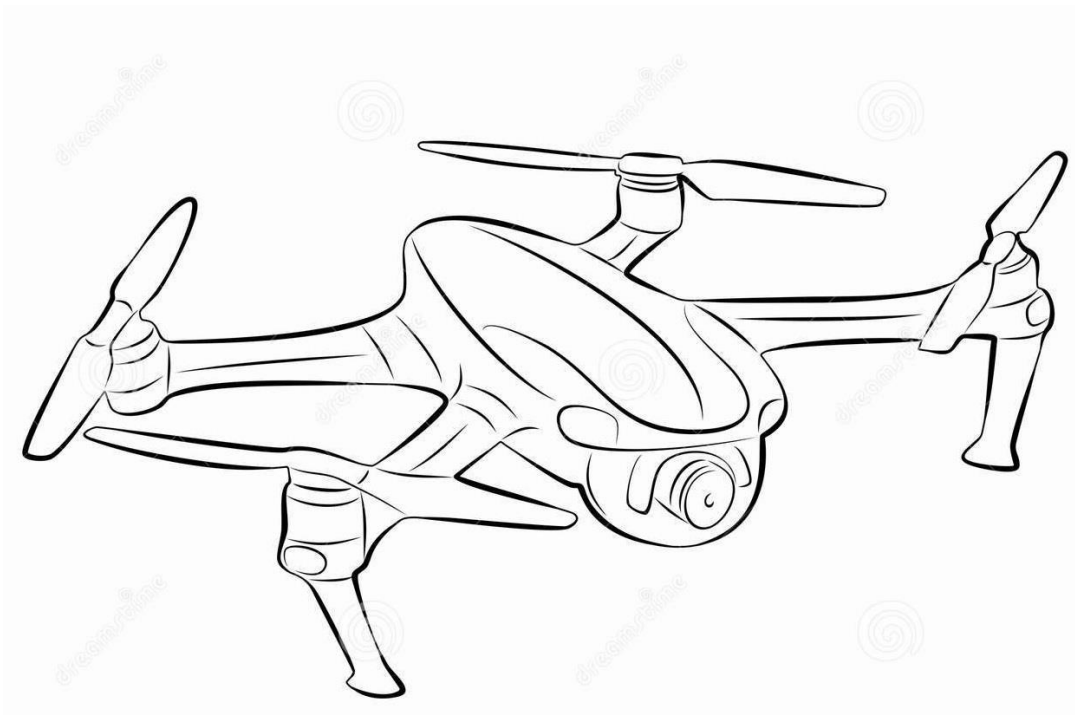


CGU

Controladoria-Geral da União

MANUAL OPERACIONAL DE DRONES



Elaboração:

HAMILTON PIRES DE AZEVEDO - TFFC

JOSÉ WILLIAM GOMES DA SILVA - AFFC

FEV/2019

ÍNDICE

1. O QUE É UM DRONE?	3
2. MODELOS	3
3. FUNCIONAMENTO	3
4. PROPULSÃO	4
5. NAVEGAÇÃO	4
6. GIROSCÓPIO	5
7. ACELERÔMETRO	5
8. BARÔMETRO	5
9. IMU	5
10. BÚSSOLA	5
11. GNSS	5
12. ALIMENTAÇÃO	5
13. COMUNICAÇÃO	7
14. GIMBAL	7
15. CÂMERA	7
16. LEGISLAÇÃO	8
17. ANATEL	8
18. ANAC	8
19. DECEA	9
20. ORIENTAÇÃO DO DRONE	10
21. COMANDOS DO RÁDIO CONTROLE	11
22. MODOS DE VOO	11
23. MODOS INTELIGENTES DE VOO	12
24. FUNCIONALIDADES DE SEGURANÇA	13
25. CONDIÇÕES DE VOO	13
26. LEITURA DOS LEDS	14
27. CHECK LIST DE VOO	14
28. CUIDADOS	15
29. CHECK LIST DE POUSO	15
30. CONHECENDO O FPV	15
31. EQUIPAMENTOS FPV	16
32. CONHECENDO A TELEMETRIA	17
33. INFORMAÇÕES NO MONITOR	17
34. SOFTWARE DE CAPTURA	17
35. CONHECENDO O DJI GO – VOOS AUTOMÁTICOS	18
36. MODOS INTELIGENTES	18
37. CONFIGURAÇÕES DO DRONE	21
38. CONFIGURAÇÕES DO RÁDIO	23
39. CONFIGURAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE IMAGEM	24
40. CONFIGURAÇÕES DE BATERIA	25
41. CONFIGURAÇÕES DO GIMBAL	26
42. CONFIGURAÇÕES GERAIS	27
43. CONFIGURAÇÕES DA CÂMERA	28

1. O QUE É UM DRONE?

Drone é um veículo aéreo que não necessita de um piloto para ser guiado, sendo controlado via rádio, satélite ou rede de computadores. A palavra vem da língua inglesa, significando “zangão”, devido ao som característico emitido pela maior parte dessas aeronaves. Em português, pode também ser chamado de VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado), e em inglês UAV (Unmanned Aerial Vehicle).

2. MODELOS

Os drones são divididos em duas categorias. Os modelos de asa fixa e multirrotores, sendo cada um adequado a um tipo de atividade.

Os modelos de asa fixa se assemelham a aviões de passageiros. Podem voar em grandes altitudes. Isto, somado à sua rapidez, os tornam apropriados para as tarefas de fotogrametria e mapeamento.

Os modelos multirrotores se assemelham a helicópteros. Possuem menor autonomia, uma vez que utilizam baterias recarregáveis. São divididos em três categorias, de acordo com a quantidade de hélices: quadricópteros, mais comuns, hexacópteros e octacópteros. Quanto mais hélices, maior a capacidade de carga.

3. FUNCIONAMENTO

Os seguintes acessórios são necessários para a operação de drones:

Rádio Controle: que envia comandos básicos para o drone;

Bateria: fornece a energia para hélices e componentes eletrônicos;

Câmera: captura imagens;

Gimbal: estabiliza a câmera, possibilitando imagens de qualidade;

Monitor: pode ser parte do rádio controle em alguns modelos ou um computador tipo tablet agregado a este;

Aplicativos: em geral, fornecidos pelo fabricante, geram a interface para pilotar a aeronave por meio de computador portátil.



Rádio Controle

Bateria

Câmera



Gimbal



Tablet

4. PROPULSÃO

Os drones possuem os seguintes componentes, para possibilitar seu voo e estabilidade:

Placa ESC: é a abreviatura para Electronic Speed Controller, ou controladora eletrônica de velocidade. É responsável por enviar a quantidade correta de energia para cada motor.

Motor: os motores são elétricos do tipo brushless, com bobinas e ímãs, propiciando menor desgaste e maior autonomia.

Hélices: as hélices garantem a sustentação do drone em voo. Como exemplo, nos quadricópteros, duas hélices giram no sentido horário e duas no sentido anti-horário.

5. NAVEGAÇÃO

O sistema de navegação do drone é composto pela placa controladora e sensores como giroscópio e acelerômetro. A placa controladora opera como o cérebro do drone, sendo responsável por gerenciar a rotação de cada motor e movimento do drone, a partir dos comandos do rádio controle, bem como processar dados de sensores auxiliares como GPS e anti-colisão.



Placa Controladora com Código Aberto

Placa Controladora com Código Fechado

As placas controladoras com código aberto permitem a alteração de sua programação, uma vez que são desenvolvidas em plataforma Open Source, ao passo que as placas com código fechado, como a NAZA, da DJI, não permitem alterações em seus algoritmos e são apenas acessadas, seja em plataforma Linux ou Windows.

