



PROTOCOLO

USO DE AERONAVES NÃO TRIPULADAS (DRONES) PARA PESQUISA E MONITORAMENTO DE PEIXE-BOI-MARINHO E SEU HABITAT

**Ana Emilia Barboza de Alencar, Fernanda Loffler Niemeyer Attademo,
Iran Campello Normande, Fábria de Oliveira Luna**

1ª EDIÇÃO



PROTOCOLO

USO DE AERONAVES NÃO TRIPULADAS (DRONES) PARA PESQUISA E MONITORAMENTO DE PEIXE-BOI-MARINHO E SEU HABITAT

COMO CITAR A OBRA

ALENCAR, Ana Emília Barbosa; ATTADEMO, Fernanda Loffler Niemeyer; NORMANDE, Iran Campello; LUNA, Fábria de Oliveira. 2020. **Uso de aeronaves não tripuladas (DRONES) para pesquisa e monitoramento de peixe-boi-marinho e seu habitat.** Brasília: ICMBio. 45 p.

Ou

ALENCAR, A.E.B.; ATTADEMO, F.L.N.; NORMANDE, I.C.; LUNA, F.O. 2020. **Uso de aeronaves não tripuladas (DRONES) para pesquisa e monitoramento de peixe-boi-marinho e seu habitat.** Brasília: ICMBio. 45 p.

Dados Internacionais para Catalogação na Publicação - CIP

Brasil. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Uso de aeronaves não tripuladas (DRONES) para pesquisa e monitoramento de peixe-boi-marinho e seu habitat / Ana Emília Barbosa de Alencar, Fernanda Loffler Niemeyer Attademo, Iran Campello Normande, Fábria de Oliveira Luna. - 1.ed.- Brasília: ICMBio, 2020.

45 pp.: il. Color

ISBN Nº 978-65-5693-009-1

1. Conservação. 2. Sirênios. 3. Diagnóstico. 4. Mapeamento I. Título.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Presidente
JAIR MESSIAS BOLSONARO

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
Ministro
RICARDO SALLES

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Presidente
HOMERO DE GIORGE CERQUEIRA

Diretor de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento de Biodiversidade
MARCOS AURÉLIO VENANCIO

Coordenação-geral de Pesquisa e Monitoramento de Biodiversidade
KEILA RÊGO MENDES

Coordenação de Pesquisa e Gestão da Informação sobre Biodiversidade
IVAN SALZO

Coordenação de Monitoramento de Biodiversidade
TATHIANA CHAVES DE SOUZA

Coordenação-Geral de Estratégias para Conservação
DANIEL SANTANA LORENZO RAÍCES

Coordenação de Identificação de Ações para Conservação – COPAN
CAREN CRISTINA DALMOLIN

Coordenação do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Aquáticos
FÁBIA DE OLIVEIRA LUNA



Peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*).
Foto: Leonardo Merçon | Projeto Amigos da Jubarte



PROTOCOLO DE USO DE AERONAVES NÃO TRIPULADAS (DRONES) PARA PESQUISA E MONITORAMENTO DE PEIXE-BOI-MARINHO E SEU HABITAT

Autores

| Ana Emília Barboza de Alencar 1 | 2
| Fernanda Loffler Niemeyer Attademo 3 | 4 | 5
| Iran Campelo Normande 6
| Fábía de Oliveira Luna 7

1 | GISdrone Consultoria & Mapeamento Aéreo- GISdrone
2 | Programa de Pós-Graduação em Geociências, Departamento de Geologia – Universidade Federal de Pernambuco – PPGEOC-CTG/UFPE
3 | Projeto Cetáceos da Costa Branca | PCCB /Universidade Estadual do Rio Grande do Norte | UERN
4 | Centro de Estudos e Monitoramento Ambiental | CEMAM
5 | Instituto Brasileiro para Medicina da Conservação – Tríade
6 | Reserva Extrativista Marinha da Lagoa do Jequiá- RESEX Jequiá / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade | ICMBio
7 | Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Aquáticos | CMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade | ICMBio

Projeto Gráfico, Diagramação e Foto da Capa

Leonardo Merçon | Projeto Amigos da Jubarte

Organização e comitê editorial

Fábía de Oliveira Luna, Adriana Vieira de Miranda, Pedro Friedrich Fruet, Juan Pablo Torres-Florez, Gláucia Pereira de Sousa, Fernanda Loffler Niemeyer Attademo





Imagem de três peixes-bois nativos feita com drone.
Foto: Leonardo Merçon | Projeto Amigos da Jubarte



APRESENTAÇÃO

Este protocolo foi elaborado por especialista em Sistemas de Aeronaves Não Tripuladas (sUAS/ Drones), Classe 3 e pesquisadores de sirênios no Brasil. Tem como principal objetivo apresentar as diretrizes para o uso dos drones na pesquisa, monitoramento e conservação dos peixes-bois-marinhos, e seu habitat (ecossistemas costeiros).

Buscando centralizar as principais informações disponíveis sobre o assunto em um documento unificado, o Protocolo norteia a utilização desta nova tecnologia de forma segura, responsável e profissional, tornando o conhecimento técnico acessível a todos que dele puderem se beneficiar.

O documento utiliza uma cronologia didática sobre o tema, para que o leitor tenha uma melhor compreensão sobre todas as esferas envolvidas na utilização deste equipamento que, segundo os próprios órgãos reguladores, é uma aeronave, e deve ser tratada como tal.

O PROTOCOLO DE USO DE AERONAVES NÃO TRIPULADAS (DRONES) PARA PESQUISA E MONITORAMENTO DE PEIXE-BOI-MARINHO E SEU HABITAT, além de integrar as técnicas disponíveis de image-

amento aéreo à conservação dos sirênios, orienta sobre os equipamentos, softwares e materiais necessários à pesquisa, e apresenta a legislação vigente, de forma a salvaguardar a segurança do espaço aéreo brasileiro e a todos os envolvidos nas operações que venham a ser realizadas.

Este protocolo se destina a profissionais, pesquisadores, instituições e empresas, que necessitem fazer o uso dos drones para a pesquisa e monitoramento de peixe-boi-marinho e seu habitat, priorizando a segurança operacional em todas as fases do voo. Da maneira na qual foi estruturado, também poderá auxiliar professores universitários na orientação de trabalhos acadêmicos, comunicação entre as equipes técnicas especializadas e elaboração de propostas de pesquisa a serem solicitadas ao ICMBio.

Torna-se este Protocolo, por fim, uma importante ferramenta de consulta e um guia balizador para a gestão das Unidades de Conservação (UCs) e Centros de Pesquisa do ICMBio, no que se refere à avaliação de solicitações de licenças SISBIO, e subsídio para tomadas de decisão e definição de estratégias conservacionistas para a espécie.

Fábia de Oliveira Luna

1. AERONAVES, SOFTWARES, MATERIAIS E DOCUMENTOS NECESSÁRIOS

a. Aeronaves Não Tripuladas e procedimentos iniciais

Para o monitoramento remoto de peixes-bois-marinhos (*Trichechus manatus*) e seu habitat serão utilizadas, preferencialmente, aeronaves não tripuladas do tipo multirrotor, com quatro, seis ou oito hélices (quadricóptero, hexacóptero ou octacóptero, respectivamente). A composição destes modelos, e rotação alternada dos motores, permite que o piloto remoto os mantenha parados no ar durante a aquisição das imagens, aumentando a segurança operacional diante de imprevistos e alterações meteorológicas repentinas.

Conforme descrito ao longo deste Protocolo, apenas pessoas devidamente autorizadas deverão realizar os sobrevoos, sempre respeitando a legislação brasileira vigente e as diretrizes dos órgãos reguladores.

As aeronaves devem pertencer à Classe 3 de Peso Máximo de Decolagem (PMD), compreendido entre 250g (inclusive) e 25kg (inclusive) (ANAC 2017a), conhecidas internacionalmente como UA (*Unmanned Aircraft*) ou UAS (*Unmanned Aircraft System*). Esta última se refere ao conjunto aeronave, estação remota de pilotagem e link comando-controle. Outras classificações utilizadas são RPA (*Remotely Piloted Aircraft*) e UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) ou VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado- obsoleto). O termo drone se popularizou, e hoje é também utilizado em escala global.

Caso a aeronave e rádio controle não possuam o selo de homologação da radiofrequência pela ANATEL, o piloto deve solicitar a Declaração de Conformidade (Pessoa Física ou Jurídica) junto ao órgão, e portar este documento em todas as suas operações (vide Tópico 2.b).

O piloto deve possuir a Certidão de Cadastro de Aeronave Não Tripulada, emitida pela ANAC, e manter todos os voos em VLOS (*Visual Line of Sight*), ou Linha de Visada Visual, e limitado a 400 pés (120m) em relação ao ponto de decolagem (altura AGL) (vide Tópico 2.b).

Antes do início de qualquer voo deve ser realizada a correta informação ou solicitação do mesmo ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) (vide Tópico 2.b).

A **Figura 1** mostra dois modelos iniciais de aeronaves profissionais, utilizadas de forma preferencial para o monitoramento de peixes-bois: o Phantom 4 Pro (equivalente ao Phantom 4 Advanced) e o Mavic 2 Pro ou Zoom (também utilizada a primeira versão - Mavic Pro).

A maior vantagem desses equipamentos é o seu custo-benefício, associado à portabilidade, funcionalidade, e ao fato de serem chamados de “*Plug and Play*”, fornecendo ao usuário uma experiência completa de imageamento aéreo, com a praticidade de ter em mãos um equipamento pronto para voo. Esses fatores os tornam adequados ao monitoramento de fauna, especialmente em locais inóspitos que necessitam de grande mobilidade.



Figura 1. Aeronaves Phantom 4 Pro e Mavic 2 Pro/Zoom. Ambas necessitam apenas do encaixe das hélices (e abertura dos braços no Mavic) para estarem prontas para voo (*Plug and Play*). Resistência ao vento de 36km/h e 38km/h, respectivamente. Fonte: DJI, 2020.

b. Outras Aeronaves Não Tripuladas

Modelos diferenciados de aeronaves multirotor, incluindo aquelas com seis (hexacóptero) ou oito (octacópteros) hélices, podem ser desenvolvidos através de parcerias estratégicas, diante da necessidade de pesquisas específicas que exijam equipamentos mais robustos.

Normalmente esses equipamentos são utilizados para transportar sensores termográficos, multiespectrais, ou coletores de materiais biológicos. Em todos os casos, o limite máximo da carga extra adicionada (*payload*) deve ser definido pelo fabricante no projeto da aeronave. A linha Enterprise da DJI já oferece drones comerciais com estas características.

Câmeras termais portáteis (*Flir One*) podem ser embarcadas em quadricópteros, mas não se aplicam ao monitoramento de peixes-bois-marinhos, considerando que a temperatura desses animais não é detectável sob a lâmina d'água, a menos que permaneçam algum tempo com o dorso exposto na superfície, o que não é comumente observado em ambiente marinho (maior detalhamento no Tópico 6: Estimativas Populacionais e Definição de Áreas de Uso).

c. Softwares utilizados

Os softwares utilizados para obtenção de imagens aéreas com uso de drones devem ser instalados no dispositivo móvel (*tablet ou smartphone*) conectado ao Rádio Controle (RC). Quanto à classificação, existem dois tipos principais:

1. *Software* para pilotagem manual;
2. *Softwares* para planejamento e execução de voos automatizados.

As duas categorias, detalhadas a seguir, possuem especificidades técnicas e legais que tornam necessária uma capacitação prévia do piloto remoto em comando, visando a segurança do voo, dos profissionais envolvidos na operação, dos transeuntes e animais. O detalhamento deste tema é abordado no Tópico 2 (Capacitações e Legislação Brasileira).

c. 1 Software para pilotagem manual (Tipo 1)

DJI GO 4: DJI GO 4: Disponível a partir da linha Phantom 4 e Série Mavic.

Utilizado para realizar voos no modo manual, totalmente comandados pelo piloto remoto. Todos os parâmetros de voo aparecem na tela do dispositivo móvel conectado ao rádio controle (**Figura 2**). Os principais são: altura e velocidade do voo, distância do drone em relação ao ponto de decolagem, indicador de carga da bateria, conexão com satélites, potência do sinal de rádio (*Link C2*: comando-controle), mapa de localização e bússola.

Informações acessórias apresentadas são: capacidade do cartão de memória, frequência de operação e configurações da câmera.

Para situações de contingência, pode ser utilizado o botão com a simbologia de um Heliponto (H) (RTH - *Return to Home*), existente na tela do aplicativo e no rádio controle (físico). Ao ser pressionado, o drone retorna automaticamente para o ponto de decolagem, mantendo constante a altura previamente configurada no aplicativo (devem ser consideradas as características do terreno para evitar impactos durante o retorno).

