota de cobertura e os dois últimos são definidos pelo usuário através dos parâmetros de configuração.

Waypoint	Latitude	Longitude	Altitude	Velocity	Command	Latitude	Longitude	Altitude	Velocity	Command
1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
2	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	22		
3	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
5	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
6	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
7	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
8	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
9	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
10	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
11	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
12	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
13	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
14	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
15	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
16	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
17	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
18	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
19	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
20	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
21	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
22	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
23	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
24	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
25	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
26	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
27	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
28	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
29	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
30	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
31	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
32	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
33	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		
34	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	15.817222	-47.525448	10.000000	1		

Figura 11 - Arquivo de Waypoints contendo todos os Pontos de Rota

- Opção **Importar Ponto** e **Importar Poly** - estas opções permitem importar um arquivo no formato KML. Ao selecionar a opção “Importar Ponto”, o usuário é redirecionado no mapa para a localidade contida no arquivo selecionado. Já ao selecionar a opção “Importar Poly”, o usuário será redirecionado para a localidade e um polígono será desenhado, de acordo com as coordenadas presentes no arquivo.

A partir de um duplo clique com o botão direito do *mouse*, é possível editar o polígono. Para modificar o formato do polígono, clique em um dos vértices e arraste pelo mapa ou clique na lixeira e exclua o vértice selecionado. O software conta ainda com uma “Central de Ajuda”, que pode ser acessada através do ícone “?” (Figura 12).

## Framework para Controle Biológico de Pragas com Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT)

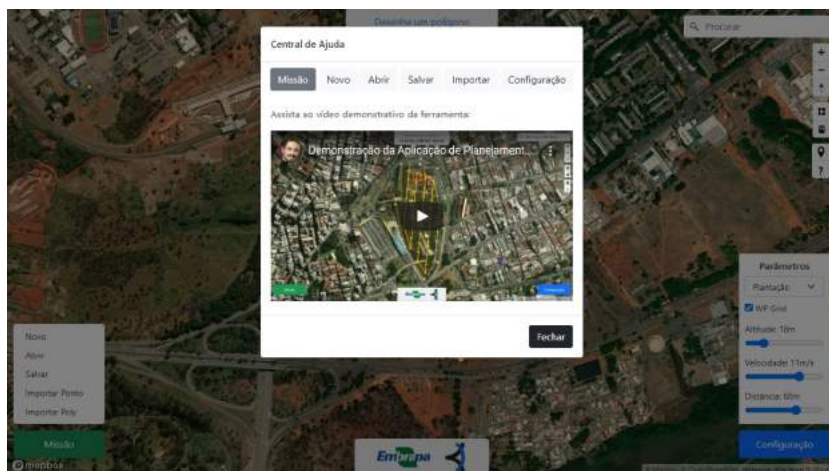


Figura 12 - Central de Ajuda com Vídeo Demonstração de Uso da Ferramenta e Abas Explicativas

Além disso, a Central de Ajuda possui diversas seções/abas com a explicação de cada uma das opções presentes no software. A seguir, a transcrição completa da Central de Ajuda:

- ☐ Novo:
  - Como utilizar?
    - Esta opção permite limpar o mapa para a criação de um novo polígono.
    - Clique no mapa para formar um polígono.
    - A cada clique, um novo vértice é adicionado ao polígono.
    - Dê um duplo clique no último vértice para concluir o polígono.
    - Clique em um dos vértices do polígono para gerar a rota de cobertura.
    - Clique nos vértices para alterar o local de partida da rota.
- ☐ Abrir:
  - Como utilizar?
    - Esta opção permite abrir uma rota criada anteriormente.
    - Selecione a opção 'Missão' e depois clique em 'Abrir'.
    - Procure em seu 'Computador' um arquivo de rota no formato TXT.
    - Dê um duplo clique com o botão direito do mouse para editar o polígono.
    - Clique em um dos vértices e arraste para modificar o polígono.
    - Selecione novamente um dos vértices para gerar a nova rota.
- ☐ Salvar:
  - Como utilizar?
    - Esta opção permite salvar uma rota de cobertura em formato TXT.
    - Após a geração da rota, selecione a opção 'Missão' e depois clique em 'Salvar'.
    - Um arquivo no formato TXT será salvo em seu 'Computador'.
    - O arquivo TXT pode ser utilizado como 'Plano de Voo' em uma estação de controle.
- ☐ Importar:
  - Como utilizar?
    - Esta opção permite importar um arquivo no formato KML.
    - Selecione a opção 'Missão' e depois clique em 'Importar Ponto' ou 'Importar Poly'.
    - Procure em seu 'Computador' um arquivo KML.
    - Se o arquivo conter um PONTO, você será redirecionado até a localidade.
    - Se o arquivo conter um POLÍGONO, você será redirecionado até a localidade e o polígono será desenhado no mapa.
    - Dê um duplo clique com o botão direito do mouse para editar o polígono.
    - Clique em um dos vértices e arraste para modificar o polígono.

## Framework para Controle Biológico de Pragas com Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT)

- Selecione novamente um dos vértices para gerar a nova rota.
- ☐ Configuração:
  - Como utilizar?
    - Esta opção permite configurar os parâmetros para a geração da rota.
    - Selecione a opção 'Configuração' e ajuste os parâmetros de altitude, velocidade e distância.
    - A altitude inicial está configurada em 10m, mas pode ser alterada para até 50m.
    - A velocidade inicial está configurada em 8m/s, mas pode ser alterada entre 1m/s e 15m/s.
    - A distância entre as linhas paralelas da rota está inicialmente configurada em 50m, mas pode ser alterada entre 1m e 100m.
    - Também é possível selecionar um tipo específico de plantação para configurar automaticamente os parâmetros.