6. GIROSCÓPIO

O giroscópio é um sensor de movimento utilizado para estabilizar o voo após movimentos involuntários do drone. Sua atuação se sujeita ao comando do piloto, ou seja, não impede as manobras pretendidas pelo operador, apenas corrige as interferências naturais, principalmente dos ventos.

7. ACELERÔMETRO

É um sensor de aceleração, medindo a força do movimento de voo aplicada ao drone para calcular sua velocidade. Trabalha em conjunto com o giroscópio para estabilizar o drone na posição horizontal do giroscópio.

8. BARÔMETRO

O barômetro define com precisão a altura que o drone se encontra ao analisar a pressão atmosférica, com relação ao ponto de decolagem.

9. IMU

IMU (Inertial Measurement Unit), ou unidade de medida inercial é um módulo eletrônico que recolhe os dados de velocidade angular, aceleração, orientação e forças gravitacionais e os envia para a placa controladora.

10. BÚSSOLA

A bússola é um sensor que se orienta através do campo magnético da Terra, utilizado pelo drone para se orientar em caso de má recepção de satélites.

11. GNSS

GNSS ou sistema de navegação por satélite é o termo que designa o posicionamento de equipamentos que utilizam o GPS (Sistema de Navegação Global), propiciado por cerca de 30 satélites que orbitam a Terra, triangulando a posição dos equipamentos com precisão métrica na Terra.

12. ALIMENTAÇÃO

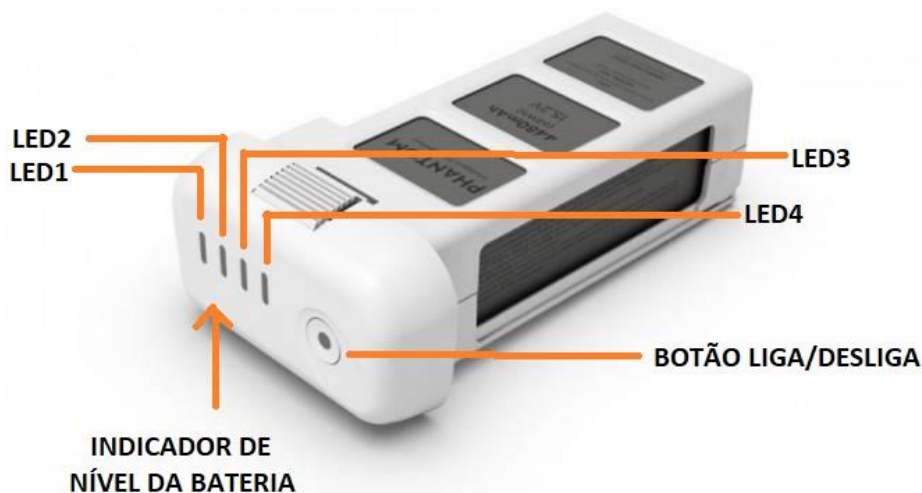
As baterias utilizadas pelos drones são do tipo LIPO (Polímero de Lítio), por serem menores, mais leves, boa capacidade de carga e não são afetadas pelo efeito memória. As baterias dos drones possuem, além do firmware, software interno que monitora e informa a controladora sobre a taxa atual de carga e descarga, quantidade de ciclos de carregamento, vida útil, balanceamento da carga e ainda aciona a descarga automática, quando não utilizada em uma semana.

As baterias de drones requerem os seguintes cuidados para o seu manuseio e armazenamento:

- Nunca plugar a bateria já ligada na aeronave;
- Recarregar a bateria em uma superfície não inflamável e nunca próxima a materiais inflamáveis;
- Devem sempre ser armazenadas em lugar abrigado do sol e com temperatura amena;
- Deve-se carregar e descarregar a bateria uma vez a cada 20 ciclos de carga e descarga;
- Deve ser armazenada contendo de 40 a 50% da carga;
- Nunca deve ser recarregada ou utilizada para voo bateria que estiver inchada ou danificada de alguma forma.

As baterias de LIPO inteligentes possuem botão de Liga/Desliga. Para ligá-las clique uma vez no botão, os LEDs irão acender então clique novamente por 3 segundos e a bateria irá ligar. O mesmo procedimento deve ser feito para desligá-las.

Essas baterias possuem LEDs indicadores que informam sua taxa atual de carga, clique uma vez no botão para que o LED se acenda e indique sua carga atual.



LED1	LED2	LED3	LED4	NÍVEL ATUAL DA BATERIA
●	■	■	■	0% - 25%
●	●	■	■	25% - 50%
●	●	●	■	50% - 75%
●	●	●	●	75% - 100%

Rádio Controle é que recebe os comandos do operador do drone, transforma esses comandos em sinais de rádio e envia ao receptor que está no interior do drone.

A frequência utilizada nos RC é de 2.4GHz. Alguns modelos possuem ainda a capacidade de operar na frequência de 5.8GHz, diminuindo ainda mais o risco de interferências quando utilizado em áreas urbanas.

Os rádios controles possuem grande autonomia, podendo operar de 15 a 20 voos com uma única recarga do controle, devendo essa carga ser checada antes de cada voo.

14. GIMBAL

O gimbal é o equipamento necessário para estabilizar as imagens da câmera acoplada ao drone. Em geral, os drones atuais já são vendidos com o conjunto adequado de gimbal e câmera mais adequados às características e finalidades do drone. Os modelos mais avançados são os de três eixos, que apresentam estabilização de pitch, roll e yaw do drone.

15. CÂMERA

O tipo de câmera é determinado pela finalidade a que se quer chegar com a utilização do drone. Os tipos mais comuns de câmera são:

- **Câmera RGB:** são câmeras que capturam imagens no espectro visível, utilizadas na maior parte das aplicações de drones;
- **Câmera NIR:** são câmeras capazes de capturar informações próximas do infravermelho. São muito utilizadas por agrônomos para determinar a saúde de uma vegetação;
- **Câmera TIR:** são câmeras capazes de capturar informações infravermelhas termais, muito utilizadas em cenas noturnas, para identificar focos de combustão, pessoas ou animais, e mesmo possíveis vazamentos em tubulações.



16. LEGISLAÇÃO

A legislação brasileira encontra-se ainda em evolução, dada a recente demanda por voos com drones. O Brasil possui 3 órgãos reguladores:

- ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações);
- ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil);
- DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo da Aeronáutica).

17. ANATEL

A Anatel foca na questão das telecomunicações, atestando a regularidade das frequências utilizadas na comunicação do rádio controle com o drone.

É necessário que o equipamento tenha recebido a homologação da Anatel, o que gerará um documento que deverá ser portado nas operações de voo com o drone homologado.

18. ANAC

A ANAC regulamenta a utilização de veículos aéreos. Os drones estão regulamentados para uso recreativo e profissional, por pessoas físicas e jurídicas. A ANAC estabeleceu a utilização dos drones a partir da divisão em categorias de drones:

- **Classe 1:** drones acima de 150kg;
- **Classe 2:** drones entre 25kg e 150kg;
- **Classe 3:** drones entre 250g e 25kg.

A regulamentação define as regras de voo como forma não autônoma ou automatizada, devendo o piloto interferir no voo da aeronave, caso haja algum risco na operação automatizada. As siglas das operações vêm do inglês e significam:

- **BVLOS:** Beyond Vision Line of Sight (Além do Campo de Visão)
- **VLOS:** Vision Line of Sight (Campo de Visão)
- **EVLOS:** Extended Vision Line of Sight (Campo de Visão Extendida)

São regulamentados os seguintes tipos de operação com drones:

OBSERVADOR	Pessoa que, sem o auxílio de equipamentos, auxilia o piloto remoto na condução segura do voo mantendo contato visual direto com o drone.
OPERAÇÃO BVLOS	Operação na qual o piloto não mantém o drone dentro de seu alcance visual, mesmo com a ajuda de um observador.
OPERAÇÃO VLOS	Operação na qual o piloto mantém contato visual direto com o drone.
OPERAÇÃO EVLOS	Operação na qual o piloto e um observador mantém contato visual direto com o drone.