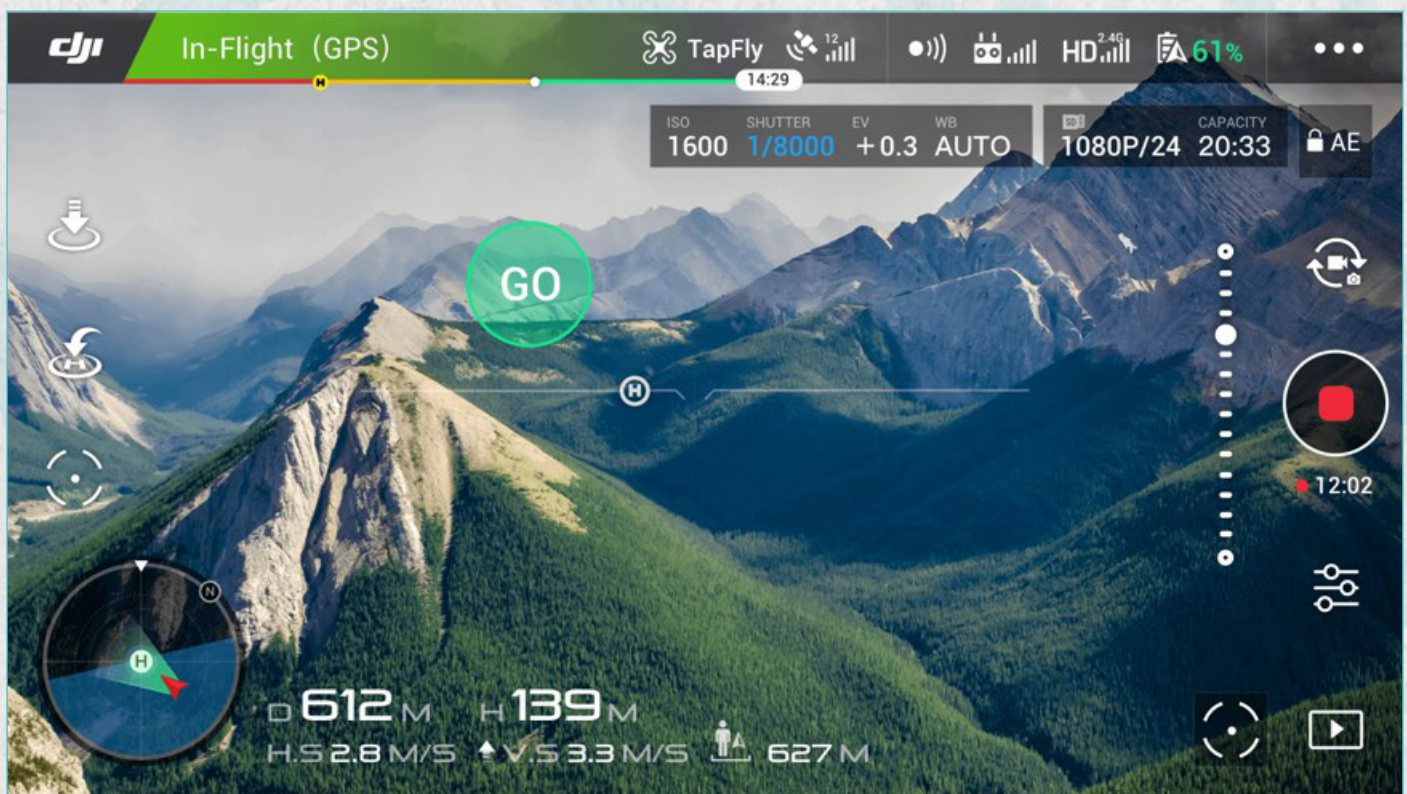


Figura 2. Exemplo da interface do DJI GO 4.
Fonte: DJI, 2020.

c.2 Softwares para planejamento e execução de voos automatizados (Tipo 2)

Existe uma diversidade de *softwares* disponíveis para planejamento e execução de voos automatizados, incluindo desenvolvedores distintos. Alguns foram disponibilizados para os sistemas Android e iOS, e outros são específicos para dispositivos Apple (iOS). Abaixo são listados os principais:

DRONE DEPLOY: Disponível para Android e iOS (gratuito para planejamento e execução de voos). É o mais popular dentre os *softwares* de planejamento, devido à sua interface simples e intuitiva. Sua configuração interna utiliza os parâmetros da câmera do Phantom 4 Pro, sendo mais adequado aos usuários desta aeronave (**Figura 3**).

DJI GS PRO: Disponível apenas para iOS (gratuito para planejamento e execução de voos). Possibilita a identificação do drone que será utilizado e a prévia calibração de acordo com os parâmetros da câmera.

MAP PILOT: Licença comercial apenas para iOS (aplicativo pago). Permite o mapeamento de feições lineares e o *download* da geomorfologia do terreno, mantendo a altura de voo constante e a uniformidade da resolução final em pixels (GSD) do ortomosaico gerado.

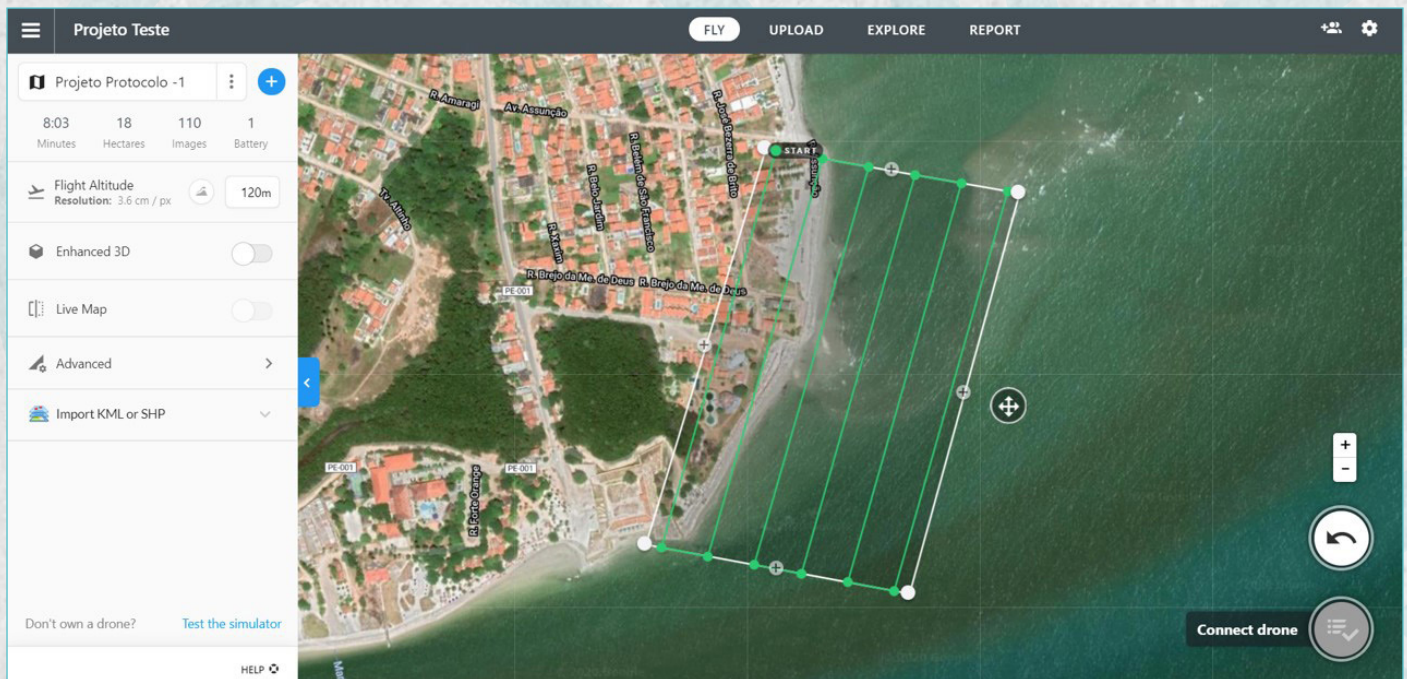


Figura 3. Exemplo da interface do Drone Deploy (software de planejamento e execução de voos automatizados para mapeamento aéreo) (Fonte: GISdrone).

d. Materiais e documentos necessários

Abaixo são listados os principais acessórios para os voos manuais e automatizados (classificados em essenciais e desejáveis), assim como os documentos exigidos pelos órgãos reguladores, os quais, obrigatoriamente, devem ser transportados pelo piloto remoto juntamente com a aeronave:

Acessórios Essenciais (Tabela 1a):

- Dispositivo móvel compatível (tablet ou smartphone);
- Cabo USB do dispositivo móvel utilizado (preferencialmente);
- Cartão micro SD 128GB. Também podem ser utilizados os modelos de 16GB, 32GB e 64GB, embora os dois primeiros não sejam recomendados para filmagens, devido ao pouco espaço de armazenamento.

Acessórios Desejáveis (Tabela 1b):

- Pista para pousos e decolagens (tamanho mínimo de 75cm de diâmetro quando aberta);
- Defletor amplificador de sinal do rádio controle (concentra a radiofrequência em 180°);

*** Podem ocorrer variações nas exigências dos órgãos reguladores, de acordo com o tipo de operação a ser realizada. Para monitoramento de fauna foram considerados todos os documentos, licenças e autorizações de voo necessárias para o correto atendimento à legislação vigente.**

*** O detalhamento deste item encontra-se no subtópico 2.b (Legislação Brasileira e principais regulamentações).**

- Alça de suporte para rádio controle;
- Checklist de materiais de campo e pré-voo.

Documentos exigidos pelos órgãos reguladores* (Tabela 1c):

- Manual de voo da aeronave (disponibilizado pelo fabricante);
- Selo da ANATEL de homologação da radiofrequência (na aeronave e rádio), ou Declaração de Conformidade emitida pelo referido órgão.
- Certidão de Cadastro de Aeronave Não Tripulada, emitida pelo Sistema da ANAC (SISANT), com prefixo PP (uso não recreativo ou Profissional).
- Informação ou solicitação de voo, devidamente aprovada, emitida pelo Sistema do DECEA (SARPAS).
- Apólice do Seguro RETA, com comprovante de pagamento (obrigatório para todos os voos de uso não-recreativo).
- Avaliação de Risco Operacional (ARO).

Tabela 1. Exemplos de acessórios essenciais (a); desejáveis (b) e documentos exigidos por legislação em 20/03/2020 (c).

a



Tablet iOS/Android



Cabo USB iOS/Android



Cartão Micro SD 128 GB

b



Pista para pousos e decolagens

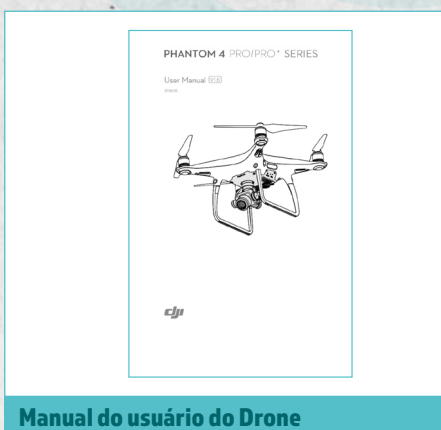


Defletor amplificador de sinal

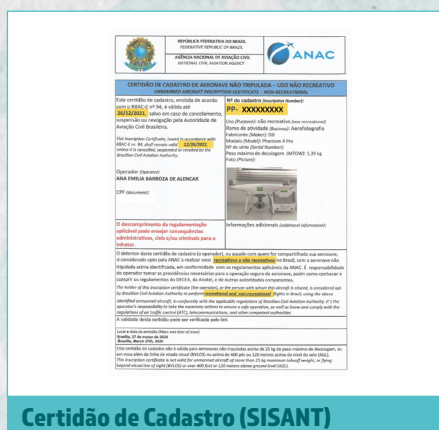


Alça para controle remoto

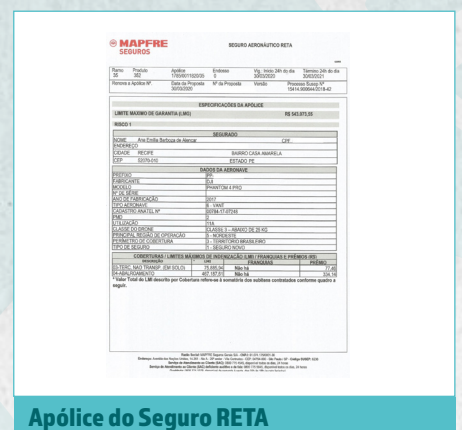
c



Manual do usuário do Drone



Certidão de Cadastro (SISANT)



Apólice do Seguro RETA



2. CAPACITAÇÕES E LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

a. Capacitação do piloto remoto e *checklist* pré-voos

Conforme exposto anteriormente, cabe destacar aqui que o drone é uma **aeronave**! Esta máxima fica clara ao se observar a definição abaixo:

AERONAVE: “Qualquer aparelho que possa sustentar-se na atmosfera a partir de reações do ar que não sejam as reações do ar contra a superfície da Terra” (ICA 100-40. DECEA 2020).

Dado este entendimento e, considerando os riscos de realizar uma pilotagem sem o conhecimento necessário para a mitigar potenciais impactos, o piloto remoto deverá passar por treinamento específico com, no mínimo, 16 horas de duração. Esta carga horária será ampliada mediante aumento da complexidade da operação ou necessidade de realização de voos automatizados.

O curso deve incluir as normas aplicáveis aos drones, disponibilizadas pelos órgãos reguladores e vigentes na data da capacitação, assim como tópicos relacionados à segurança e boas práticas de voo, fundamentos de pilotagem, montagem e manutenção do equipamento, fraseologia aeronáutica, micrometeorologia aplicada e treinamento prático supervisionado. Salienta-se que, se tratando de pesquisa devidamente autorizada, não se faz necessário seguir os limites constantes no Manual de Boas Práticas em Interação com Mamíferos Marinhos (Silva-Junior et al. 2019).

É responsabilidade do piloto remoto a realização do *checklist* pré-voos, incluindo a verificação das condições do equipamento e acessórios, materiais necessários e condições meteorológicas, as quais podem ser obtidas através de *sites* e aplicativos móveis (UAV Forecast).

A responsabilidade do operador, em caso de incidentes, poderá ser compartilhada com a instituição contratante ou solicitante da atividade (reconhecida como Explorador), podendo haver respostas nas esferas administrativa, civil e criminal, a depender da gravidade e do nível de atendimento aos critérios previstos em legislação.

No caso da inexistência de profissional capacitado em seu corpo técnico, ou do não-atendimento às especificações já descritas e complementadas abaixo, a instituição deve optar pela contratação direta (podendo ser temporária) de profissional terceirizado, habilitado para o planejamento e execução do projeto. Este procedimento visa minimizar os riscos e aumentar a segurança da operação e dos envolvidos.