RESUMO DA REGULAMENTAÇÃO ANAC			
REGRAS	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3
Registro da Aeronave	SIM	SIM	BVLOS: SIM VLOS: SIM
Aprovação do Projeto	SIM	SIM	BVLOS ACIMA DE 120m (400ft)
Idade Mínima (18 anos)	SIM	SIM	SIM
Certificado Médico	SIM	SIM	NÃO
Licença e Habilitação	SIM	SIM	ACIMA DE 120m (400ft)
Seguro contra Terceiros	SIM	SIM	SIM
Local de Operação	<ul style="list-style-type: none"> • DISTÂNCIA DE 30 METROS DE PESSOAS NÃO ANUENTES • BARREIRA FÍSICA ENTRE O DRONE E AS PESSOAS • NÃO SENDO APLICÁVEL A ÓRGÃOS DO GOVERNO, POLÍCIA E FISCALIZAÇÃO. 		

Para registro da aeronave na ANAC deve ser utilizado o Sistema Web SISANTE, o qual gerará um documento cujo porte é obrigatório nas operações de voo.

19. DECEA

O DECEA é o departamento de controle do espaço aéreo brasileiro e tem como objetivo regulamentar a altura de voo que as aeronaves poderão operar no espaço aéreo nacional. Em fevereiro de 2017 foi publicada a Portaria ICA 100-40/2017, que regulamenta a altura de voo que os drones poderão voar. O DECEA dividiu as alturas em 3 principais e para cada altura uma solicitação de voo deve ser enviada para o órgão e será aceito mediante análise e autorização, conforme resumo a seguir:

TÓPICO	PROPOSTA ICA 100-40/2017	OBSERVAÇÃO
VOO NOTURNO	LIBERADO	DRONE COM LED
VOO SOBRE PESSOAS	LIBERADO	CERTIFICAÇÃO ANAC
VOO ATÉ 30 METROS	ABAIXO DE 25kg 30m DE DISTÂNCIA 90 km/h	AUTORIZAÇÃO NO SISTEMA EM ATÉ 45 MINUTOS
VOO ENTRE 30 E 120 METROS	ABAIXO DE 25kg 50m DE DISTÂNCIA 90km/h	AUTORIZAÇÃO NO SISTEMA EM ATÉ 2 DIAS
VOO ACIMA DE 120 METROS	EMIÇÃO DO EAC NOTAM	AUTORIZAÇÃO NO SISTEMA EM ATÉ 18 DIAS
ÁREAS FECHADAS	LOCAL FECHADO OU ABERTO NO LIMITE DE 30 METROS DE RAIOS DO OBSTÁCULO	AUTORIZAÇÃO DO PROPRIETÁRIO
PRÓXIMO A PATRIMÔNIOS	AUTORIZADO SE APROXIMAR	AUTORIZAÇÃO DO PROPRIETÁRIO
CADASTRO NA WEB	NECESSÁRIO CADASTRO NO SISTEMA SARPAS	SISTEMA SARPAS
SOLICITAÇÃO DE VOO	NECESSÁRIO SOLICITAR AUTORIZAÇÃO DE VOO	SISTEMA SARPAS

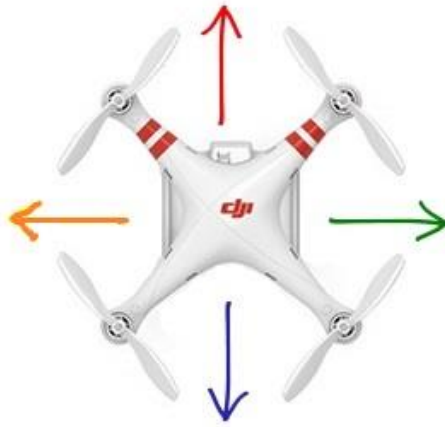
Requisitos para cadastro do drone:

- Fabricante e Modelo
- Homologação da ANATEL
- Número de Série
- Foto do equipamento e do número de série
- Descrições do equipamento
- Cor, tipo, peso, comprimento, velocidade, altura e autonomia

Sistema WEB SARPAS – Desenvolvido pelo DECEA para facilitar a solicitação de acesso ao espaço aéreo nacional, para o uso de drones. A autorização é válida para 3 dias de operação.

20. ORIENTAÇÃO DO DRONE

Os drones se orientam a partir de sua frente. É a partir daí que se determina para onde o drone irá se movimentar ao comando enviado pelo rádio controle. Normalmente a frente é determinada pela orientação da câmera e requer muita atenção do piloto.



21. COMANDOS DO RÁDIO CONTROLE

O rádio controle, ou simplesmente RC, é quem envia os comandos inseridos pelo operador ao drone. O RC possui 4 modos de operação, podendo ser alterados pelo operador. O modo 2 é o mais comum, conforme ilustrado:

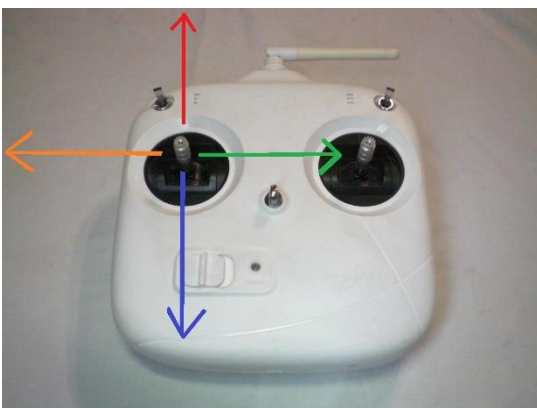


Frente

Trás

Direita

Esquerda



Sobe

Desce

Eixo Direita

Eixo Esquerda

22. MODOS DE VOO

Os drones possuem modos de voo que alteram sua estabilidade e como irão reagir a partir dos comandos enviados pelo RC.

- **MODO GPS (P):** o drone manterá sua posição latitudinal e longitudinal quando forem soltas as alavancas do RC e se baseará na posição fornecida pelos satélites disponíveis. Este modo se subdivide em:
 - **P-GPS** – O drone utiliza os satélites para pairar no lugar quando o sinal não é obtido;
 - **P-OPTI** – O drone usa os seus sensores de posicionamento para pairar com precisão em lugares fechados;
 - **P-ATTI** – O drone fica livre, estabilizando-se somente com os comandos recebidos do rádio controle.
- **MODO ATTI (A):** desabilita a busca por satélites do drone. Ao soltar as alavancas o drone não manterá sua posição e continuará voando na inércia do último movimento realizado ou através do vento que irá mover o drone de sua posição. O modo ATTI apenas desabilita a posição do drone, a sua altitude permanece a mesma.
- **MODO MANUAL:** é o modo mais difícil de operação, pois não mantém posição ou altura. O drone fica completamente dependente dos movimentos recebidos do rádio controle.
- **MODO F:** habilita os modos inteligentes de voo, como WAYPOINT, PONTO DE INTERESSE, COURSE LOCK, HOME LOCK e demais funções que variam de acordo com o modelo do drone.
- **MODO S:** habilita o modo esporte de voo, permitindo ao drone alcançar sua velocidade máxima.

22.1 ADEQUAÇÃO AOS TRABALHOS DA CGU

- Para os trabalhos a serem desenvolvidos no âmbito da Controladoria-Geral da União, estes farão uso majoritariamente do modo **GPS(P)**, sendo ainda aplicáveis alguns dos modos inteligentes de voo, de acordo com os trabalhos a serem executados. O modo MANUAL, S (Sport) e ATTI dificilmente serão utilizados, sendo apropriados apenas para atividades com fins artísticos, como os de publicidade, e de recreação.