Dependendo da demanda da atividade, o piloto deve dominar o manuseio do equipamento em voo manual e automatizado, incluindo o *checklist* de segurança e o gerenciamento completo de todas as etapas necessárias. Deve ainda possuir toda a documentação que o habilita como piloto remoto (SISANT-ANAC), e o cadastro do piloto/aeronave no Sistema SARPAS (DECEA).

b. Legislação Brasileira e principais regulamentações

De acordo com os parâmetros da legislação brasileira, o piloto que deseja realizar voos Não Recreativos (Profissionais) com UAS necessita, no mínimo, da seguinte documentação (seguida das principais regulamentações):

- **Homologação da radiofrequência pela ANATEL** (selo - Certificado ou Declaração de Conformidade). No caso da existência do selo, este deve estar impresso no drone (compartimento da bateria) e no rádio controle (equipamentos adquiridos no Brasil já vêm homologados).

- Para os drones adquiridos fora do território nacional, é necessária a emissão da Declaração de Conformidade pela referida Agência. No ano de 2019 o Governo Federal aboliu a taxa de R\$ 200,00 anteriormente cobrada pela emissão do documento (ANATEL, 2019).

- O selo impresso na aeronave corresponde a um Certificado de Conformidade e tem validade indeterminada, enquanto a Declaração de Conformidade tem validade de 2 anos. No entanto, caso não seja realizada nenhuma alteração interna no drone, esta última não precisa ser renovada.



- **Certidão de Cadastro de Aeronave Não Tripulada (validade 2 anos)**, emitida através do sistema SISANT da ANAC. Contém o registro do piloto remoto e foto da aeronave. O número de cadastro deve ser fixado no drone e rádio controle, em locais visíveis e de fácil acesso. Qualquer alteração no visual do equipamento deve ser seguida de atualização do SISANT, com inclusão da nova foto.

- Para que seja possível a emissão de um SISANT (documento simplificado), é necessário que o piloto/aeronave cumpram a seguinte **tríade da ANAC**:

- A aeronave deve ter até **25kg** (inclusive) de Peso Máximo de Decolagem (PMD);
- Os voos deverão ser realizados em altura máxima de **400 pés** ou 120m (inclusive);
- A aeronave deve ser mantida em **VLOS** (*Visual Line of Sight*), ou Linha de Visada Visual pelo piloto remoto.



- **Informação ou Solicitação de voo**, devidamente aprovada (para todas as missões), emitida através do sistema SARPAS do DECEA. Deverá ser utilizado o horário padronizado para a aviação mundial - **Zulu** (baseado no Tempo Universal Coordenado - UTC, sucessor do Tempo Médio de Greenwich - GMT), onde são acrescidas três horas em relação à hora civil local brasileira).

- Para solicitar voos o usuário deve realizar um cadastro prévio no Sistema SARPAS e inserir pelo menos uma aeronave, gerando o seu ID SARPAS.

- A solicitação de voo permite que o Órgão tome as devidas providências quanto à segregação daquela área e emissão de avisos aos pilotos de aeronaves tripuladas (NOTAM – *Notice to Airman*), caso o voo seja realizado em área restrita ou em altura que exija uma acomodação da UA. Mesmo que as missões sejam de baixa complexidade e não envolvam acomodação no espaço aéreo (ex: 30-40m AGL), se faz necessário informá-lo ao DECEA, geralmente havendo aprovação imediata.

- Em áreas costeiras fora dos centros urbanos (características rurais), quando os voos ocorrerem a partir de 200 pés (60m), o CINDACTA III poderá emitir um NOTAM com base na ICA 100-4 (DECEA 2018), que permite voos de aeronaves de asas rotativas (helicópteros) a 60m de altura, sendo necessário comunicar às mesmas sobre a presença de drones na



área, prevenindo acidentes. Caso ocorra aproximação de aeronaves tripuladas, as não tripuladas deverão **pousar imediatamente**.



ICA 100-40 (2018).

• **Manual de voo da aeronave** (Manual do usuário), disponibilizado pelo fabricante junto com o equipamento.



RBAC-E nº 94 (2017).

• **Avaliação de Risco Operacional (ARO) (validade 1 ano)**, contendo a Matriz de Risco, com base na Probabilidade de um determinado evento ocorrer durante a operação, e na Severidade desta ocorrência. Todas as Situações devem conter medidas de mitigação, e alguns exemplos são apresentados no subtópico 2c.



IS E94-003A (2017).

• **Apólice do Seguro RETA (validade 1 ano)** (Responsabilidade do Explorador e Transportador Aéreo) e comprovante de pagamento dentro da validade. Obrigatório para todos os voos de uso não recreativo. Cobre danos causados por incidentes sobre propriedades ou terceiros não vinculados ao Comando da operação.



RBAC-E nº 94 (2017).

• **Licença SISBIO (ICMBio)** para uso de Drones, especialmente em Unidades de Conservação (UC's), ou atenção ao Manual de Boas Práticas em Interação com Mamíferos Marinhos (Da Silva Jr. et al. 2019).



CMA
ICMBio-MMA

c. Montagem da Avaliação de Risco Operacional (ARO)

A **Avaliação de Risco Operacional** é importante para que os voos ocorram da forma mais segura possível. Devem ser avaliados riscos aos equipamentos utilizados, às pessoas envolvidas ou não na atividade e aos animais observados. No caso de animais marinhos, deve conter **Situações** específicas, relacionadas às possíveis reações comportamentais intrínsecas à espécie que está sendo observada, (neste caso o peixe-boi-marinho). Cada **Situação** deve ser seguida das medidas de mitigação de risco que proporcionem a menor interferência possível, aumentando a **Tolerabilidade** da operação. São exemplos que podem ser utilizados:

- **Situação 1:** Aparição de mãe com filhote na área sobrevoada;
- **Situação 2:** Afugentamento acidental de animal solitário ou de grupo coeso;
- **Situação 3:** Separação de cópula ou de comportamento reprodutivo;
- **Situação 4:** Aumento repentino da velocidade do vento acima de 7m/s* (ou rajadas).

*Por segurança, este limite foi estabelecido considerando 30% abaixo do estipulado pelo fabricante (10m/s), podendo ser mensurado com um anemômetro em solo. Ventos acima de 7m/s são condição NoGo (a aeronave não deve ser decolada).

Além destes itens específicos, são **Situações obrigatórias** a constar na ARO (ANAC 2017b):

- **Situação 1:** Perda do link C2- Comando/Controle;
- **Situação 2:** Existência de tráfego aéreo no local;
- **Situação 3:** Presença de pessoas não anuentes.

Uma ARO pode ser utilizada para operações semelhantes com o mesmo cenário operacional, tendo a validade de um ano a partir da data de emissão.

Outros itens que devem constar no documento são: nome do operador, CPF, modelo e número de cadastro da aeronave (SISANT), ID SARPAS, número de homologação da ANATEL, Tipo de Operação, identificação do cenário operacional, legislação aplicável, contatos de emergência e Avaliação/Matriz de Risco para cada Situação considerada (Parágrafos E94.103(f)(2) e E94.103(g)(2) do RBAC-E nº 94 e IS Nº E94-003A) (ANAC 2017 a e b).

Após o preenchimento, o documento deve ser rubricado em todas as páginas, datado e assinado na página final. Um modelo sugerido para elaboração da ARO pode ser encontrado na IS E94-003A (ANAC 2017b).



3. CRITÉRIOS PARA REALIZAÇÃO DE VOOS

a. Linha de Visada Visual (Voo VL0S), Modo de Voo "P" e índice Kp

Para realização dos voos com segurança, o equipamento precisa estar em Linha de Visada Visual (VL0S) pelo piloto remoto sem o auxílio de equipamentos acessórios (lentes binoculares). Podem ser utilizados Observadores de Aeronave (Linha de Visada Estendida ou Voo EVL0S), posicionados em pontos estratégicos, para os casos em que o drone sair momentaneamente do campo visual do piloto. Esta possibilidade consta no RBAC-E nº 94 (ANAC 2017a).

Deve ser utilizado sempre o Modo de Voo "P" - *Positioning*, por meio da chave física existente no rádio controle. Este modo mantém o GPS e todos os sistemas de visão (sensores anti-impacto) e infravermelho ativos, aumentando a segurança do voo. Os modos "S" (sensores desligados) e "A" (GPS e sensores desligados) devem ser evitados.

O índice Kp mede a atividade do campo magnético da Terra, em decorrência das tempestades geomagnéticas (solares). Varia de 0 a 9 e pode ser obtido por aplicativos (UAV Forecast). Se o mesmo estiver acima de 4 (inclusive), não voe!

b. Distância mínima de pessoas não anuentes

Deve ser mantida uma distância mínima de 30 metros horizontais entre a aeronave em voo e pessoas não envolvidas ou não anuentes com a operação, animais e propriedades, a menos que exista uma barreira suficientemente forte entre estes (ANAC 2017a).

c. Autonomia de bateria

A autonomia de bateria indicada pelo fabricante gira em torno de 25 a 30 minutos, em condições ideais e sem vento. No entanto, considerando os ventos do Nordeste brasileiro, este tempo cai para aproximadamente 15 minutos de voo ininterrupto.

Observada essa limitação, o equipamento não deverá exceder a carga residual mínima de 25% de bateria, sob risco de aquecimento e pane durante o voo, ou depreciação acelerada do componente. Preferencialmente, essa carga residual não deverá ser utilizada abaixo dos 30%, já considerando a aeronave em solo aos 25%.

Esse procedimento visa salvaguardar a segurança dos animais, objeto do estudo, e da equipe envolvida, além de prolongar a vida útil do equipamento.



d. Status da aeronave

Outra informação importante é o *status* da aeronave, indicado pelas luzes de LED traseiras. Em funcionamento normal, estas permanecem na coloração verde. A mudança repentina para as cores amarela ou vermelha indica atenção, ou alerta crítico (**Figura 4**), e o drone deve ser **conduzido para pouso imediatamente** (quer seja no ponto de decolagem ou em outro local seguro).

O mesmo deve ocorrer em casos de ventos acima dos 25km/h (7m/s), aferido com anemômetro, ou indícios de precipitação (chuva), considerando que os modelos de aeronaves tratados aqui não possuem proteção contra a entrada de sólidos ou líquidos.













Descrição do indicador de status do quadricóptero	
Normal	
 Alternar entre vermelho, verde e amarelo piscando	Ligar e Teste de autodiagnóstico
 Alternar entre amarelo e verde piscando	Aquecimento
 Verde piscando lentamente	P-mode ou S-mode com GPS
 Duas luzes verdes	P-mode com sistemas de visão frontal e inferior
 Amarelo piscando lentamente	Sem GPS e Sistemas de visão frontal e inferior
 Verde piscando rapidamente	Frenagem
Advertência	
 Amarelo piscando rapidamente	Perda de sinal do controle remoto
 Vermelho piscando lentamente	Advertência de bateria baixa
 Vermelho piscando rapidamente	Advertência de bateria baixa crítica
 Piscando em vermelho	Erro de IMU
 — Aceso em vermelho	Erro crítico
 Vermelho e amarelo piscando rápido e alternadamente	Necessário calibrar a bússola

Figura 4. Descrição do indicador de status para as aeronaves Phantom 4 Pro e Mavic 2 Pro, com base nas luzes de LED traseiras (Fonte: Manuais do Usuário DJI).

É importante destacar que todo voo com aeronave remotamente pilotada deverá seguir um procedimento de informação ou solicitação junto ao DECEA, cuja antecedência estará intrinsecamente ligada ao tipo de operação solicitada, local pretendido e altura AGL.

A observância dos parâmetros previstos em legislação, associada à inteligência embarcada nos equipamentos, manutenção preventiva da aeronave, res-

peito à autonomia de voo, elaboração de uma ARO bem embasada e correta capacitação do piloto remoto, aumentam a segurança do voo e reduzem a possibilidade de incidentes.

Lembre-se: o drone é uma AERONAVE, e deve ser tratada como tal, e por esta razão o acesso ao espaço aéreo brasileiro deve ser realizado com cautela e responsabilidade operacional.



4. MONITORAMENTO DE PEIXES-BOIS-MARINHOS

a. Definição da altura de voo

A altura de voo em relação à superfície d'água pode variar entre 30m e 120m (altura máxima prevista em legislação, embora não seja muito recomendada devido à baixa visibilidade dos animais).

Uma altitude intermediária com alto potencial de avistagem é de 60m (Watts et al. 2010; Colefax et al. 2018) onde, de acordo com estudos anteriores de levantamento aéreo de fauna, já não são observadas alterações comportamentais (acústica ou visual) nos indivíduos (Smith et al. 2016), permitindo uma boa visualização em locais com águas claras.

Outros critérios para definição da altura de voo em um monitoramento de peixes-bois são: transparência da água, nível de agitação da superfície (decorrente das condições meteoceanográficas), presença de banhistas no local e embarcações com tripulantes no entorno.

Dentre os critérios que consideram a fauna, destaca-se a reação comportamental dos animais à passagem ou presença do equipamento em voo (Landeo-Yauri 2020). Atividades reprodutivas devem ser registradas em altura que não interfira no comportamento dos animais. Neste último caso, o piloto remoto deve estar atento para aumentar a altura de voo (observada a ausência de outras aeronaves no local), ou até mesmo suspender a operação temporariamente.

O mesmo se aplica aos agrupamentos de mãe e filhote, de forma a minimizar o risco de separação parental, devido a potenciais reações agonísticas à presença do equipamento.

Aeronaves que possuem sensores com *zoom*, a exemplo do Mavic 2 Zoom, podem voar em altitudes mais elevadas, minimizando a interferência e mantendo uma boa visualização dos animais.

Durante a operação recomenda-se a utilização de um observador de fauna com lentes binoculares, tanto para manter a aeronave no visual, quanto para alertar o piloto no caso de possíveis alterações comportamentais.

Práticas não toleráveis são a perseguição dos peixes-bois com a aeronave, cercamento, ou alteração proposital do seu comportamento, estejam eles solitários ou em grupo.

Reforçando o que já foi exposto acima, o bem-estar animal deve ser prioridade em estudos com esse enfoque. Tentativas de melhor visualização jamais devem ser utilizadas como justificativa para qualquer tipo de perseguição, já considerando os casos de afugentamento involuntário. Em face deste último, a aeronave deve ser distanciada do epicentro da ocorrência, seguida de aumento da altura de voo (observadas as devidas restrições), evitando assim um estresse maior aos indivíduos.



b. Filmagens aéreas

Os vídeos poderão ser gravados nas resoluções de 2.7K: 2720 × 1530 pixels, ou até 1080p: 1920 x 1080 pixels (Full HD) em altitudes mais baixas, considerando o custo benefício em relação à capacidade do micro SD. Filmagens em 4K (3840 x 2160 pixels) são muito indicadas (Landeo-Yauri 2020) por fornecerem imagens de alta qualidade, inclusive para foto-identificação (Foto-ID) em locais com boa transparência da água. Não obstante, a qualidade 4K aumenta consideravelmente o tamanho dos arquivos, podendo gerar travamentos em computadores menos robustos, além de consumir rapidamente o armazenamento do cartão de memória.

Quanto maior for a altitude do voo, maior será o pixel correspondente na imagem gerada, reduzindo a sua resolução espacial (qualidade visual da imagem). O mesmo se aplica para as fotografias aéreas. Este fato pode ser minimizado ao utilizar equipamentos com sensores que permitem o *zoom*.

A **Figura 5** mostra dois animais registrados em imagem pausada de vídeo durante monitoramento na APA Costa dos Corais em Alagoas, ambos respirando. A proximidade da superfície, associada à transparência da água nesta porção do litoral, facilita este tipo de registro em imagens aéreas.

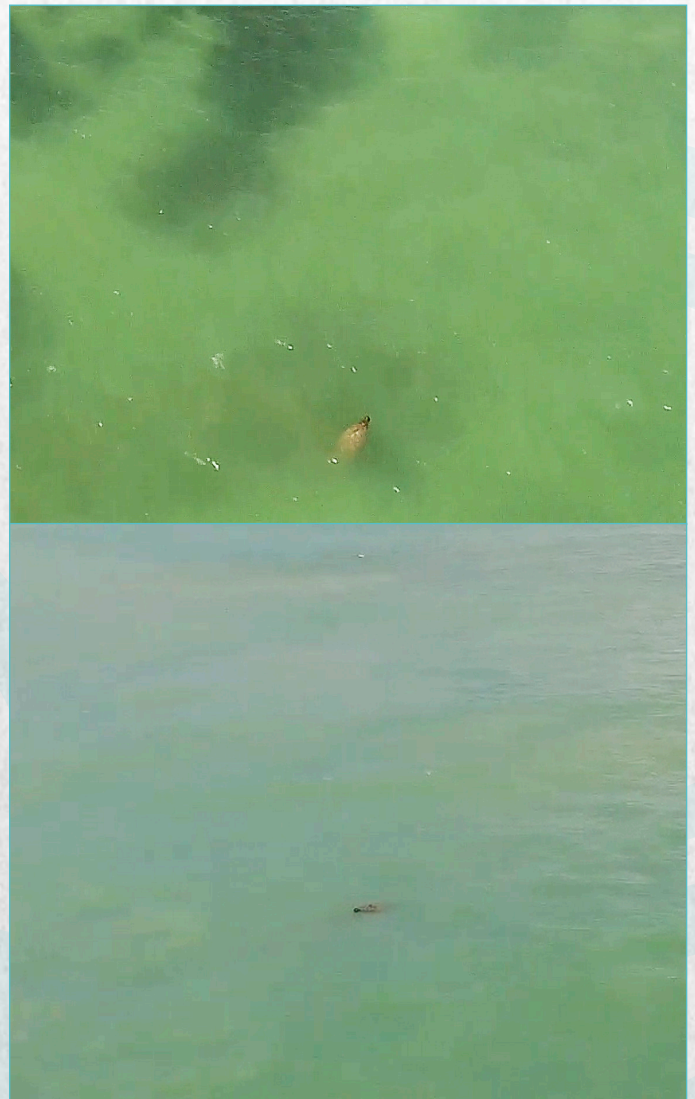


Figura 5. Peixes-bois-marinheiros registrados durante monitoramento aéreo no litoral de Alagoas, com Phantom 4, em altitude aproximada de 131 pés (40m). Na primeira imagem o drone encontrava-se em movimento e, na segunda, planando em giro de 180°.
(Fotos: Ana Alencar. Acervo ICMBio/APA Costa dos Corais).



c. Filtros ND, CPL e óculos FPV

Para uma melhor visualização dos animais em dias com intensa radiação solar, podem ser utilizados filtros ND (mais escuros que o UV tradicional) e até mesmo polarizadores (CPL), em substituição ao filtro UV convencional da câmera do drone (**Figura 6**). Neste último caso, o equipamento em voo pode ser posicionado no feixe de abrangência da lente, de modo a visualizar a subsuperfície livre dos reflexos solares diretos.

Outro exemplo são os óculos FPV (*First Person View*), que eliminam a necessidade de uso do dispositivo móvel (celular ou tablet) acoplado ao rádio controle, melhorando a visualização dos animais durante as filmagens, por não haver reflexos na tela (**Figura 6**).

Como o voo FPV se caracteriza como BVLOS (Além da Linha de Visada Visual com o equipamento), o mesmo deverá ser acompanhado por um observador de aeronave. Este permanecerá durante todo o tempo com o equipamento em vista, e em alerta para comunicar o piloto remoto sobre a possibilidade de colisões com obstáculos e aproximação de pessoas ou animais, assim como de outras aeronaves no espaço aéreo.

É importante que voos FPV sejam realizados a uma altura máxima de 50m AGL, a fim de manter um afastamento vertical de 10m em relação às rotas das aeronaves tripuladas de asas rotativas (helicópteros), que podem voar em uma altura mínima de 60m em áreas com características rurais (ICA 100-4. DECEA 2018), além da observância dos 30m horizontais de pessoas não anuentes, animais e propriedades.



Figura 6. Exemplos de filtros ND (4, 8, 16 e 32) e CPL para o Phantom 4 Pro, e óculos FPV (BVLOS) (DJI, 2020).

5. MONITORAMENTO AÉREO DAS ATIVIDADES DE CAPTURA, MANEJO E SOLTURA DE PEIXES-BOIS-MARINHOS

As **Aeronaves Não Tripuladas** (UA | drones) são uma importante ferramenta de apoio às atividades de captura de animais nativos ou reintroduzidos para manejo, marcação satelital e posterior soltura.

A utilização desta técnica permite que todo o ambiente operacional seja avaliado durante a execução da atividade, possibilitando a correção imediata de pontos específicos captados pela visão aérea e integrada do local.

A **Figura 7** apresenta algumas imagens geradas durante uma atividade de captura para marcação satelital de peixes-bois-marinhos nativos, realizada na APA Costa dos Corais, em Alagoas, em ordem cronológica das etapas (A-F).

As aplicações variam desde a avaliação da eficácia do cerco realizado ao peixe-boi, até a análise de potenciais problemas na atividade. Critérios como a localização espacial dos animais, posicionamento da rede e disposição das embarcações podem ser verificados em tempo real e repassados, via rádio, aos comandantes.

Nas **Figuras 7A e 7B** é possível observar que o cerco foi realizado com sucesso, a rede se encontra com abertura adequada e posicionamento correto, com o animal em segurança e em condições de captura.

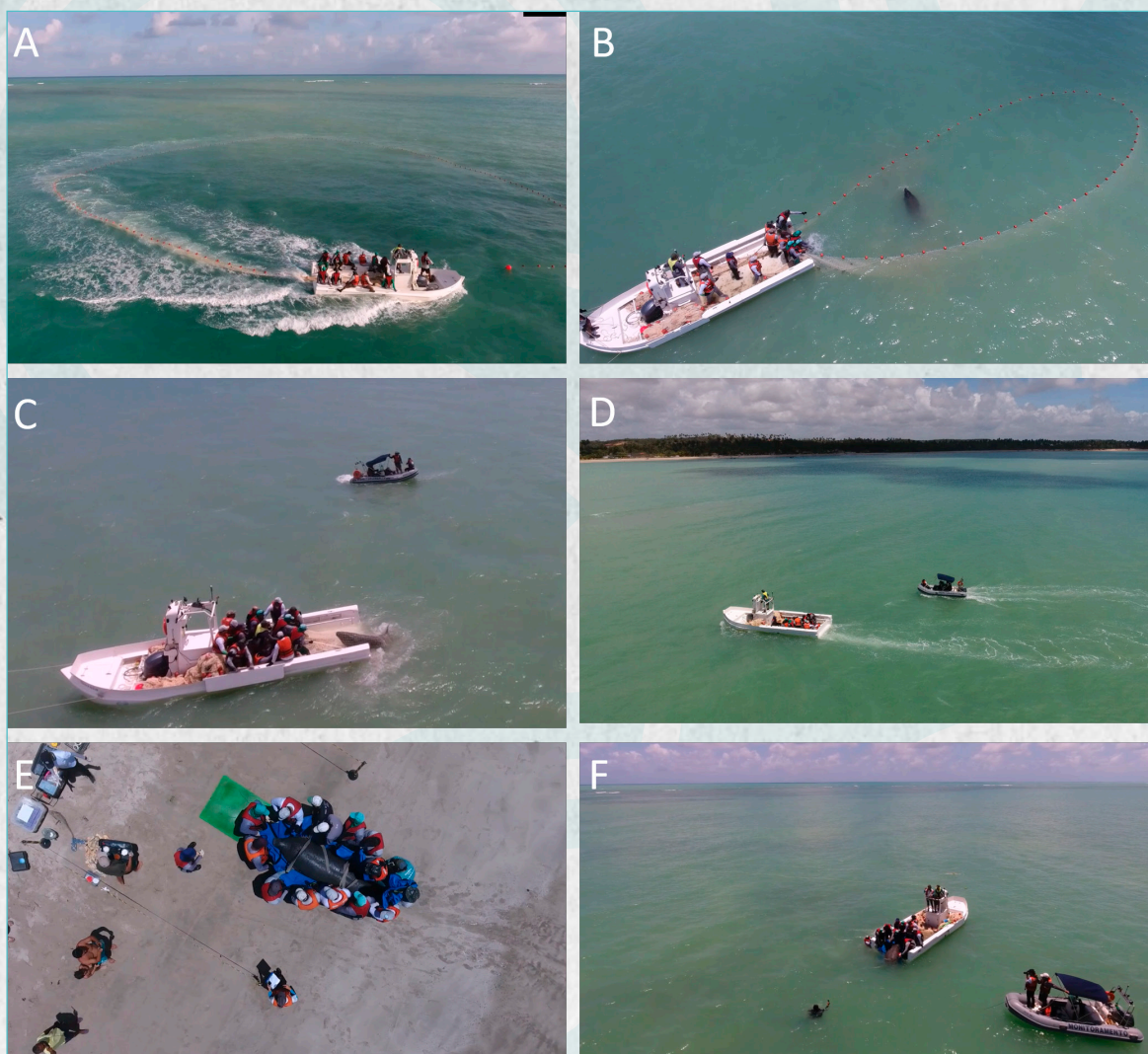


Figura 7. Atividade de captura para marcação satelital de peixes-bois-marinhos nativos, na APA Costa dos Corais em Alagoas. A: Cerco com embarcação e rede dedicadas à atividade; B: Confirmação da captura do animal; C: Subida do animal na embarcação; D: Acompanhamento pós-captura; E: Chegada na praia para manejo; F: Procedimento de soltura no mesmo local da captura (Fotos: Ana Alencar. Acervo ICMBio/APA Costa dos Corais).

Durante a atividade de captura de peixe-boi, o drone pode ser utilizado para reconhecimento da área e mapeamento de possíveis pontos para realização do cerco. Este procedimento pode otimizar os esforços ao identificar locais com maior probabilidade de sucesso e menor risco operacional. Além disso, as imagens capturadas permitem a sobreposição com as áreas de uso dos animais, e a consequente identificação dos atributos ecológicos que os atraem.

Áreas mais sensíveis ou com ameaças também podem ser identificadas através das imagens em tempo real geradas pela aeronave. É possível, por exemplo, avistar obstáculos como recifes e bancos de areia que porventura não estejam visíveis a partir das embarcações. Caso a rede de captura venha a se prender ao fundo, o drone poderá auxiliar na localização exata e repassar a informação para que o barco de apoio faça a liberação da mesma.

Por fim, as imagens (fotos e vídeos) geradas durante as expedições e manejos têm um enorme potencial para a divulgação científica, comunicação e sensibilização da sociedade, em função da sua elevada plasticidade (com várias possibilidades de utilização) e beleza cênica.



6. ESTIMATIVAS POPULACIONAIS E DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE USO

a. Utilização de câmera RGB (sensores na faixa do visível) para estimativas populacionais

Técnicas de estimativas populacionais de fauna, mediante o uso de sensores embarcados em aeronaves, tripuladas ou não, já foram testadas e validadas com animais terrestres e marinhos (Alves et al. 2013; Schofield et al. 2019).

No que se refere à utilização de câmeras RGB (sensores na faixa visível), para que seja possível realizar estimativas populacionais (densidade e abundância), é imprescindível que haja um desenho amostral compatível com o método escolhido.

O método de transectos lineares (Buckland et al. 2001; 2004) é o mais utilizado em estudos baseados em sobrevoos. O desenho amostral varia de acordo com uma série de características como por exemplo o objetivo do trabalho, o comportamento e distribuição da espécie foco, dimensão e morfologia da área de estudo. Geralmente são pré-estabelecidos transectos lineares em zigue-zague, paralelos e/ou perpendiculares à linha de costa em toda a área de estudo (Alves et al. 2013), sendo essencial que toda a região seja amostrada de maneira homogênea, visando reduzir recontagens e superestimativas (Williams & Thomas 2009).