23. MODOS INTELIGENTES DE VOO

Os drones possuem modos de voo, que modificam sua forma de operação.

- **MODO COURSE LOCK:** trava a posição do drone, não importando a posição de sua frente. O drone passará a se basear nos comandos de direção do RC.
- **MODO HOME LOCK:** trava o ponto de decolagem do drone e ao colocar o stick direcional para trás, não importa a posição do drone, ele irá retornar para o ponto onde ocorreu a decolagem.
- **MODO FOLLOW ME:** o drone seguirá o operador baseado nas informações de localização dos satélites.
- **WAYPOINTS:** o operador definirá os pontos e o drone voará automaticamente, baseando-se nos pontos definidos.
- **POINT OF INTEREST:** o drone irá realizar um círculo perfeito ao redor do objeto de interesse, com a câmera sempre apontando para esse ponto.

23.1 APLICAÇÃO PELA CGU

- Todos os modos inteligentes de voo listados poderão ser utilizados em trabalhos da CGU, lembrando que os modos COURSE LOCK e HOME LOCK não interferem nos resultados a serem obtidos, sendo importantes apenas na logística para definir o local de recolhimento do drone após os trabalhos.

24. FUNCIONALIDADES DE SEGURANÇA

Os drones possuem funcionalidades inteligentes que permitem realizar tarefas de segurança no voo, aumentando a confiabilidade.

- **HOME POINT:** permite que o drone, sempre que for ligado, realize uma busca por satélites, para que seja definido o ponto de decolagem. A busca pelo HOME POINT em alguns casos pode demorar cerca de 2 minutos, e é recomendado aguardar que o drone encontre esse ponto para melhor estabilidade e segurança.
- **RETURN TO HOME:** permite ao drone atingir uma altura mínima configurada e retornar para seu HOME POINT, ao clique de um botão.
- **FAIL SAFE:** é similar ao RETURN TO HOME, porém é um recurso de segurança que faz o drone retornar para o HOME POINT, caso perca comunicação com o rádio controle, ou se estiver com carga baixa de bateria.

25. CONDIÇÕES DE VOO









Para um voo seguro, deverão ser observadas orientações básicas antes de efetuar qualquer voo com drones.

- **Treinamento:** antes de seu primeiro voo, esteja sempre acompanhado de alguém treinado, e pratique em simulador até que sua coordenação motora esteja satisfatória para a operação segura do rádio controle.





- **Mau tempo:** não voar sob mau tempo, como chuva ou ventos fortes, ou neblina.
- **Interferências:** procure evitar interferência entre o controle remoto e outros equipamentos sem fio que transmitam na mesma frequência que o rádio controle (2.4GHz).
- **Regras de Aeromodelismo:** nunca utilizar a aeronave de forma a desrespeitar os regulamentos nacionais ou internacionais.
- **Áreas abertas sem obstáculos:** o campo de voo deve ser livre de obstáculos como linhas de energia, árvores, base de estações ou torres de celular, etc. A estrutura de aço dos edifícios pode interferir na bússola.
- **Mantenha o Controle:** mantenha sua mão no rádio controle, contato visual na tela ou na aeronave enquanto estiver em voo.

26. LEITURA DOS LEDS

Todos os drones são configurados com LEDs indicados. Os LEDs permitem ao operador compreender o modo de voo do drone, ou identificar falhas. Conforme demonstrado a seguir:

	DEVAGAR	PRONTO PARA VOAR COM GPS ATIVO
	CONTÍNUO	SENSOR DE POSICIONAMENTO FUNCIONANDO SEM GPS
	DEVAGAR	MODO P-ATTI OU MODO ATTI
	RÁPIDO	NÃO CONECTADO AO CONTROLE REMOTO
	DEVAGAR	AVISO DE BATERIA BAIXA
	RÁPIDO	AVISO CRÍTICO DE BATERIA BAIXA
	SÓLIDO	ERRO CRÍTICO
	ALTERNADO	REQUER CALIBRAÇÃO DA BÚSSOLA

INDICADORES DE STATUS DA AERONAVE (CALIBRAÇÃO DA BÚSSOLA)

	DEVAGAR	PRONTO PARA VOAR COM GPS ATIVO
	CONTÍNUO	SENSOR DE POSICIONAMENTO FUNCIONANDO SEM GPS
	DEVAGAR	MODO P-ATTI OU MODO ATTI
	RÁPIDO	NÃO CONECTADO AO CONTROLE REMOTO

27. CHECK LIST DE VOO

- **Software e Configurações:** atualize o software do drone para a versão mais recente e confiável. Realize todas as configurações no software.
- **Hélices:** encaixe as hélices no drone. Hélices pretas se encaixam nos motores pretos. Hélices prata se encaixam nos motores prata.
- **Rádio Controle:** coloque o rádio controle no MODO P (GPS). Ligue o rádio controle. Posicione corretamente as antenas. Verifique se houve comunicação entre o rádio controle e o drone, por meio da indicação de LED no rádio controle.
- **Superfície Plana:** coloque o drone em uma superfície plana para melhor decolagem e em espaço aberto.
- **Bateria:** encaixe a bateria no drone. Ligue a bateria. Ligue o drone.
- **Satélites e Home Point:** aguarde o drone encontrar, no mínimo, 10 satélites. Defina o Home Point de acordo com indicação dos LEDs.
- **Acionar os motores do drone:** a combinação CSC (Combination Stick Command) inicia os motores.
- **Levantar voo:** movimente o stick da esquerda para cima.

28. CUIDADOS

- **Desligar o drone no ar:** os modelos mais recentes de drones, somente desligam os motores ao pressionar a alavanca da esquerda totalmente para baixo e encontram uma superfície que não consigam mais descer, ou o pouso nas mãos.
- **Movimentos leves:** as alavancas dos controles são muito sensíveis. Faça movimentos leves para um voo mais seguro e gravações de qualidade.
- **Bússola:** calibre a bússola sempre que for voar em novas regiões. A bússola é muito sensível a interferências eletromagnéticas, que podem até provocar quedas.

29. CHECK LIST DE POUSO

- **Cuidados:** certifique-se de posicionar a frente da aeronave para a sua frente. Coloque a alavanca da esquerda para baixo até uma altura segura.
- **Pouso no chão:** coloque o drone a menos de um metro do chão. Coloque a alavanca da esquerda totalmente para baixo até o pouso estar concluído e os motores pararem de girar.
- **Pouso na mão:** desça o drone até a uma altura pouco acima de sua própria estatura. Segure o drone em uma posição segura e firme, de preferência segurando o trem de pouso. Coloque a alavanca da esquerda totalmente para baixo até os motores pararem de girar.

30. CONHECENDO O FPV

FPV é a sigla em inglês para First Person View, visão de primeira pessoa, muito conhecido no mercado de jogos para consoles e computadores. FPV é o voo realizado com as imagens geradas pela câmera do drone visualizadas em um monitor, junto ao operador. Os requisitos básicos para a realização do voo FPV são:

- 01 câmera para capturar as imagens
- 01 transmissor de vídeo pra transmitir as imagens da câmera
- 01 receptor de vídeo para receber as imagens do transmissor
- 01 monitor para visualizar as imagens transmitidas

Novos modelos de drones já acompanham todos os acessórios para o FPV e utilizam aplicativos em dispositivos do tipo tablet ou smartphone para receber as imagens transmitidas.

31. EQUIPAMENTOS FPV

Para realizar o FPV é recomendado ter experiência e conhecer a área na qual se realizarão os voos.