Para que este método atinja a sua maior potencialidade, uma das premissas é que os animais estejam em repouso ou movimento lento durante a passagem do sensor, tornando a imagem mais nítida e evitando a recontagem. A precisão das análises também depende do treinamento dos observadores (Thomas et al. 2002, Buckland et al. 2004).

Em locais com maior transparência de água e agrupamento de indivíduos (Flórida-EUA), as estimativas são mais assertivas e eficazes (Edwards et al. 2007). Tratando-se da costa brasileira, a realidade é diferente, onde os registros de sirênios já realizados a partir de sobrevoos (tripulado ou não) foram de animais solitários (Figura 5), e em menor frequência de grupos compostos por dois adultos (Alves et al. 2013), ou mãe com filhote (Figura 8). A turbidez da água (sedimento em suspensão) nas áreas de uso de peixes-boi-marinho é um dos principais limitan-

tes para a visualização dos animais quando em profundidades não detectáveis pelo sensor.



Figura 8. Registro de mãe com filhote feito a partir de sobrevoos com drone (Foto: Ana Alencar. Acervo ICMBio/APA Costa dos Corais).

A despeito do crescente uso de drones em pesquisas de fauna marinha (Colefax et al. 2018), existem atualmente poucos estudos publicados que utilizaram estes equipamentos para levantamentos populacionais de sirênios (Hodgson et al. 2013). Algoritmos de Inteligência Artificial (AI), baseados na detecção e contagem automatizada de animais marinhos, são outra aposta do setor que vem sendo analisada, com potencial para reduzir o tempo e aumentar a precisão dos levantamentos, servindo também para minimizar o erro humano nas análises (Colefax et al. 2018).

No Brasil, no período de publicação deste Protocolo, há em andamento um projeto conduzido pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), no âmbito do Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração- PELD Costa dos Corais que visa testar o uso de drones para realização de estimativas populacionais da espécie no nordeste do Brasil. Resultados preliminares indicam que correções metodológicas devem ser efetuadas, visando um número mínimo de

registros que possibilitem a aplicação de testes estatísticos apropriados.

Novos trabalhos devem ser desenvolvidos para validação da eficácia da utilização de drones com este enfoque. Assim, ainda não se recomenda a aquisição destes equipamentos com o objetivo único de realizar estimativa populacional de peixe-boi marinho no Brasil.

b. Comparação com métodos tradicionais (aeronaves tripuladas)

Quando estabelecido um método eficaz para realização de estimativas populacionais, deve-se atentar para o fato de que apesar dos drones multirotores apresentarem vantagens em relação às aeronaves tripuladas, especialmente no que se refere ao reduzido custo de operação e consistência na trajetória dos voos, a sua principal desvantagem está ligada à autonomia de bateria (Watts 2010), girando em torno de 15 minutos nas aeronaves tratadas neste Protocolo. Esta limitação de tempo restringe a cobertura de cada levantamento aéreo a cerca de 60ha por voo.

Drones de asa fixa possuem maior autonomia de bateria e poderiam ser utilizados para mapeamento de áreas de até 1.000 ha/dia em busca dos animais, mas sua utilização é inviabilizada pelas características do habitat do peixe-boi-marinho, uma vez que exigem áreas extensas, planas e desabitadas para pousos e decolagens. Além disso, o vento é outro fator limitante, podendo ocasionar a queda da aeronave em determinadas condições atmosféricas comuns ao Nordeste brasileiro. Assim, o ideal é o desenvolvimento de métodos que viabilizem a utilização de drones multirotores para futuras pesquisas.

Não obstante, para definição de áreas de uso pelos peixes-bois-marinhos, conforme detalhado no tópico a seguir (c), a utilização dos UAS se mostra mais eficiente em relação às aeronaves tripuladas. Sendo essas últimas de pequeno porte (monomotores), seus voos devem ocorrer em Condições Meteorológicas Visuais (VMC), havendo ainda a dependência direta de aeródromos para pousos e decolagens. Tais fatores limitam as operações

a dias com visibilidade horizontal acima de 5km e mínimo de 1.500 pés (450m) de teto de nuvens (base da nuvem mais baixa) (DECEA 2016).

Essas condições também se aplicam para utilização dos drones (ANAC 2017a), mas são menos restritivas (considerando ventos abaixo de 7m/s), tornando-os mais uma vez vantajosos por poderem voar em intervalos de tempo entre condições atmosféricas adversas.

c. Utilização de câmera RGB (sensores na faixa do visível) para definição de área de uso pelos peixes-bois-marinhos.

É na identificação de áreas de uso pelos peixes-bois-marinhos que se encontra o maior potencial dos drones neste campo atualmente. As imagens captadas pelo sensor embarcado possuem uma coordenada geográfica (WGS 84) no centro perspectivo da câmera (pixel central). Esta coordenada central pode ser utilizada para aferir a localização espacial dos indivíduos em determinado espaço de tempo, colaborando para a definição de áreas de uso.

Após a coleta das imagens é imprescindível que seja realizado um pós-processamento minucioso em laboratório, a fim de que sejam identificados os animais não visualizados em campo pela tela do dispositivo móvel acoplado à Estação de Pilotagem Remota.

A integração entre esses dados geográficos e os registros pretéritos de outros animais, provenientes de monitoramentos VHF ou rastreamentos satelitais, são evidências concretas para a definição das áreas de uso.

Caso esses registros sejam associados a características ambientais, como a presença de bancos de alimentação, recursos hídricos de abastecimento para a fauna (estuários e olhos d'água), e ainda a utilização por outras espécies ameaçadas de extinção, a relevância da área cresce em proporção, podendo ser definida como prioritária para a conservação e soltura de animais reabilitados.



d. Utilização de câmeras termais (sensores termográficos)

Pesquisas recentes apontam para uma maior facilidade de acompanhamento de fauna terrestre com uso de sensores RGB associados a câmeras termais embarcadas (Melo et al. 2018, Melo 2019). Testes semelhantes foram realizados com peixes-bois em recinto de aclimação, porém, sem obtenção do resultado esperado devido ao mascaramento da temperatura dos animais pela coluna d'água.

Com o espectro variando do azul (pontos mais frios) ao vermelho (pontos mais quentes), a **Figura 9** mostra um teste realizado no recinto do estuário do rio Tatuamunha (APA Costa dos Corais), em Alagoas. A imagem é gerada com base no registro do calor emitido pelos indivíduos quando em repouso na superfície, sumindo imediatamente após o mergulho dos mesmos, o que inviabiliza a repro-

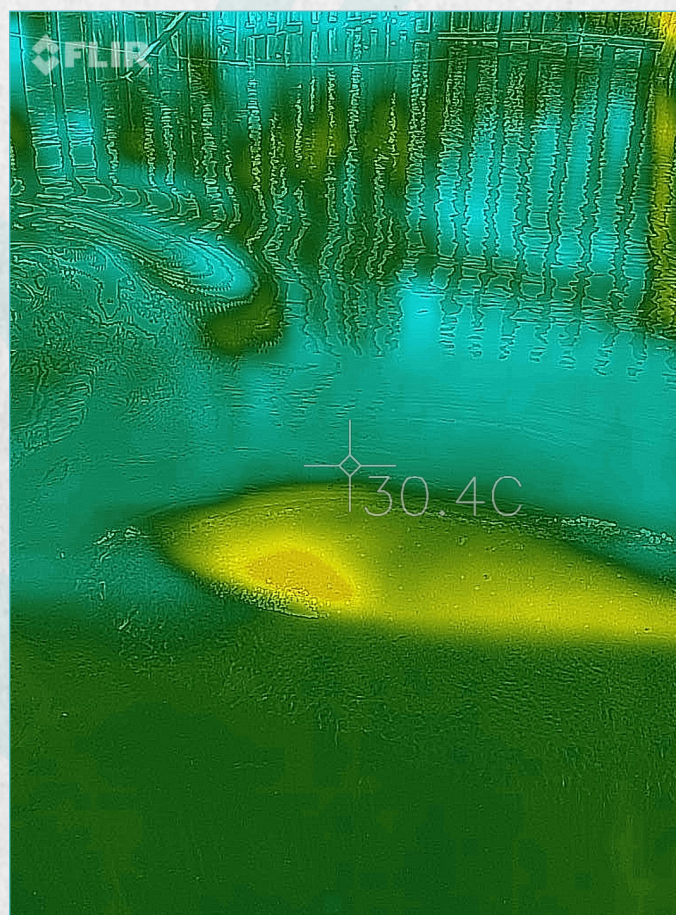
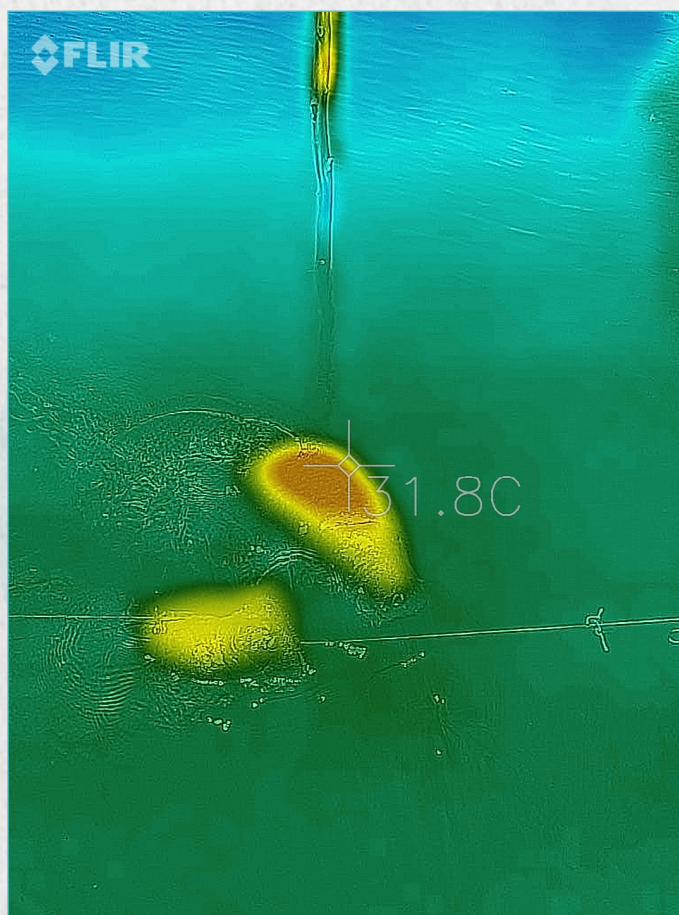


Figura 9. Testes realizados no recinto de aclimação da APA Costa dos Corais-AL, para localização de peixes-bois-marinhos na natureza com o uso de câmeras termais portáteis embarcadas em drones (Fotos: GISdrone. Acervo ICMBio/CEPENE). Notar os maiores gradientes térmicos nos locais mais expostos do corpo (dorso) durante o repouso na superfície.

dução da técnica com animais nativos em águas marinhas, por exemplo.

Diante do exposto, não há evidências de resultados mais eficazes com uso de câmeras termais para pesquisas de estimativa populacional e identificação de áreas de uso, não sendo necessária a aquisição desses modelos de sensores para os fins supracitados.

No entanto, conforme detalhado no Tópico 7, aplicações práticas já vêm sendo utilizadas para o diagnóstico clínico não invasivo em peixes-bois-marinhos no Brasil, com resultados e eficiência comprovados, os quais serão apresentados a seguir.

7. DIAGNÓSTICO CLÍNICO NÃO INVASIVO

Câmeras termais embarcadas em drones apresentam potencial para serem utilizadas no diagnóstico clínico não invasivo de animais marinhos, pois geram imagens vinculadas às oscilações térmicas decorrentes de processos inflamatórios ocasionados por ferimentos ou enfermidades (Horton et al. 2019).

Esta aplicação é mais eficiente com os animais fora d'água, podendo inclusive ser realizada com o sensor desacoplado do drone e conectado a um smartphone, para aumento da segurança operacional. No entanto, resultados com o sensor embarcado podem ser obtidos com animais debilitados no interior de estuários ou em águas rasas, onde é comum a permanência dos mesmos durante mais tempo à superfície.

A **Figura 10 (A1-B2)** demonstra as duas primeiras utilizações desta técnica em peixes-bois-marinho no Brasil: a primeira delas em recinto artificial, e a segunda em solo, logo após o resgate.

O primeiro animal trata-se de uma fêmea juvenil, no recinto da Ilha de Itamaracá/PE (ICMBio/CMA), que apresentava abscesso recorrente na região dorsal, em 2011. Foi realizada uma primeira tentativa de diagnóstico da extensão deste problema, por meio de imagens termais obtidas pelo sensor Modelo Flir T400, a uma distância de dois metros em relação ao alvo focal, com o animal ainda dentro d'água. A **Figura 10-A1** mostra o animal na superfície, com evidência de maior temperatura (espectro vermelho) na região do abscesso. Observa-se ainda, nesta mesma imagem, a presença de um segundo animal no canto superior, sem qualquer problema clínico (temperatura corporal homogênea). Na **Figura 10-A2** é possível visualizar o abscesso logo após o mergulho, com dissipação das áreas de calor adjacentes e destaque para a região inflamada.

Diante do exposto, a influência da água no mascaramento da temperatura corpórea é evidenciada, mas regiões com processos inflamatórios tendem a se destacar na imagem, devido ao maior calor emitido quando comparado ao restante do corpo.

O segundo peixe-boi trata-se de um macho adulto que sofreu uma injúria de ação antrópica quando em vida livre no litoral do Recife, em 2018. Após o procedimento de resgate, uma câmera termal, Modelo Flir One Pro- iOS (mesmo da **Figura 9**), foi utilizada para aferir o gradiente térmico na sua epiderme. A **Figura 10-B1** apresenta a visualização do ferimento em câmera convencional (RGB), enquanto a **Figura 10-B2** mostra a mesma imagem obtida com o sensor termal, ambas com o animal no seco.

O resultado das duas análises não só comprovou a eficácia da ferramenta como auxílio ao diagnóstico clínico não invasivo, como indicou a região subcutânea atingida pela inflamação.

Tais descobertas não seriam evidentes observando-se apenas o espectro do visível (câmeras RGB convencionais), e demonstram como esse tipo de equipamento pode ser uma ferramenta muito útil na área da medicina veterinária, potencializando os processos de avaliação dos animais, especialmente em áreas sujeitas à interação antrópica, onde o risco de injúrias é maior.



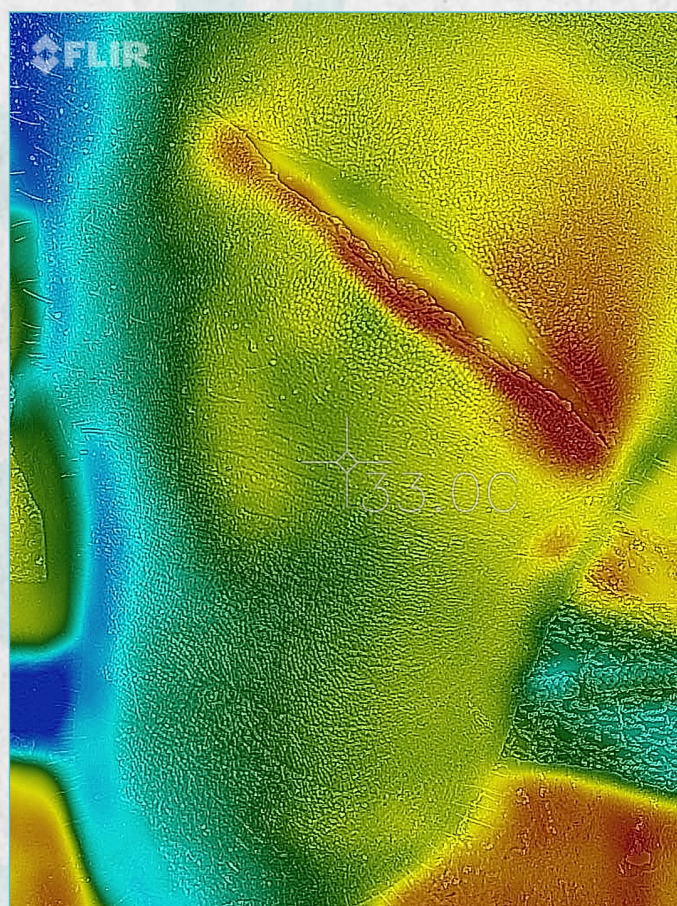
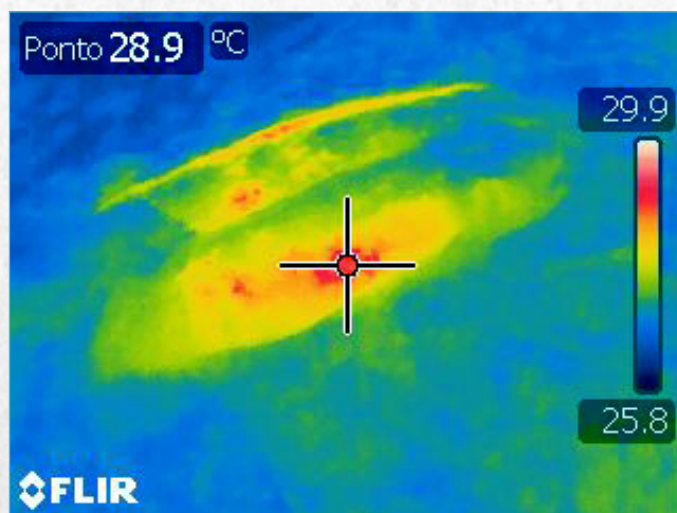
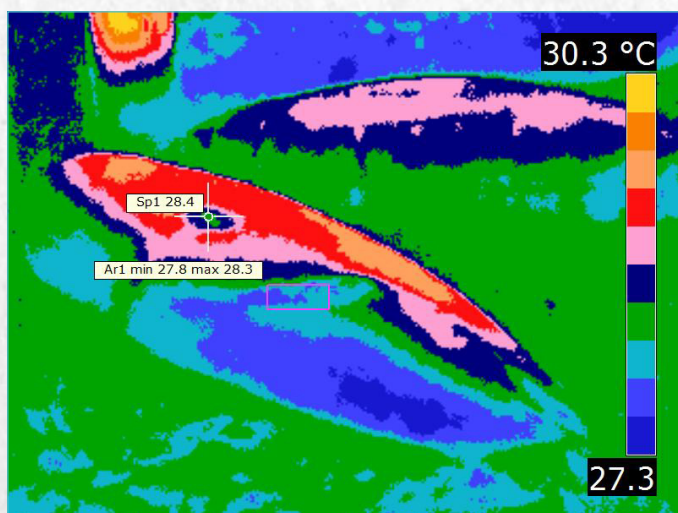


Figura 10. Diagnóstico clínico em peixes-bois-marinhos, utilizando câmeras termais desacopladas do drone. A: Região inflamatória circular, decorrente de abscesso na região dorsal esquerda de peixe-boi-marinho. A2: Mesmo animal, após mergulho e consequente redução da área de calor adjacente, com maior destaque para a região do abscesso (Fotos: Fernanda Attademo). B1: Corte na região da cabeça de peixe-boi-marinho. Imagem obtida com câmera convencional (RGB). B2: Detecção de processo inflamatório subcutâneo, com uso de câmera termal. Fotos: Ana Alencar (Acervo ICMBio/CEPENE e ICMBio/CMA).

8. AUXÍLIO NA AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE SUPORTE ALIMENTAR DO AMBIENTE

O monitoramento dos recursos alimentares utilizados por espécies ameaçadas é uma das estratégias fundamentais para a conservação da biodiversidade. No entanto, as informações sobre a capacidade de suporte alimentar nas áreas de uso dos peixes-bois-marinhos ainda não foram elucidadas, e são de difícil dimensionamento, considerando as grandes dimensões e distribuição espacial irregular desses recursos.

A principal vantagem do mapeamento dos bancos de alimentação com uso de drones é a possibilidade de realizar um acompanhamento sistemático e em alta resolução espacial nas áreas de ocorrência (**Figura 11**), elucidando questões sobre a distribuição e quantificação do total disponível. Pode inclusive ser determinante para definição de áreas adequadas para reintrodução de animais reabilitados (em relação à disponibilidade de alimentos no local).

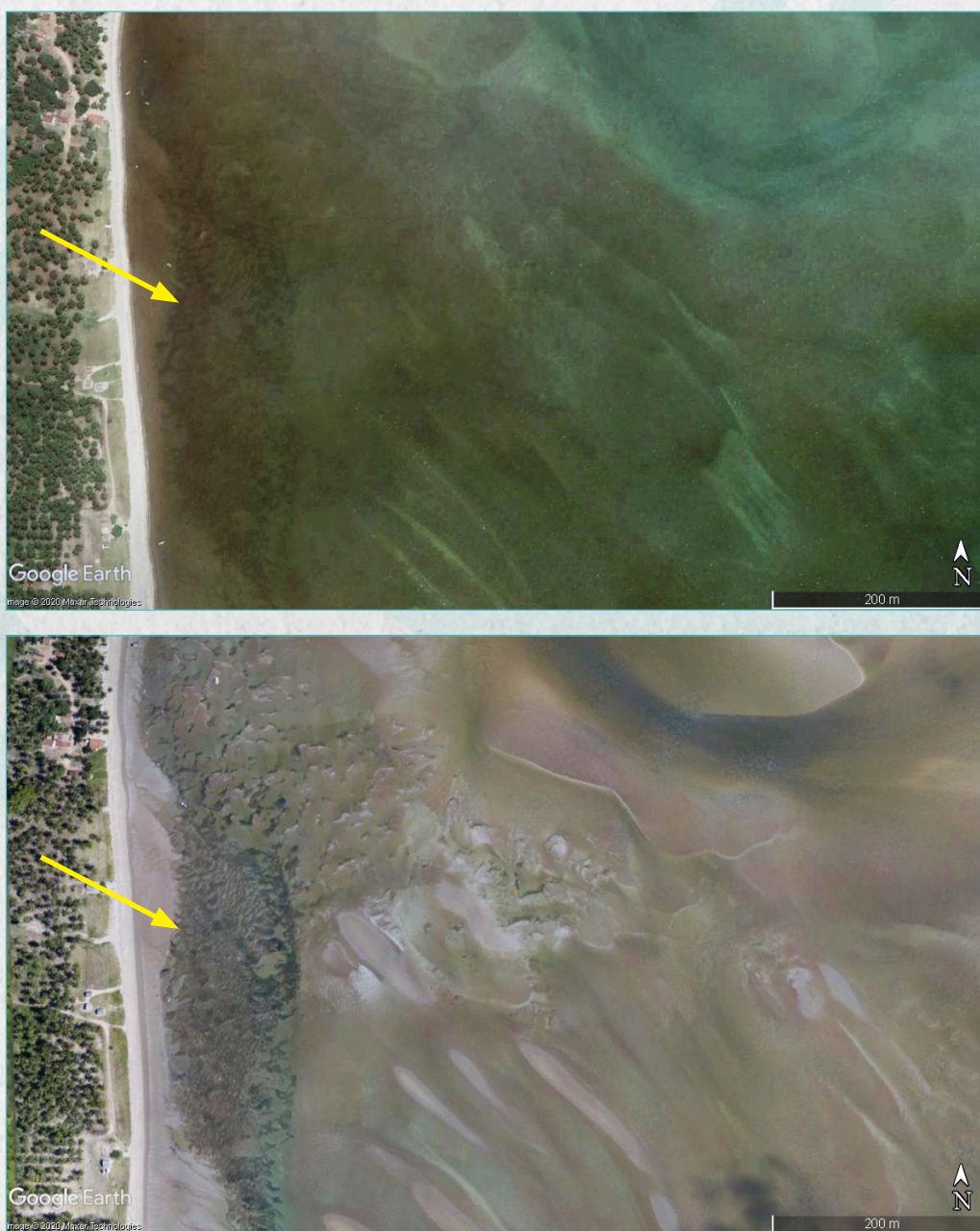


Figura 11. Comparativo entre as resoluções espaciais de uma imagem do Google Earth (em cima) e um Ortomosaico sobreposto a ela (em baixo), gerado através do mapeamento aéreo com drone. Na imagem do Google a resolução espacial é métrica (m), enquanto na do drone é centimétrica (cm), possibilitando a visualização e mensuração dos bancos de alimentação. Detalhe para o banco de capim-agulha na lateral esquerda da imagem. Fonte: Google Earth 2020 e GISdrone 2018a. Banco de imagens ICMBio/CEPENE.

A avaliação da capacidade de suporte alimentar poderá ser feita através do mapeamento aéreo automatizado, considerando que os produtos cartográficos gerados permitem a realização de medições diversas nos planos 2D (**Figura 12**) e 3D (**Figura 13**), visando a determinação da linha de base e o seu acompanhamento periódico.

Recomenda-se que este tipo de levantamento seja feito durante as marés mais baixas de sizígia, quando os bancos de alimentação estão totais ou parcialmente expostos, aumentando a eficácia do método e a mosaicagem das imagens. As alturas de maré que fornecem os melhores resultados estão compreendidas entre -0.1m e 0.2m.

O mapeamento é realizado por meio de um plane-

jamento de voo elaborado em software específico, dentre os quais os mais comuns são o Drone Deploy (iOS e Android), o DJI GS Pro (iOS) e o Map Pilot (iOS).

As configurações do Plano de Voo irão depender da extensão da área de interesse e da necessidade do Projeto (ex: tamanho do pixel final - resolução), no entanto, é essencial que haja sobreposição longitudinal e lateral entre as imagens. Na maioria dos casos é recomendada uma sobreposição longitudinal de 80% e lateral de 60%, com altura de voo máxima de 120 metros, salvo casos específicos.

As informações obtidas sobre as áreas alimentares podem ser correlacionadas com dados de telemetria satelital para geração de análises espaciais que subsidiem políticas públicas para a proteção da espécie.