ACESSÓRIOS PARA O DRONE

- Drone compatível com a operação
- Câmera
- Transmissor de Vídeo (TX)
- Antena TX

ACESSÓRIOS EM TERRA

- Receptor de sinal de vídeo convencional
- Antena RX

- Equipamento para visualização de imagens
 - Óculos de Realidade Virtual
 - Monitores
 - Dispositivos móveis (tablets ou smartphones)

Receptores podem ser instalados em monitores ou televisores, através de suas entradas de vídeo.

32. CONHECENDO A TELEMETRIA

Para realizar o FPV, conforme já comentado, é recomendado ter experiência e conhecer a área se realizarão os voos.

- A telemetria são as informações de voo do drone, transmitidas em conjunto com o FPV.
- FPV com telemetria pode ser visto em sobreposição à imagem de vídeo (isso é chamado de OSD – On Screen Display).
- Informações como: altura, distância, nível de bateria, velocidade vertical, velocidade horizontal, ponto de decolagem, modo de voo, quantidade de satélites e diversas outras, dependendo do modelo da aeronave.

Os drones mais modernos acompanham:

- Câmera para capturar as imagens
- Transmissor
- Receptor
- Frequência de operação
- Conjunto de antenas

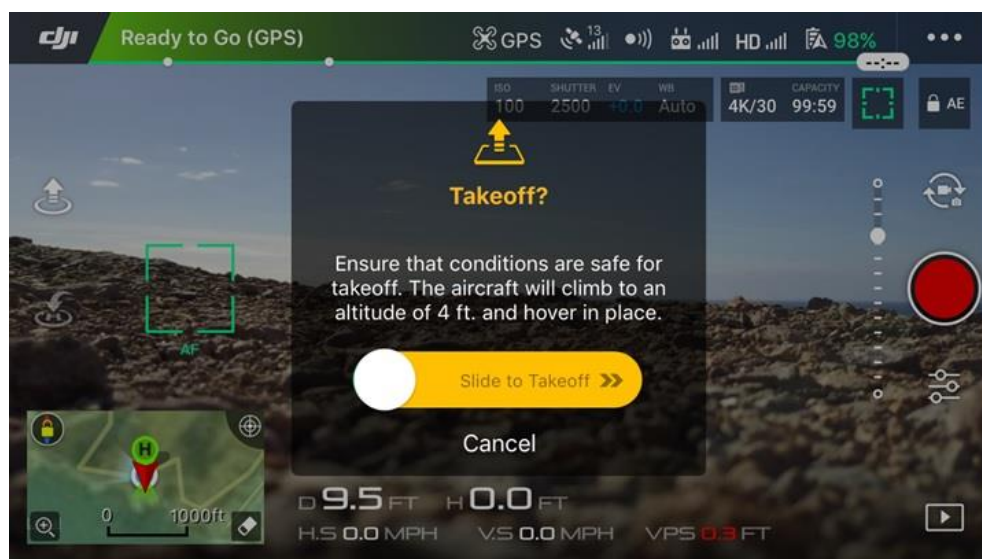
33. INFORMAÇÕES NO MONITOR



34. SOFTWARE DE CAPTURA

O aplicativo DJI GO é disponibilizado pela fabricante DJI para captura e compartilhamento de imagens dos drones de toda linha DJI. No software, é possível acessar todas as informações do drone, além de todas as configurações e opções de voos inteligentes: COURSE LOCK, HOME LOCK, PONTO DE INTERESSE, FOLLOW ME, WAYPOINTS ETC. O aplicativo é disponível apenas para as plataformas móveis, quais sejam iOS e Android.

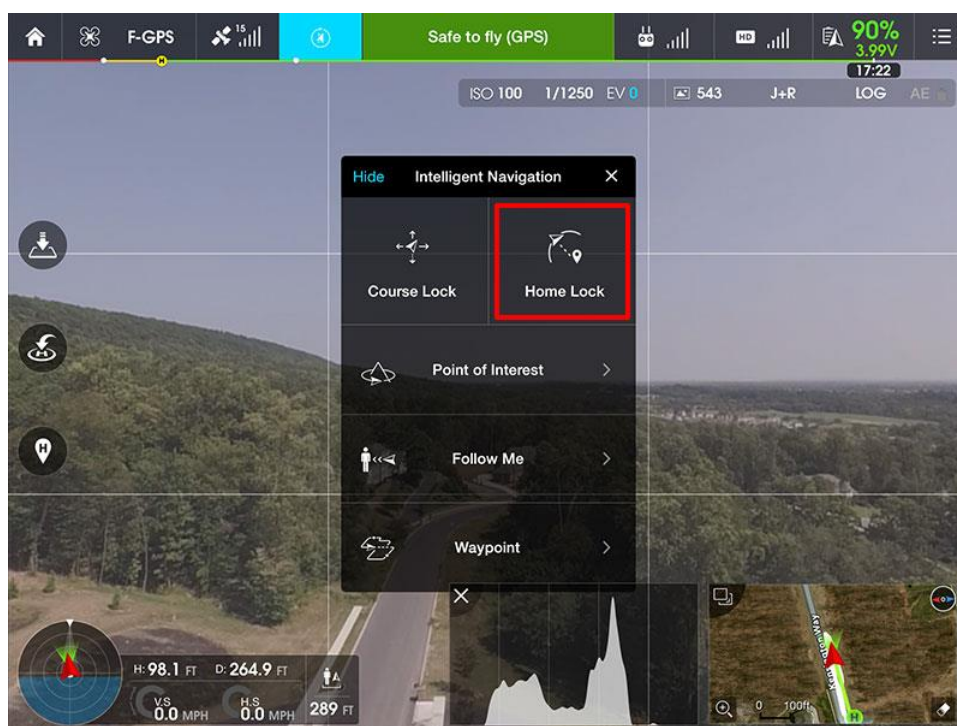
35. CONHECENDO O DJI GO – VOOS AUTOMÁTICOS



Por meio desta função, a decolagem é feita de modo automático, sem que haja a necessidade de acionar as alavancas do rádio controle.

36. MODOS INTELIGENTES

O aplicativo DJI GO dá acesso aos modos de voo inteligente dos drones da linha DJI. Ao clicar no ícone, as opções de modo inteligente irão aparecer na tela.



COURSE LOCK: (curso travado) – habilita uma frente virtual para o drone. Neste modo o drone irá se orientar apenas pela frente virtual criada, ignorando a orientação de “frente”.

- Acesse o modo inteligente e clique em APPLY para aplicar. Com esse modo ativado, o eixo do drone permanecerá travada da forma como foi aplicado.
- Gire no eixo e teste os movimentos.
- Clique em EXIT para sair do modo inteligente.

HOME LOCK: (casa travada) – é o modo automático/manual para retornar o drone ao ponto de decolagem. Ao colocar a alavanca direcional para trás, o drone irá verificar a sua posição atual e retornar ao Home Point.

- Acesse o modo de voo inteligente e clique em APPLY para aplicar o modo.
- Com esse modo aplicado, ao puxar a alavanca da direita para baixo, o drone começará a retornar para o ponto de decolagem. ATENÇÃO: este não é um retorno automático, sendo necessário permanecer com a alavanca da direita acionada para o drone retornar para o ponto.

FOLLOW ME: o drone segue o operador, desde que haja GPS no rádio controle ou dispositivo utilizado.

- Acesse o modo de voo inteligente, clique em APPLY para aplicar o modo.
- O drone começará a seguir o operador com o dispositivo GPS.

WAYPOINTS: pontos definidos por coordenadas geográficas, latitude e longitude, através do sistema de GPS do drone, permitindo que o equipamento realize o voo autônomo pela sequência de pontos.

- Acesse o modo de voo inteligente WAYPOINT.
- Clique em NEW MISSION para realizar uma nova missão ou em FAVORITE MISSION se a missão já tiver sido gravada.
- Clique RECORD (C1) para gravar um ponto.
- Clique em DELETE (C2) para apagar um ponto.
- Marque até 99 pontos.
- Limite mínimo de 5 metros de distância de cada ponto.
- Limite máximo de 500 metros do ponto de decolagem.

ADJUSTABLE HEAD

- O drone irá respeitar a direção do eixo no momento que foi gravado o WAYPOINT.
- Não é possível girar o eixo do drone nesse modo durante o percurso.
- O drone fará uma breve curva entre os pontos, para suavização.

ROUTE LINE

- O drone irá respeitar o percurso de voo, com sua frente sempre direcionada para o próximo ponto.
- É possível mexer no eixo durante o percurso.
- O drone irá exatamente no ponto gravado.

FREE

- O drone ficará livre para ser guiado pelo percurso de voo gravado.
- O drone fará uma curva de suavização entre os pontos.

Para completar a programação, complete com os seguintes passos:

- Salve a missão como Favorita.
- Clique em APPLY.
- Configure a altura de retorno para casa automático.
- Clique em APPLY.
- Configure a velocidade do drone durante o percurso automático.

POINT OF INTEREST

- Voe com o drone até o ponto de interesse desejado.
- Clique em RECORD POI para gravar o novo ponto.
- Coloque o drone para trás para configurar o raio de ação do ponto de interesse.
- A altura será a altura atual do drone.
- Clique em APPLY para o drone iniciar o círculo no ponto de interesse.
- Configure entre sentido horário ou anti-horário.
- Pause o voo a qualquer momento para ajustes na imagem.
- RESET HEADING: o drone virá para o ponto de interesse em caso de mudança de eixo manual.

TERRAIN FOLLOW – O drone seguirá a declividade do terreno.

- Acesse o modo inteligente e clique em APPLY para aplicar.
- Clique em EXIT para sair do modo inteligente.

ACTIVE TRACK – O drone irá seguir um objeto selecionado através da câmera (pessoa, moto, carro, etc.)

- Acesse o modo inteligente e desenhe uma “CAIXA” no objeto de interesse que deseja seguir.
- Clique em GO para o drone começar a seguir o objeto selecionado.

TAP FLY – O drone irá voar na direção clicada na tela de forma autônoma.

- Acesse o modo inteligente e clique na área que deseja que o drone voe.
- Clique em EXIT para sair do modo inteligente.

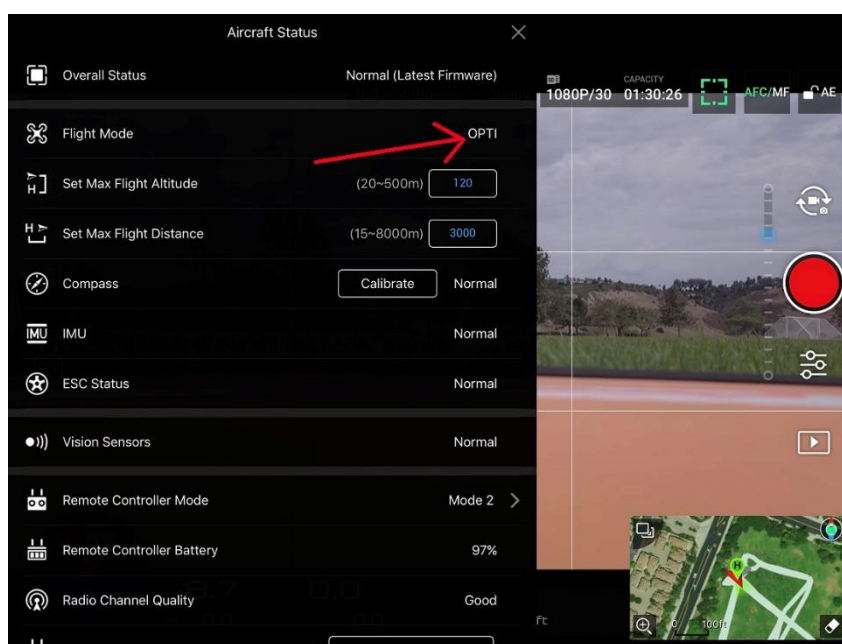
TRIPOD – O drone utiliza mais dos sensores para estabilização e permanecer como um tripé.

- Acesse o modo inteligente e clique em APPLY para habilitar o modo TRIPOD.
- Clique em EXIT para sair do modo inteligente.

36.1 ADEQUAÇÃO AOS TRABALHOS CGU

- Conforme já abordado no item 23 deste manual, a maior parte dos modos inteligentes de voo poderão ser utilizados em trabalhos da Controladoria-Geral da União, sendo os modos WAYPOINTS e POINT OF INTEREST os que mais poderão ser úteis aos na consecução das atividades esperadas em fiscalizações pela CGU.

37. CONFIGURAÇÕES DO DRONE



Clique em:

- **P-OTI** ou

- **P-GPS** ou
- **P-ATTI**

Você terá acesso às seguintes configurações:

CONFIGURAÇÕES DO DRONE

CONFIGURAÇÕES DO RÁDIO

CONFIGURAÇÕES DE TRANSMISSÃO

CONFIGURAÇÕES DA BATERIA

CONFIGURAÇÕES DO GIMBAL

CONFIGURAÇÕES GERAIS

Nas CONFIGURAÇÕES DO DRONE, você terá:

- **HOME POINT SETTING** – Altera a posição do Home Point
- **MULTIPLE FLIGHT MODES** – Habilita os modos inteligentes de voo
- **RETURN-TO-HOME ALTITUDE** – Configure a altura de retorno automático para casa
- **BEGINNER MODE** – Habilita o modo de iniciante, sendo definido um raio de 30m de altura e 30m de distância
- **SET MAX FLIGHT ALTITUDE** – Ajusta a altura máxima de voo
- **ENABLE MAX DISTANCE** – Ajusta a distância máxima de voo do drone
- **ADVANCED** – Acessa as configurações avançadas.

GANHO E TUNING

- **EXP** – Sensibilidade das alavancas do drone. 0.20 é o mínimo e 0.80 o máximo
- **SENSITIVITY** – Define a sensibilidade de parada do drone

37.1 ESPECIFICIDADES PARA A CGU

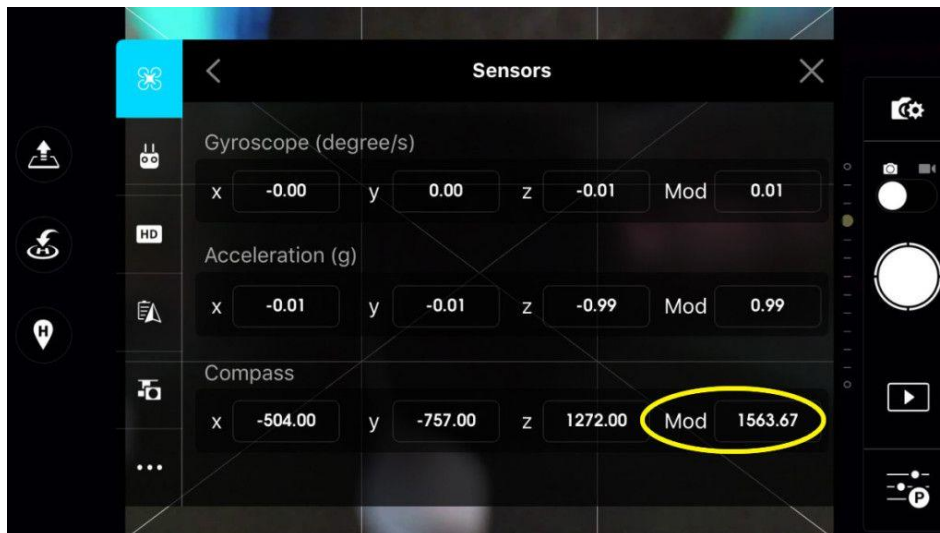
- Para os trabalhos a serem desenvolvidos pela CGU, recomenda-se a habilitação dos modos inteligentes de voo, devendo os demais parâmetros como altura e distância serem limitados conforme autorização obtida junto ao DECEA. A sensibilidade das alavancas dos drones deve ser regulada entre a média e a máxima (0.80), sendo uma sensibilidade menor apenas indicada a operadores com vasta experiência.