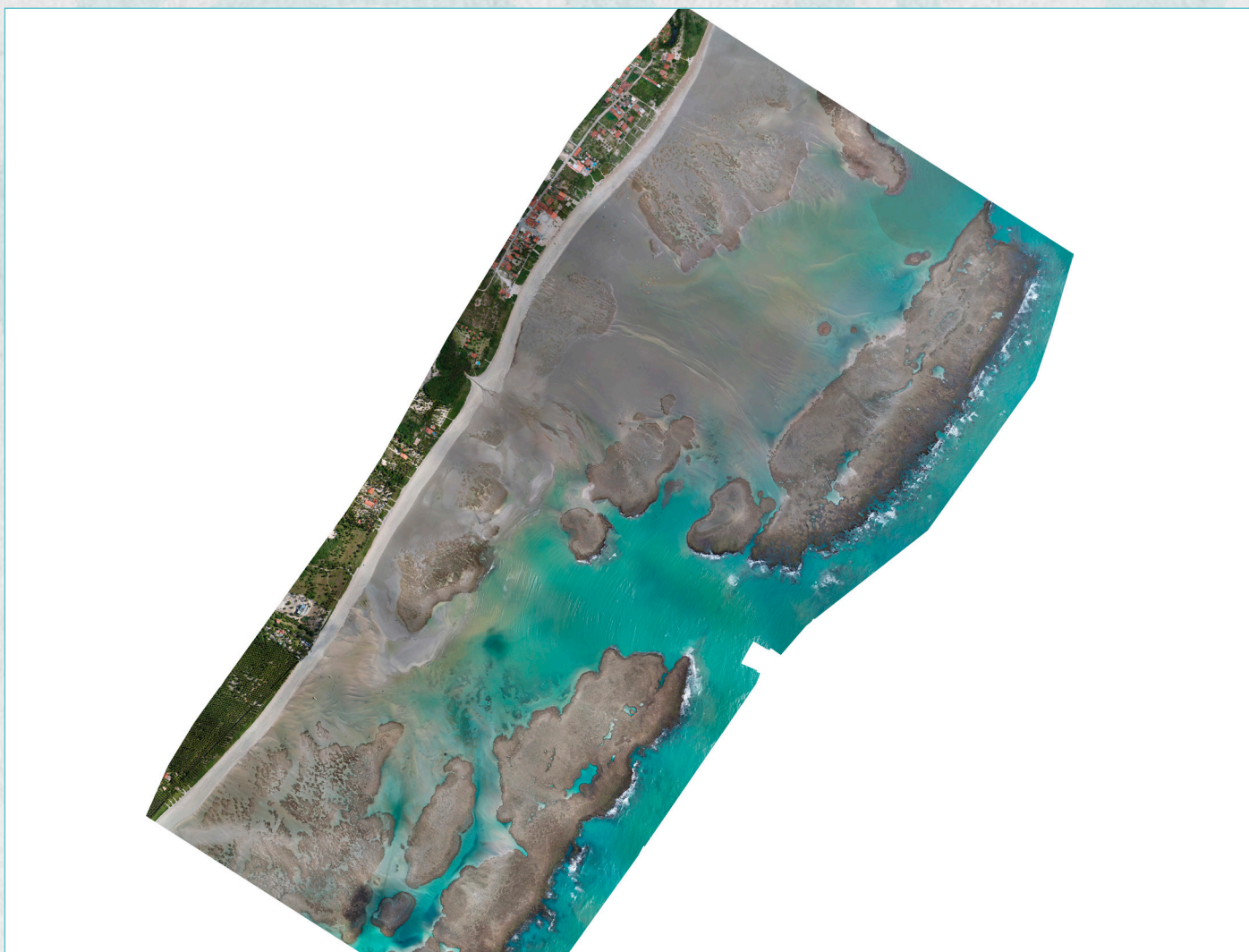


Figura 12. Exemplo de ortomosaico (2D) gerado em área de ocorrência de bancos de alimentação de peixe-boi-marinho (APA Costa dos Corais, Alagoas). Imagem: GISdrone 2018b. Banco de imagens ICMBio/CEPENE.

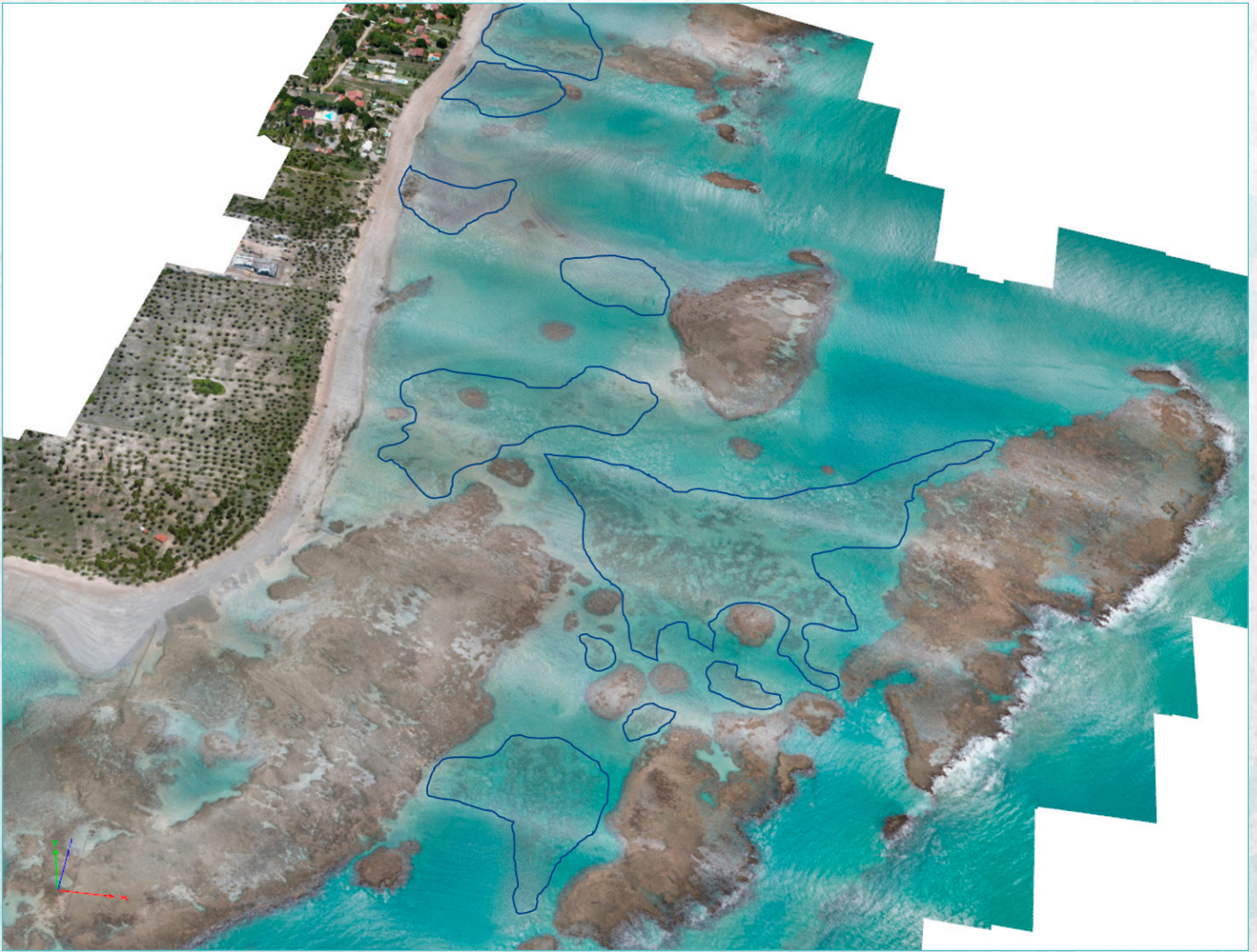


Figura 13. Modelo 3D de área com detalhes de bancos de capim-agulha (*Halodule wrightii*), cujos padrões de apresentação e distribuição espacial são característicos da espécie. Imagem e edição: GISdrone 2020. Banco de imagens ICMBio/CEPENE.

9. MAPEAMENTO DO HABITAT DO PEIXE-BOI-MARINHO

Estudos de larga escala que determinam correlações espaciais entre o peixe-boi-marinho, características geomorfológicas e atividades antrópicas presentes em seu habitat são raros (Alves et al. 2013).

Além disso, quando se trata de meio ambiente, os parâmetros analisados nas áreas de interesse podem mudar bruscamente em função de fenômenos naturais ou interferência antrópica, resultando em modificações visíveis na paisagem.

Considerando que a perda de habitat é um dos maiores problemas atuais para os peixes-bois, o seu acompanhamento sistemático torna-se ação fundamental para subsidiar gestores públicos, universidades e organizações do terceiro setor na geração de conhecimento, e criação/implementação de diretrizes e estratégias conservacionistas.

Assim como tratado nos exemplos anteriores, os drones podem ser utilizados para avaliação do habitat por meio da pilotagem manual, com base na aquisição de imagens isoladas dos pontos de interesse, ou através da filmagem aérea contínua e editável.

O mapeamento aéreo também pode ser utilizado quando se deseja realizar medições e cálculos diversos a partir do ortomosaico georreferenciado de uma área previamente definida. Esta técnica é particularmente importante para o diagnóstico de base das áreas de interesse.

A principal vantagem das imagens captadas pelos drones na avaliação do habitat é a possibilidade de fornecer um amplo campo de visão e perspectiva

privilegiada em relação às fotografias terrestres, além de serem obtidas em menos tempo. Em relação ao mapeamento convencional com aeronaves tripuladas, os custos são consideravelmente menores, e há possibilidade de atuar em intervalos de condições meteorológicas adversas, o que não acontece com monomotores e helicópteros.

A análise das imagens possibilita a identificação e categorização das atividades antrópicas existentes nas áreas de ocorrência da espécie. Na costa nordestina as principais ameaças são o assoreamento de rios e lagunas (**Figura 14**); a supressão, recobrimento sedimentar e contaminação dos bancos de alimentação e fontes de água doce; o turismo desordenado com tráfego de embarcações motorizadas; e a instalação de artefatos e currais de pesca no ambiente (**Figura 15**).

Esta setorização se faz necessária para as análises de perda de habitat, incluindo ainda os empreendimentos costeiros que interferem diretamente na área de uso, como construção de marinas, salinas e portos, obras rígidas de contenção da erosão, e atividades de carcinicultura e sucroalcooleiras.

As informações extraídas desse diagnóstico são capazes de subsidiar o gerenciamento costeiro com base na presença da espécie, assim como a identificação de locais adequados para instalação de novos recintos de aclimatação e áreas de soltura, além da avaliação periódica daqueles já existentes. Podem auxiliar ainda na criação de áreas prioritárias para a conservação e novas Unidades de Conservação marinha ao longo da costa.



Figura 14. Assoreamento de estuário no litoral de Alagoas. Foto: GISdrone. Banco de imagens ICMBio/CEPENE.



Figura 15. Imagens aéreas de currais de pesca no litoral de Alagoas. Fotos: GISdrone. Banco de imagens ICMBio/CEPENE.

11. TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS

As imagens adquiridas com drones são compostas por pixels (arquivo raster) que carregam dados quantitativos e qualitativos, e uma coordenada no centro perspectivo da câmera (pixel central) (Sistema de Coordenadas Geográficas- Datum WGS84).

Dessa forma, é possível extrair informações relacionadas ao posicionamento geográfico dos objetos de estudo, possibilitando ao pesquisador conferir in loco as condições observadas após o processamento.

Outra forma de análise de dados mais robusta é a geração do ortomosaicos no plano 2D, caso as imagens tenham sido adquiridas com sobreposição longitudinal e lateral entre si. Este produto cartográfico georreferenciado, elaborado com a técnica da fotogrametria, possibilita a realização de medições e análises diversas sobre a área de interesse (ex: área, perímetro, comprimento e largura de feições).

Já no plano 3D, cuja resultante é o Modelo Digital de Elevação (MDE), podem ser extraídos dados de volume e cava (extração de sedimentos). Os cálculos volumétricos funcionam melhor quando utilizados Pontos de Controle em solo, materializados por alvos foto identificáveis espacialmente distribuídos, no centro dos quais é coletada uma coordenada de alta precisão (centimétrica), para aumento da acurácia posicional e redução do erro no eixo Z.

Em relação aos dados qualitativos, é possível extrair informações visuais por meio da coloração, contraste e brilho das feições representadas na imagem. Desta forma, tem-se a possibilidade de separação entre um banco de capim-agulha (*Halodule wrightii*) (Figura 16) e de um agrupamento de algas (Figura 17), seguindo padrões de apresentação e distribuição espacial, conforme realizado na pesquisa abaixo:



Figura 16. Padrão de apresentação e distribuição espacial de bancos de capim-agulha (*Halodule wrightii*) em superfície e subsuperfície, respectivamente. Fotos: GISdrone 2018a, 2020. Banco de imagens ICMBio/CEPENE.



Figura 17. Padrão de apresentação e distribuição espacial de algas fixadas em rocha. Foto: GISdrone 2018c. Banco de imagens ICMBio/CEPENE.

11. ALIMITAÇÕES E CUIDADOS ADICIONAIS PARA PILOTAGEM E MANUSEIO DOS DRONES EM ECOSISTEMAS COSTEIROS

Conscientes das diversas potencialidades apresentadas até aqui, é importante entender que toda tecnologia possui limitações. No caso da pilotagem de drones em ambientes costeiros, comumente associados a substratos arenosos e salinos, destacam-se as seguintes: identificação de local adequado para pousos e decolagens; reflexos da radiação solar na superfície d'água; estado do mar; e as principais nas áreas de ocorrência do peixe-boi-marinho: amplitude das marés e mudanças meteorológicas repentinas, que podem desencadear incidentes ou vir a danificar o equipamento.

Na etapa de processamento das imagens para geração do ortomosaico, a homogeneidade da água, somada aos reflexos e ondulações superficiais, pode dificultar o reconhecimento dos pixels homólogos em imagens adjacentes pelo software, gerando falhas de mosaicagem na ausência de pontos de enlace sobre a água (ex: barcos ou bóias).

Todos os fatores listados acima são descritos como limitantes porque dificultam a visualização do objeto de estudo, seja ele os peixes-bois, suas áreas de alimentação ou aspectos ambientais associados. No entanto, a maior limitação para operações com drones são os ventos, pois podem gerar uma condição NoGo (que o impede de decolar a aeronave) (vide tópico **2c - Avaliação de Risco Operacional**).

Mudanças repentinas na direção e velocidade do vento, incluindo rajadas acima de 7m/s (margem de segurança de 30% abaixo do limite máximo estipulado pelo fabricante) são impeditivos para a decolagem. Caso o drone já esteja em voo, deverá ser direcionado para pouso imediato em local seguro. Um anemômetro portátil pode ser utilizado para auxiliar o piloto na mensuração da velocidade e temperatura do ar (que influencia a Pressão Atmosférica e, consequentemente, a formação dos ventos).

Aqui entra mais uma vez a experiência do PRC para ativar as medidas de mitigação da ARO diante de qualquer intempérie ou imprevisto, além da consciência situacional para realizar a navegação e pouso da aeronave através da bússola, em caso de perda de sinal de vídeo (imagem da câmera).