ATTITUDE: modo ATTI mais sensível

BRAKE: parada horizontal do drone

YAW MOVEMENT LIMIT: ajusta a sensibilidade de giro no eixo

GAIN SETTING: define a velocidade máxima e sensibilidade do drone, como o EXP.



SENSORS: permitem a calibração dos sensores IMU e a checagem quanto à necessidade dessa calibração. Para realizar a calibração, coloque o drone em uma superfície plana, clique em IMU CALIBRATION e siga os passos indicados na tela.

OTHER: outras funções

REMOTE CONTROLLER SIGNAL LOST – Função do drone ao perder comunicação com o rádio controle.

RTH – Retornar para casa.

LANDING – Pousar.

HOVER – Pairar.

SMART RTH – Retorno por carga baixa de bateria.

ENABLE VISION POSITIONING – Habilitar sensor de posicionamento.

TURN ON FRONT LEDS – Ligar os LEDs frontais.

ENTER FLIGHT DATA MODE – Ligar drone ao PC

38. CONFIGURAÇÕES DO RÁDIO

REMOTE CONTROLLER CALIBRATION – Calibração do rádio controle.

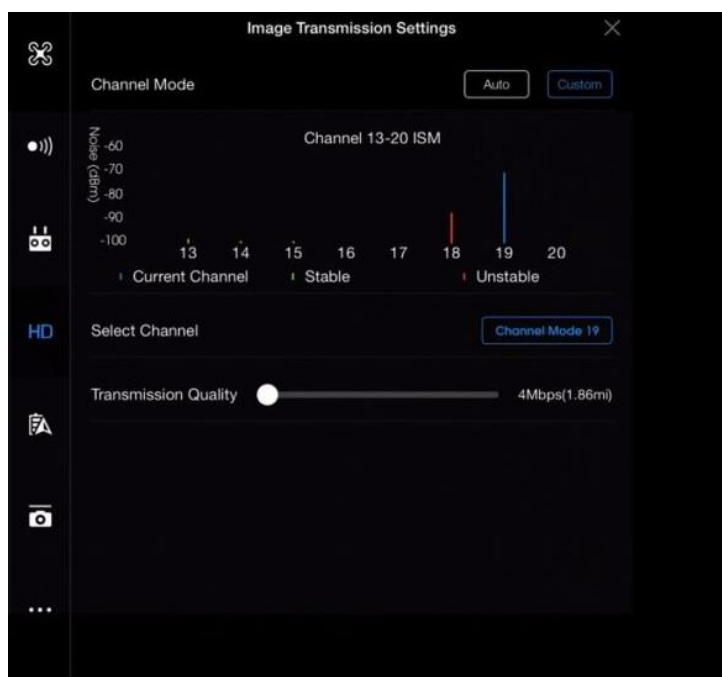
STICK MODE – Modo do rádio controle.

BUTTON CUSTOMIZATION – Customização dos botões C1 e C2.

Recomenda-se utilizar as configurações padrão para os botões C1 e C2, tendo em vista que o mesmo drone será utilizado por vários operadores, com vistas a evitar enganos pelo operador.

39. CONFIGURAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE IMAGEM

Permite as seguintes configurações:



CHANNEL MODE – AUTOMÁTICO (AUTO)

- **SIMULTANEOUS IMAGE** – Transmitir para o APP e para saída HDMI (se disponível).
- **DISPLAY OSD ON HDMI** – Mostrar na saída HDMI a telemetria de voo (se disponível).
- **USE METRIC UNITS** – Unidade de medida do HDMI.

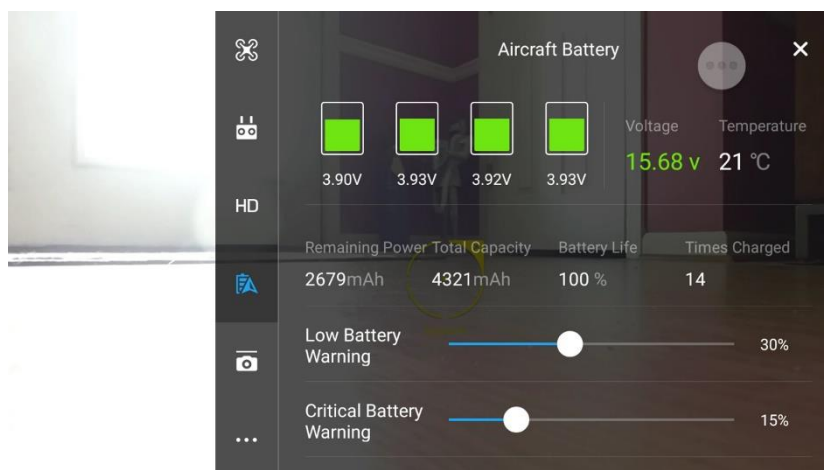
CHANNEL MODE – MANUAL (CUSTOM)

- **SELECT CHANNEL** – Configure manualmente o canal de transmissão de imagem desejado.
- **TRANSMISSION QUALITY** – Qualidade de transmissão de imagens.

A utilização da saída HDMI permite a transmissão em tempo real das imagens obtidas para estúdio, como se observa em reportagens televisivas com uso de drones, situação que não deverá ser aplicada aos trabalhos da CGU.

40. CONFIGURAÇÕES DE BATERIA

Apresenta as seguintes configurações:



- **VOLTAGEM DA BATERIA DO DRONE**
- **TEMPERATURA DA BATERIA DO DRONE**
- **CAPACIDADE DE CARGA RESTANTE**
- **CAPACIDADE TOTAL DA BATERIA**
- **CICLOS DE CARGA DA BATERIA**
- **AVISO DE BATERIA CRÍTICA**
- **AVISO DE BATERIA BAIXA**
- **TEMPO DE VOO ATUAL**

CONFIGURAÇÕES AVANÇADAS

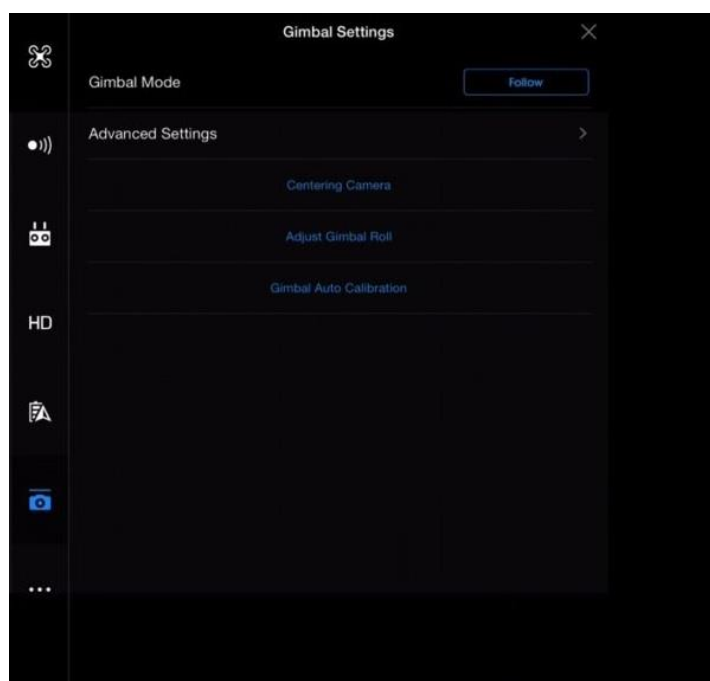
- **SHOW VOLTAGE ON MAIN SCREEN** – Mostra voltagem da bateria na tela.
- **TIME TO DISCHARGE** – Tempo para descarregamento da bateria.
- **DETAILS** – Detalhes da bateria.

Ressalte-se que “Ciclos de Carga da Bateria” são definidos como a quantidade de vezes que as células armazenadoras das baterias estão aptas a conservar a carga energética a elas submetida. As baterias da série Phantom 4, por exemplo, têm previsão de 300 ciclos de carga em sua vida útil. Esta é apenas uma previsão baseada

em parâmetros de fábrica. No entanto, o software DJI GO, por meio de informações transmitidas pelos módulos hardware e firmware da própria bateria, mostra com precisão bem mais próxima do real a expectativa de ciclos restantes das baterias, aumentando substancialmente a segurança das operações.

41. CONFIGURAÇÕES DO GIMBAL

Apresenta as seguintes configurações:



- **GIMBAL MODE**
 - MODO FOLLOW
 - MODO FPV
- **CONFIGURAÇÕES AVANÇADAS**
 - VELOCIDADE DO GIMBAL
 - MAIS 30 GRAUS NA SUBIDA DO GIMBAL
 - SUAVIDADE DO GIMBAL AO MOVIMENTAR
- **CENTRALIZAR A CÂMERA**
- **AJUSTAR NÍVEL DO GIMBAL**

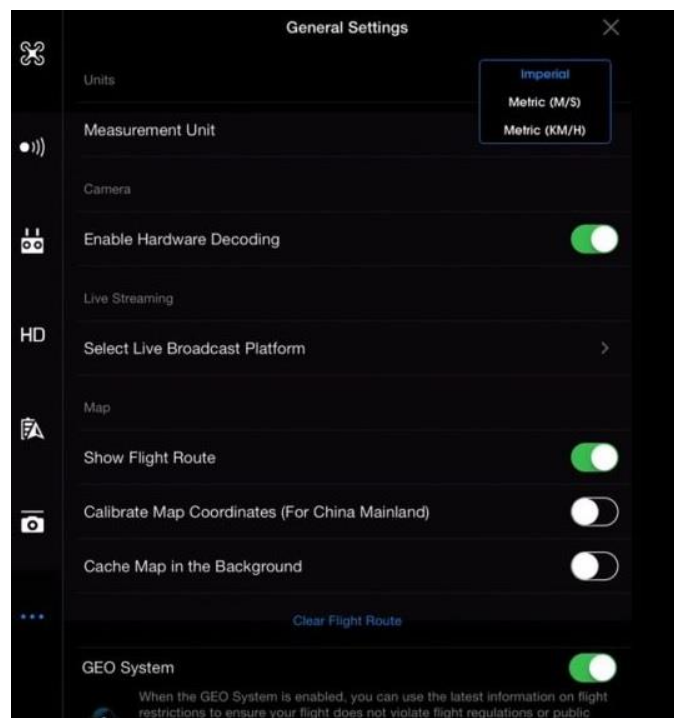
41.1 ADEQUAÇÃO AOS TRABALHOS DA CGU

- Dentre as configurações listadas acima, a que mais intensamente interfere nos resultados de trabalhos de fotografia ou telemetria, é o GIMBAL MODE. Acredita-se que, para trabalhos de fiscalização e telemetria, o modo

FOLLOW seja o mais indicado, uma vez que neste modo o gimbal compensa os movimentos do drone, de modo que a imagem captada permaneça a mais horizontal e estável possível, minimizando as interferências no tilt e eixo do drone.

42. CONFIGURAÇÕES GERAIS

Possibilita as seguintes configurações:



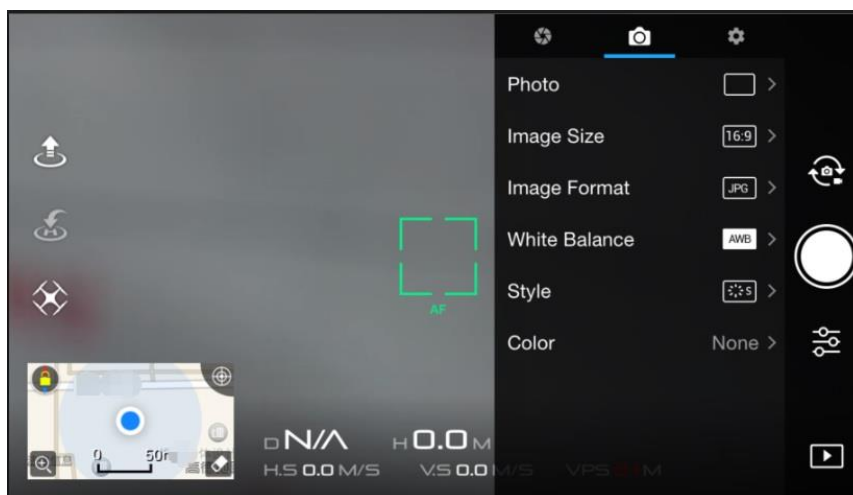
- **UNITS** – Unidade de medida
- **CAMERA** – Habilitar decodificação do hardware para transmissão
- **TRANSMISSÃO AO VIVO** – Escolha o tipo de transmissão ao vivo
- **MAPA**
 - MOSTRAR ROTA DE VOO
 - CALIBRAR MAPA PARA A CHINA
 - SALVAR MAPA NO CACHE DO DISPOSITIVO
- **CACHE DE VÍDEO**
 - SALVAR VÍDEOS NO CACHE
 - CAPACIDADE TOTAL DO CACHE
 - LIMPAR AUTOMATICAMENTE O CACHE
 - LIMPAR MANUALMENTE
- **LOG DE VOO**
 - VISUALIZAR OS LOGS DE VOO

- **OUTROS**
 - NOME DO DISPOSITIVO
 - SOBRE O DRONE/ RADIO / APP

As configurações padrão do drone são as adequadas à maior parte dos trabalhos possíveis com a utilização de drones, inclusive os trabalhos pretendidos pela CGU.

43. CONFIGURAÇÕES DA CÂMERA

Acesse as configurações de câmera clicando no ícone respectivo. Alterne entre as configurações manuais ou automáticas, configurações de imagem e configurações gerais nos três ícones da parte superior da tela de configurações de câmera.



MODO AUTOMÁTICO DE CÂMERA – O drone fará toda a configuração do EV automaticamente.

MODO MANUAL DE CÂMERA – Configure o ISO / SHUTTER / ABERTURA / EXPOSIÇÃO de forma manual.

CONFIGURAÇÕES DE FOTO

- **PHOTO:** tipo de captura – FOTO ÚNICA / HDR / MÚLTIPLAS / MÚLTIPLAS EM HDR / TIME LAPSE
- **IMAGE SIZE:** TAMANHO DA IMAGEM – 4:3 ou 16:9
- **IMAGE FORMAT:** formato da imagem – JPG ou RAW, ou ambos
- **BALANÇO DE BRANCO**
- **ESTILO – FILTROS**
- **COR**

CONFIGURAÇÕES DE VÍDEO

- **VIDEO SIZE:** escolha a resolução de gravação do vídeo
- **VIDEO FORMAT:** escolha o formato de gravação do vídeo

- **VIDEO CODEC:** escolha o tipo de CODEC de vídeo (NTSC / PAL)
- **BALANÇO DE BRANCO**
- **ESTILO – FILTROS**
- **COR**

Para os trabalhos que não têm abordagem plástica ou artística, como os que serão desempenhados pela CGU, recomenda-se a manutenção das opções padrão.