Em ambientes operacionais com substrato arenoso e declives, a decolagem e pouso devem ser realizados preferencialmente nas mãos da equipe de apoio em campo (**Figura 18**). Este auxiliar, sendo também o observador da aeronave, já tem a função de manter o drone em linha de visada estendida (EVLOS)



Figura 18. Equipes do ICMBio/CMA e GISdrone, em procedimentos de pouso e pilotagem em campo, utilizando as aeronaves da linha Mavic e Phantom, respectivamente (Fonte: Banco de imagens ICMBio/CMA e GISdrone).

nos momentos em que este sair do campo visual do piloto.

O procedimento acima visa prevenir danos ao equipamento, ao impedir a entrada de sedimentos nos rotores, oxidação cumulativa, ou tombamento devido à ação dos ventos durante o pouso. Caso a equipe considere pertinente, capacetes podem ser utilizados como um item adicional de EPI, principalmente quando o piloto remoto for o responsável por receber a aeronave em solo.

Em situações nas quais exista um substrato sólido e nivelado na área (ex: calçadão), a decolagem e pouso devem ser realizados preferencialmente sobre a pista de pouso, respeitando a distância horizontal mínima de 30m em relação a pessoas não anuentes, animais e propriedades.

IMPORTANTE

Decole apenas em locais abertos, livres de interferência eletromagnética (redes de alta tensão) e em distância segura de obstáculos como árvores e linhas de transmissão de energia. Se possível, mantenha os aparelhos celulares em modo avião durante o voo, para minimizar a interferência nos sinais de rádio e vídeo quando o drone estiver operando na frequência de 2.4GHz.

Não esqueça de atualizar os softwares e realizar a calibração periódica dos sensores e bússola (compass) do equipamento, de acordo com as orientações do fabricante (manual de voo), ou seguindo os alertas emitidos na tela do aplicativo DJI GO 4.



SIGLAS

SIGLA/ ABREVIÇÃO	NOME POR EXTENSO
AGL	<i>Above Ground Level</i> . Altura que tem como referência o nível do solo ou local de decolagem.
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
APA	Área de Proteção Ambiental
ARO	Avaliação de Risco Operacional
BVLOS	<i>Beyond Visual Line of Sight</i>
CEPENE	Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Nordeste
CINDACTA III	3º Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo
CMA	Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Aquáticos do Brasil
CPL	<i>Circular Polarizer Lens Filter</i>
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DJI	Empresa fabricante de Drones, com maior percentual do mercado mundial.
EVLOS	<i>Extended Visual Line of Sight</i>
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FPV	<i>First Person View</i>
GSD	<i>Ground Sample Distance</i> . Distância no terreno correspondente ao pixel na imagem.
ICA 100-40	Instrução do Comando da Aeronáutica nº 100-40
ICA 100-4	Instrução do Comando da Aeronáutica nº 100-4
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IS E94-003A	Instrução Suplementar Especial nº 94, Anexo 003A
ND	<i>Neutral Density</i>
NOTAM	<i>Notice to Airman</i>
PELD	Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração
PMD	Peso Máximo de Decolagem
RBAC-E 94	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial nº 94
RC	Rádio Controle
RETA	Responsabilidade do Explorador e Transportador Aéreo (Seguro obrigatório)
RGB	<i>Red, Green, Blue</i> (definição de imagem capturada na cor natural)



RPA	<i>Remotely Piloted Aircraft</i>
RTH	<i>Return to Home</i>
SARPAS	Sistema de Autorização para Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro por RPAS
SISANT	Sistema de Aeronaves Não Tripuladas
SISBIO	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
SUA	<i>Small Unmanned Aircraft</i>
UA	<i>Unmanned Aircraft</i>
UAS	<i>Unmanned Aircraft Systems</i>
UC	Unidade de Conservação
UTC	<i>Coordinated Universal Time</i>
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UV	Ultravioleta
VLOS	<i>Visual Line of Sight</i>



GLOSSÁRIO

Termo	Significado	Referência
Drone	Termo popular decorrente da associação com o inglês “zangão”, devido ao ruído emitido pela aeronave.	Comunicação Pessoal
DJI GO 4	<i>Software</i> da DJI para pilotagem manual e configurações gerais do Drone e rádio controle.	https://www.dji.com/br/downloads/djiapp/dji-go-4
Drone Deploy	<i>Software</i> livre para planejamento e execução de voos (Android e iOS).	http://dronedeploy.com
DJI GS Pro	<i>Software</i> livre para planejamento e execução de voos (iOS).	https://www.dji.com/br/ground-station-pro
Map Pilot	<i>Software</i> comercial para planejamento e execução de voos (iOS).	https://www.dronesmadeeasy.com/
Explorador	Pessoa Física ou Jurídica, proprietária ou não, que utiliza a aeronave de forma legítima, direta ou indiretamente, com ou sem fins lucrativos.	Brasil, 1986. Lei nº 7565 (CBA).
Fotogrametria	Ciência e tecnologia de aquisição de informação sobre um objeto, sem contato direto entre este e o sensor.	ISPRS
VLOS	<i>Visual Line of Sight</i> – Linha de Visada Visual. O drone permanece em linha de visada visual pelo piloto sem auxílio de um observador.	RBAC-E nº 94
EVLOS	<i>Extended Visual Line of Sight</i> – Linha de Visada Estendida. O drone apenas é visualizado com auxílio de um observador de aeronave ou de acessórios como binóculos.	RBAC-E nº 94
BVLOS	<i>Beyond Visual Line of Sight</i> – Além da Linha de Visada Visual. O drone não é visualizado nem com auxílio de um observador ou de acessórios como binóculos.	RBAC-E nº 94
Quadróptero	Aeronave com quatro rotores.	Comunicação Pessoal
Hexacóptero	Aeronave com seis rotores.	Comunicação Pessoal
Octacóptero	Aeronave com oito rotores.	Comunicação Pessoal
Payload	Capacidade máxima de carga que um drone consegue transportar, mantendo a segurança do voo. Normalmente definida pelo fabricante no projeto da aeronave.	Comunicação Pessoal
Piloto Remoto	Piloto que mantém a sUAS (Drone) sob o seu comando direto, ou seja, que está manuseando o Rádio Controle.	Comunicação Pessoal
Piloto Remoto em Comando	Possui o comando da operação. Não necessariamente está pilotando o equipamento, mas é o responsável direto por todos os envolvidos na atividade e pela segurança operacional.	Comunicação Pessoal
Horário Zulu	Horário padronizado para a aviação mundial, baseado no Tempo Universal Coordenado (UTC). Na costa nordestina é considerada a hora do voo acrescida de três horas.	https://time.is/pt_br/Z
Maré de Sizígia	Termo que caracteriza as marés de lua cheia e lua nova, havendo maior amplitude da coluna d’água. Conhecidas popularmente como marés “vivas”.	Comunicação Pessoal



Agradecimentos

Ao Instituto Últimos Refúgios e Instituto O Canal que, através do Projeto Amigos da Jubarte, executaram, em parceria com ICMBio/CMA, o projeto gráfico, diagramação e cessão de fotos. Ao ICMBio/CEPENE e ICMBio/APA Costa dos Corais pelas oportunidades em realização de pesquisas utilizando o drone, cuja experiência possibilitou desenvolver parte do presente protocolo, além do uso de fotografias de seus bancos de imagens.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), 2017a. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial RBAC-E nº 94, de 02 de maio de 2017. Requisitos Gerais para Aeronaves Não Tripuladas de Uso Civil. Resolução nº 419. (Acesso em 14/03/2020).

ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), 2017b. Instrução Suplementar Especial IS E94-003A. Procedimentos para elaboração e utilização de avaliação de risco operacional para operadores de aeronaves não tripuladas. Portaria nº 1.474/SPO, de 2 de maio de 2017. (Acesso em 07/05/2020).

ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações), 2019. Resolução 715, de 23 de outubro de 2019. Aprova o Regulamento para Certificação e Homologação de Produtos para Telecomunicações. (Acesso em 20/05/2020).

Brasil, 1986. Lei nº 7565, de 19 de dezembro de 1986. Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7565.htm. (Acesso em 07/05/2020).

Buckland, ST; Anderson, DR; Burnham, KP; Laake, JL; Borchers, DL; Thomas, L. **Introduction to Distance Sampling: Estimating abundance of biological populations**. New York: Oxford University Press, 2001. 432p.

Buckland ST; Anderson DR; Burnham KP; Laake JL; Borchers DL; Thomas, L. **Advanced distance sampling: Estimating abundance of biological populations**. New York: Oxford University Press, 2004. 416p.

DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo), 2016. Instrução do Comando da Aeronáutica ICA 100-12. Regras do Ar e Serviços de Tráfego Aéreo. Portaria DECEA Nº 227/DGCEA, de 17 de outubro de 2016. (Acesso em 03/06/2020).

DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo), 2020. Instrução do Comando da Aeronáutica ICA 100-40. Aeronaves Não Tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro. Portaria DECEA Nº 112/DGCEA, de 22 de maio de 2020. (Acesso em 03/07/2020).

DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo), 2018. Instrução do Comando da Aeronáutica ICA 100-4. Regras e Procedimentos Especiais de Tráfego Aéreo para Helicópteros. Portaria DECEA Nº 238/DGCEA, de 04 de dezembro de 2018. (Acesso em 04/05/2020).

DJI. Site internet. Disponível em: <http://www.dji.com>. Acesso em 25 fev. 2020.
Drone Deploy, Software Drone Deploy. Disponível em: <http://dronedeploy.com>.

DJI, Software DJI GO 4. Empresa DJI. Disponível em: <https://www.dji.com/br/downloads/djiapp/dji-go-4>.

DJI, Software DJI Ground Station PRO (DJI GS PRO). Empresa DJI. Disponível em: <https://www.dji.com/br/ground-station-pro>.

FLIR. Site internet. Disponível em: <http://www.flir.com>. Acesso em 28 fev. 2020.

GISdrone. 2018a. Mapeamento com uso de Drone dos bancos de algas e capim-agulha na região entre os rios Manguaba e Camaragibe. Relatório Técnico da Quarta Expedição de Campo. ICMBio/CEPENE. 6p.

GISdrone. 2018b. Mapeamento com uso de Drone dos bancos de algas e capim-agulha na região entre os rios Manguaba e Camaragibe. Relatório Técnico da Terceira Expedição de Campo. ICMBio/CEPENE. 6p.



- GISdrone. 2018c. Mapeamento com uso de Drone dos bancos de algas e capim-agulha na região entre os rios Manguaba e Camaragibe. Relatório Técnico da Segunda Expedição de Campo. ICMBio/CEPENE. 6p.
- GISdrone. 2020. Mapeamento dos bancos de algas e capim-agulha na região compreendida entre os rios Meirim e Camaragibe. Relatório Técnico da Primeira Expedição de Campo. ICMBio/CEPENE. 9p.
- Google Earth. Software Google Earth Pro. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/>.
- Hodgson, A; Kelly, N; & Peel, D. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) for surveying marine fauna: A dugong case study. **Plos One**. 8 (11), p 1-15, 2013.
- Horton, TW; Hauser, N; Cassel, S; Klaus, KF; Fettermann, T; & Key, N. Doctor Drone: Non-invasive Measurement of Humpback Whale Vital Signs Using Unoccupied Aerial System Infrared Thermography. **Frontiers in Marine Science**. v6 (466), p 1-11, 2019.
- Landeo-Yauri, SS; Ramos, EA; Castelblanco-Martínez, DN; Niño-Torres, CA; & Searle, L. Using small drones to photo-identify Antillean manatees: a novel method for monitoring endangered marine mammal in the Caribbean Sea. **Endangered Species Research**. v41, p 79-90, 2020.
- Map Pilot, Software MapPilot, Drones Made Easy. Disponível em: <https://www.dronesmadeeasy.com/>.
- Melo, FR; Costa, MS; Tabacow, FP; Nery, MS; Moreira, LS; Milagres, AP; & Berger, B. Drones for muriqui conservation: new techniques to monitor northern muriqui populations of Minas Gerais, Brazil. In: XXVII International Primatological Society Congress, Nairobi, 2018.
- Melo, FR. Hot or cold? How drones with thermal camera are revolutionizing the monitoring of large-bodied primates in Brazil. In: The 42nd Meeting of the American Society of Primatologists Scientific Program, Madison, 2019.
- Schofield, G; Esteban, N; Katselidis, KA; & Hays, GC. Drones for research on sea turtles and other marine vertebrates – A review. **Biological Conservation**. v238, p 1-10, 2019.
- Silva-Júnior, JM; Miranda, AV; Attademo, FLN; Zanoni, SA. & Luna, FO. **Manual de boas práticas em interação com mamíferos marinhos**. 1. ed. Brasília: ICMBio, 2019. 25p.
- Smith, CE; Sykora-Bodie, ST; Bloodworth, B; Pack, SM; Spradlin, TR; & LeBoeuf, NR. Assessment of known impacts of unmanned aerial systems (UAS) on marine mammals: data gaps and recommendations for researchers in the United States 1. **Journal of Unmanned Vehicle Systems** 4 (1), p 31-44, 2016.
- Thomas, L; Buckland, ST; Burnham, KP; David, RA; Laake, JL; David, LB; Strindberg, S. Distance sampling. **Encyclopedia of Environmetrics**. 1, p 544–552, 2002.
- Williams, R; Thomas, L. Cost-effective abundance estimation of rare animals: Testing performance of small-boat surveys for killer whales in British Columbia. **Biological Conservation**. 142 (7), p 1542-1547, 2009.
- Windy. Site internet. Disponível em: <https://www.windy.com/>. Acesso em 13 mai. 2020.
- Zulu Time. Site internet. Disponível em: http://https://time.is/pt_br/Z. Acesso em 30 mar. 2020.



Peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*) com filhote.
Foto: Leonardo Merçon | Projeto Amigos da Jubarte





CMA
ICMBio-MMA

www.icmbio.gov.br



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL