



Aplicação de Drones na Engenharia

Juliano Testoni Costanobre

Engº Juliano T. Costanobre



Engenheiro eletricista, graduado pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão (CEFET-MA).



Atuou como Engenheiro Residente de obras em empresas de engenharia elétrica e civil, prestadoras de serviços para clientes como: Alcoa, Petrobras, CSN, Vale, Furnas. Também trabalhou como consultor/instrutor em treinamentos para grandes empresas como Ford, Chevrolet, Wolkswagen.



Após esse período de trabalho, fundou a Costanobre Engenharia, e passou a atuar como Diretor Comercial da mesma.

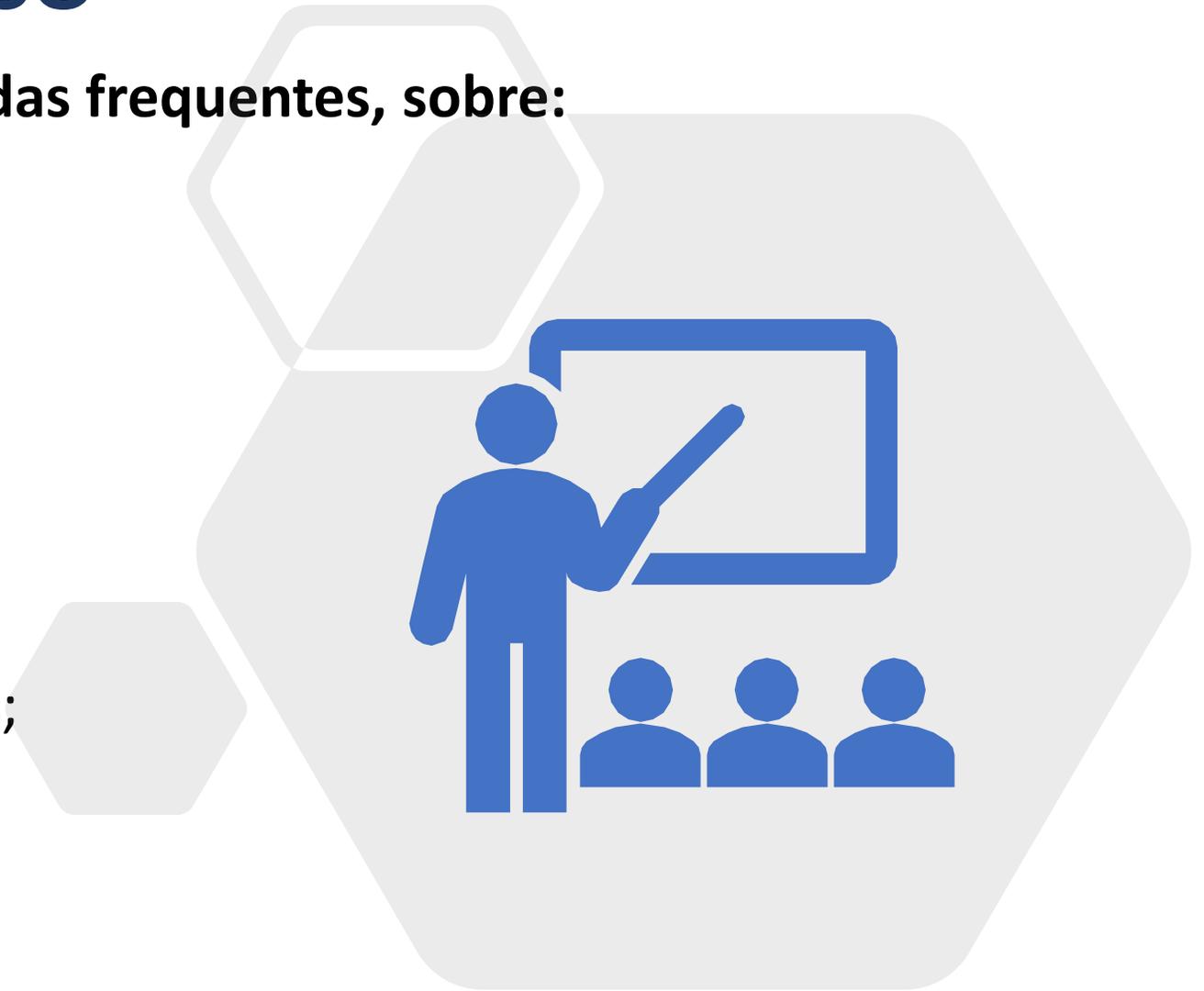


Pós Graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho

APRESENTAÇÃO DO CURSO

O curso visa ensinar e esclarecer dúvidas frequentes, sobre:

- O que é um Drone;
- Origem;
- Diferença entre tipos de drone;
- Sensores;
- Acessórios;
- Qual drone comprar;
- Melhores marcas e modelos
- Legislação vigente no uso dos Drones;
- Onde e quando usar;
- Possibilidade de recursos;
- Vistoria – O que procurar ?
- Relatório Técnico Fotográfico;
- Quanto cobrar por uma vistoria e acompanhamento de obra com o Drone.



O QUE É UM DRONE?

Veículo aéreo não tripulado (VANT), também conhecido como **aeronave remotamente pilotada (ARP ou RPAs)** é todo e qualquer tipo de aeronave que pode ser controlada nos 3 eixos e que não necessite de pilotos embarcados para ser guiada (DECEA, 2010).

TIPO DE MATERIAL

Os drones recreativos normalmente são feitos de metal com revestimento plástico. Seus detalhes e acabamentos podem ser encontrados em tecido, PVC, PCB, vidro e papel madeira. Costumam ser mais leves e por isso alçam voos mais baixos e curtos.

Já entre os drones industriais é comum a estrutura ser formada por fibras de carbono, ligas de titânio e magnésio. Os aparelhos contam com sensores de obstáculos e câmeras com resolução em HD e 4K, com expansão para cartão de memória de variados tamanhos.



Segundo a BI Intelligence, espera-se que as vendas de Drones ultrapassem US \$ 12 bilhões em 2021.

Já segundo a ResearchAndMarkets.com, o mercado de análise dos dados obtidos por Drones deverá crescer de US \$ 1,57 bilhão em 2017 para US \$ 5,41 bilhões até 2022.

ORIGEM

O que pouca gente sabe sobre a **história dos drones** é que ela tem por inspiração uma **BOMBA**.

A popularmente conhecida [*buzz bomb*](#), assim chamada por conta do barulho que fazia enquanto voava, foi desenvolvida pela Alemanha durante a **Segunda Guerra Mundial**.



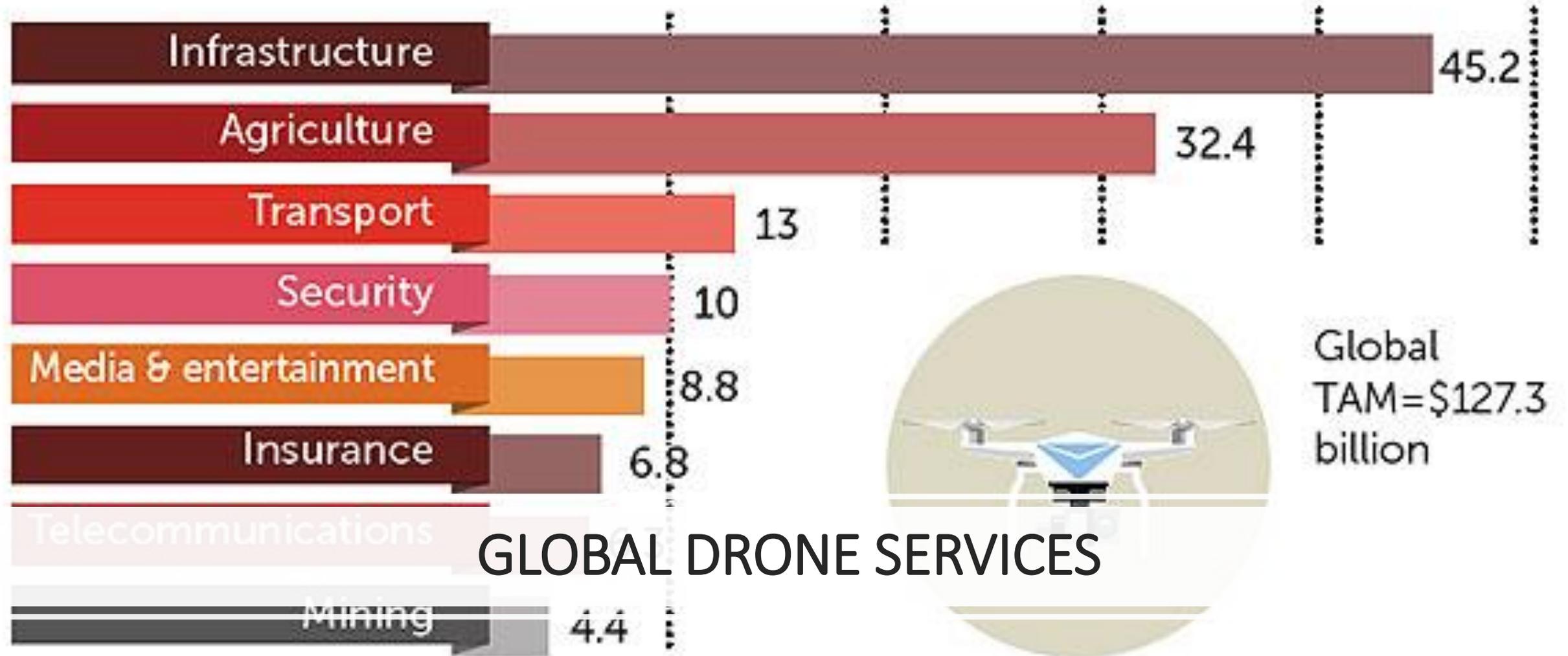


ORIGEM

O drone, como conhecemos hoje, foi inventado pelo israelita **Abe Karem**, engenheiro espacial.

DRONE SERVICES MARKET: \$127 BILLION BY 2020

Global drone services, total available market (TAM) in key industries (billions of \$US)

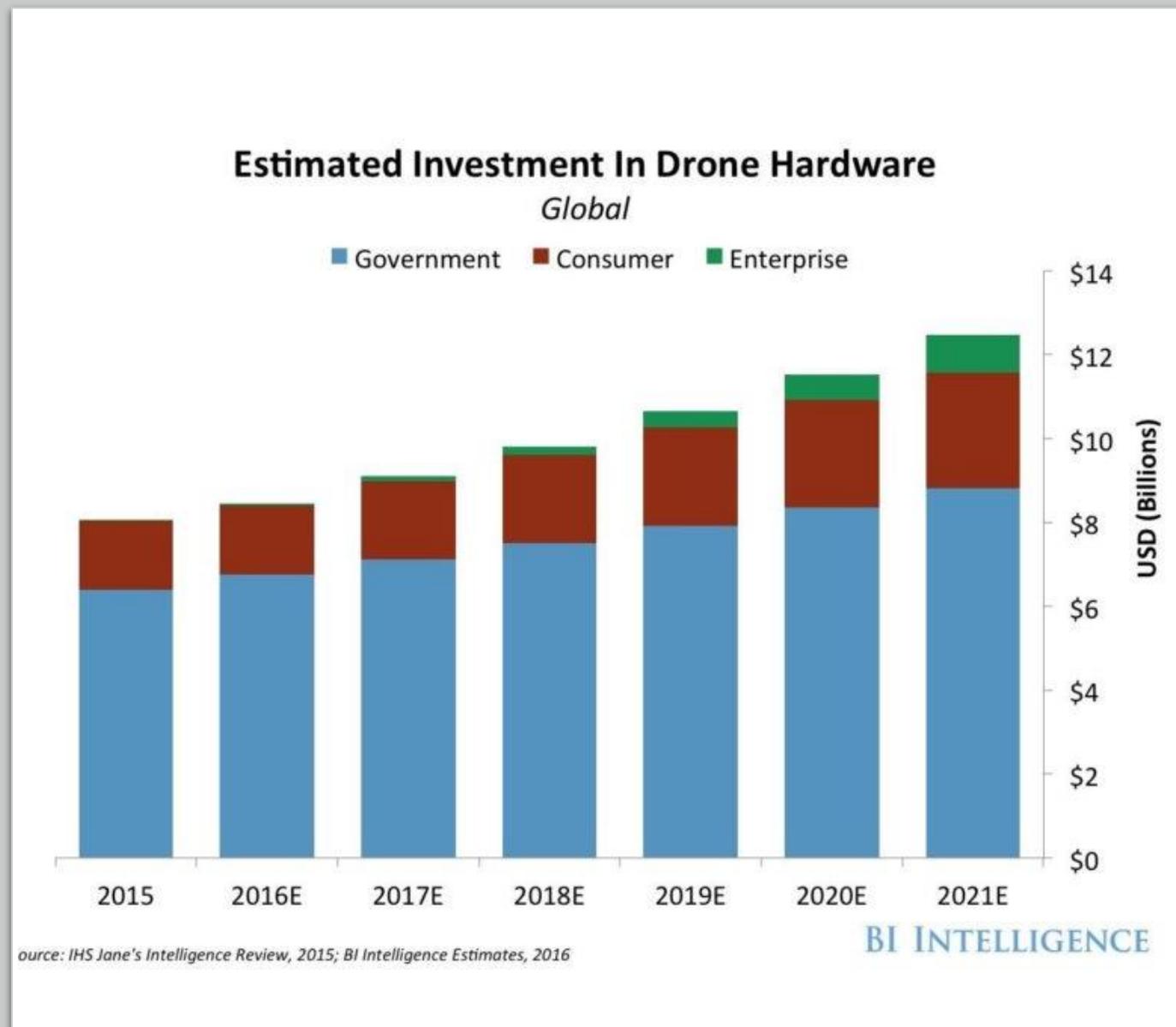


PROCESSO DE POPULARIZAÇÃO

O **processo de popularização** dos veículos aéreos não tripulados é recente.



Evolução estimada do investimento em hardware de drones, por governos, consumidores e empresas – 2015 a 2021





Relatório da Drone Deploy

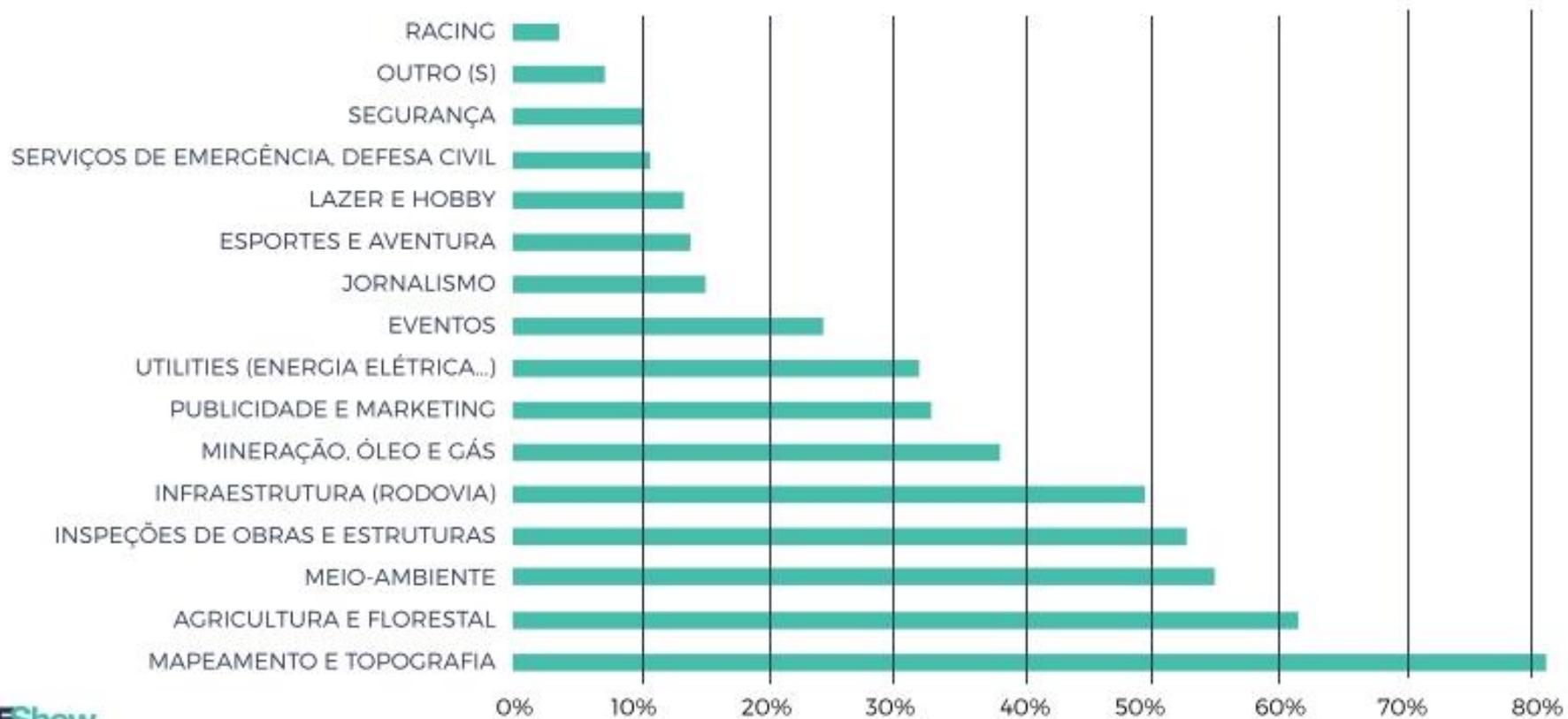
OS 5 ESTADOS QUE MAIS TÊM DRONES CADASTRADOS - 2019



Fonte: ANAC

Perfil

DE CLIENTES





DRONE MULTIROTOR X DRONE ASA FIXA

- Autonomia de voo de 30 minutos
- Decolagem ou pouso na vertical
- Cobertura de áreas menores (60 HA/voo)
- Melhor preço
- Fácil para manobrar



DRONE MULTIROTOR X DRONE ASA FIXA

- Autonomia de voo de 2 horas
- Decolagem ou pouso na horizontal
- Cobertura de áreas maiores (2000 HA/voo)
- Preço em media 8 vezes mais caro que o multirotor
- Mais complexo para manobrar



DRONE QUADRICOPTERO X DRONE HEXACOPTERO

- Possuem 4 motores e 4 hélices
- Carga limitada
- Relativamente barato para fabricar
- Não suporta ventos fortes

DRONE QUADRICOPTERO X DRONE HEXACOPTERO

- Possuem 6 motores e 6 hélices
- Maior segurança porque possui motores adicionais;
- Maior possibilidade de carga útil;
- Preço superior a de um quadricóptero;



SENSORES

Câmeras e Sensores Termais

Utilizados para inspeções de redes elétricas, torres de telecomunicação, estradas, pontes, identificação de infiltração, segurança patrimonial

Sensores Multiespectrais

Utilizados na agricultura para identificar deficiência nutritiva, pragas, monitorar desmatamentos e a regeneração de florestas nativas.

Câmera RGB

Câmera conversional colorida que tem a função de foto, filmagem, inspeção de estruturas em áreas urbanas, medição de áreas, contagem de plantas, fotogrametria



SENSORES

Sensores Lidar

Utilizados principalmente para levantamentos topográficos, para caracterizar a estrutura da vegetação, bem como a volumetria de edificações, projeto de terraplenagem, projeto de drenagem e obras de artes correntes; projeto de desapropriação, projeto de Estudos Ambientais e detecção de pavimentação asfáltica

Sensores Hiperespectrais

Utilizados na mineração para identificar composições de solos e na agricultura para verificar a possível existência de falhas na lavoura, pragas, doenças

Sensores de Gás

Câmera conversional colorida que tem a função de foto, filmagem, inspeção de estruturas em áreas urbanas, medição de áreas, contagem de plantas



ACESSÓRIOS

Protetor de Hélice

Usado para proteção da hélice de colisões



Droneponto

Utilizados para proteger a câmera e as hélices de grama, galhos, poeira, areia e cascalhos durante pousos e decolagens



Óculos de FPV

Recomendado para utilizar como forma de apresentação e imersão no trabalho produzido ou para os pilotos que irão voar para recreação ou racing



ACESSÓRIOS

Filtro para Lentes

Reduzem o brilho e aumentam a saturação da cor



Alça para Rádio Controle

Utilizados para diminuir o desgaste do piloto do drone devido ao peso do conjunto



Bateria

Recomendado ter uma bateria extra para otimizar o seu uso



QUAL DRONE
COMPRAR?





MELHORES MARCAS E MODELOS

Dà-Jiāng Innovations Science and Technology, conhecida como **DJI**, foi fundada em 2006, na China, por Frank Wang (Wang Tao) e é a líder mundial em vendas de drone e praticamente virou sinônimo de drone pois tem 70% do mercado de drone

MELHORES MARCAS E MODELOS

3DR é uma empresa americana com sede em Berkeley, fundada em 2009 por Chris Anderson e Jordi Muñoz





MELHORES MARCAS E MODELOS

A Parrot foi fundada em 1994 por Henri Seydoux e entrou no mercado de drones com o modelo Parrot AR.Drone em 2010, que foi apresentado em Las Vegas. Em novembro de 2015, a Parrot apresentou o Parrot Bepop 2, e em 2016 ela lançou o Parrot Disco FPV, um drone de asa fixa.

MELHORES MARCAS E MODELOS

A Xiaomi foi fundada por oito sócios nos arredores de Pequim, na China, em abril de 2010. Um deles é o primeiro e atual CEO, Lei Jun (Hugo Barra, 2016).



MELHORES MARCAS E MODELOS

Phantom 3



Autonomia de Voo (23 min)

Alcance (5km)

Câmera (12MP)

Velocidade 56km/h

Usado na construção e

topografia

Phantom 4



Autonomia de Voo (28 min)

Alcance (7km)

Câmera (20MP),4k, HDR

Velocidade de 72km/h

Active Track e Tap Flight

Vento 30km/h



MELHORES MARCAS E MODELOS

DJI – Inspire 2

- Autonomia de voo de 27 min
- Alcance de 7km
- Anticolisão frontal/superior
- Velocidade de 93km/h
- Vento de 35km/h

DJI – Marvic 2 Enterprise Dual



MELHORES MARCAS E MODELOS

- Autonomia de Voo (31 min)
- Alcance (8km)
- Câmera (12MP)
- Velocidade de 72km/h
- Imagens visuais e termicas
- SENSOR DE ANTICOLISÃO: Frontal / Traseiro / Cima / Baixo / Lateral
- Acessórios: holofote, farol, auto falante
- Vento 38km/h

MELHORES MARCAS E MODELOS



Matrice 200/210/RTK

- Autonomia de Voo (28 min)
- Alcance (7km)
- Câmera opcional
- Velocidade de 82km/h
- Vento 40km/h
- Anticolisão frontal/superior

MELHORES MARCAS E MODELOS

- Pulverização agrícola
- 10 litros de insumos (**pesticidas, fertilizantes ou herbicidas**)
- Autonomia de 24 min(bateria 12.000mAh)
- Resistente a água e poeira
- 6 hectares por hora(60x mais rápido)
- Alcance (3km)
- Câmera FPV
- Sistema Anticolisão

AGRAS MG-1P



MELHORES MARCAS E MODELOS



Característica	Xiaomi FIMI X9 SE	DJI Mavic Air
Autonomia de voo	33 minutos	21 minutos
Distância de controle	5000 metros	4000 metros
Velocidade máxima	50 km/h	68 km/h
Resolução de vídeo	4K 30FPS, 2.7K 60FPS, 1080p 120FPS, 100Mbps, ISO 100-3200	4K 30FPS, 1080p 120FPS, 100Mbps, ISO 100-3200
Sensores de detecção	Não	Frontal, traseiro, inferior
Peso montado	790 gramas	430 gramas
Extras	-	Active Track, Quickshots, SmartCapture

MELHORES MARCAS E MODELOS

Yuneec Q500 4K



PREÇO

- O valor dos drones recreativos pode variar muito. Os que têm funções básicas, como pequenos voos ou filmagens simples, custam entre R\$ 120 e R\$ 790.
- Os drones um pouco mais elaborados, com funções de acompanhamento em tempo real, mais resistência e acabamento mais detalhado, variam entre R\$ 1 mil e R\$ 27 mil.
- Os drones industriais, usados por emissoras de TV, em plantações e indústrias de larga escala, ultrapassam a marca de R\$ 80 mil, podendo chegar a R\$ 300 mil. Vale ressaltar que o modelo mais caro do mundo, o EHang 184, custa R\$ 965 mil e só pode ser adquirido diretamente pelo fabricante.
- <https://www.youtube.com/watch?v=KDZuqiyWEyo>

ORGÃOS REGULAMENTADORES

- Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), responsável pela homologação do sinal de radiofrequência, com objetivo de evitar interferências em outros serviços como as comunicações via satélite
- Agência Nacional de Aviação Civil (Anac), é uma agência reguladora federal cuja responsabilidade é normatizar e supervisionar a atividade de aviação civil no Brasil
- Departamento de Controle do Espaço Aéreo (Decea), órgão militar aeronáutico que controla o espaço aéreo
- Ministério da Defesa (MD), responsável pela regulamentação dos trabalhos de aerolevamento(15km²)

Obs: Além das homologações e licenças, o operador de drone ainda deve contratar um seguro obrigatório para cobrir acidentes contra terceiros e danos a pessoas e bens no solo, causados por colisão ou choque violento.



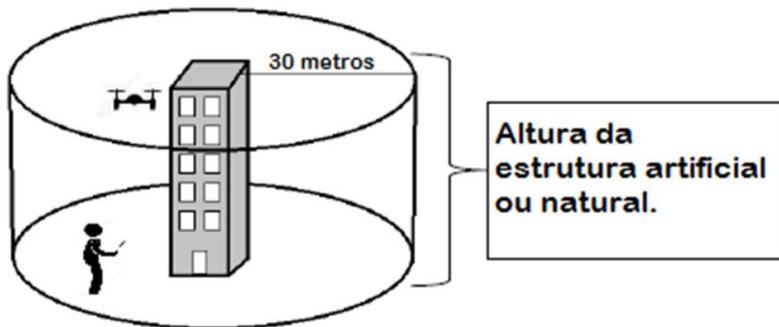
CLASSIFICAÇÃO DOS DRONES



Os drones (RPAs – *Remotely Piloted Aircraft systems*, ou Aeronave Remotamente Pilotada) são classificados, quanto ao peso, da seguinte forma:

- **Classe 1 (acima de 150kg)**
Exemplo MQ-9 Reaper
- **Classe 2 (entre 25kg e 150kg)**
- **Classe 3 (Abaixo ou igual a 25kg)**

ICA 100-40



Drone com até 250 gramas não precisa ser cadastrado ou registrado, independente da sua finalidade (uso recreativo ou não).



Proibido sobrevoar áreas de segurança como quartéis, presídios, delegacias e infraestruturas críticas.



Distância mínima de 30 metros horizontais e altura máxima de 120 metros.



Princípio sombra.

ICA 100-40

11.2.1.4 Condicionantes operacionais específicas para operações do solo até 100 ft AGL (aproximadamente 30 metros de altura):

Voar até 100 ft AGL (aprox. 30m de altura acima do nível do solo);

Manter-se com velocidade igual ou inferior a 30 Kt (aproximadamente 60 Km/h);

Manter-se, no mínimo, afastado 03 NM (5 Km) de aeródromos cadastrados, quando operando nas Zonas de Aproximação e de Decolagem;

Manter-se, no mínimo, afastado 01 NM (2 Km) de aeródromos cadastrados, quando operando fora das Zonas de Aproximação e de Decolagem;

Manter-se, no mínimo, afastado 2 Km de helipontos cadastrados, cuja cota seja inferior a 60 m;

Manter-se, no mínimo, afastado 600 m de helipontos cadastrados, cuja cota seja superior a 60 m;

Manter-se, no mínimo, afastado 2 Km de áreas nas quais sejam previstas operações ligadas à aviação agrícola.

Nota: 45min e 2 dias

ICA 100-40

11.2.1.5 Condicionantes operacionais específicas para operações de 100 ft até 400 ft AGL, inclusive, (aproximadamente de 30 a 120 metros de altura):

Voar até 400 ft AGL
(aproximadamente 120m de altura
acima do nível do solo);

Manter-se com velocidade igual ou inferior a 60 Kt (aproximadamente 120 Km/h); c) Manter-se, no mínimo, afastado 05 NM (9 Km) de aeródromos cadastrados;

Manter-se, no mínimo, afastado 3 Km de helipontos cadastrados;

Manter-se, no mínimo, afastado 2 Km de áreas nas quais sejam previstas operações ligadas à aviação agrícola.

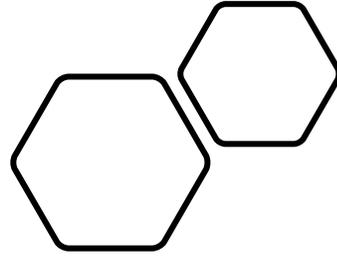
Nota: 2 dias úteis



NORMAS ABNT

- NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão
- NBR 5419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas
- NBR 13755 – Projeto e execução de revestimentos cerâmicos de fachadas
- NBR 9574 – Execução de impermeabilização
- NBR 6118 – Projeto de estrutura de concreto
- NBR 9575 – Seleção e projeto de impermeabilização
- NBR 9050 – Acessibilidade das edificações
- NBR 15575 – Edificações habitacionais
- NBR 15115 – Execução de camadas de pavimentação
- NBR 5674 – Manutenção de edificações

DRONE ACIDENTES



<https://www.youtube.com/watch?v=CUQTCmCq1Dg>

DRONE INOVAÇÃO

Amazon

<https://www.youtube.com/watch?v=MR9PoBAssw0>

Brasil

<https://www.youtube.com/watch?v=ckPv7xf7t-8>

O obstáculo real são as regulamentações. Nos EUA, a FAA (Federal Aviation Administration, em português Administração Federal de Aviação) estipula que os drones devem ser controlados por operadores humanos e devem ficar em seu campo de visão. Em 2017, novas regras permitiram que governos locais conseguissem uma isenção para efetuar testes com sistemas de tráfego aéreo de drones, mas isso ainda está muito longe de ser um sinal verde para os drones.

DRONE INOVAÇÃO

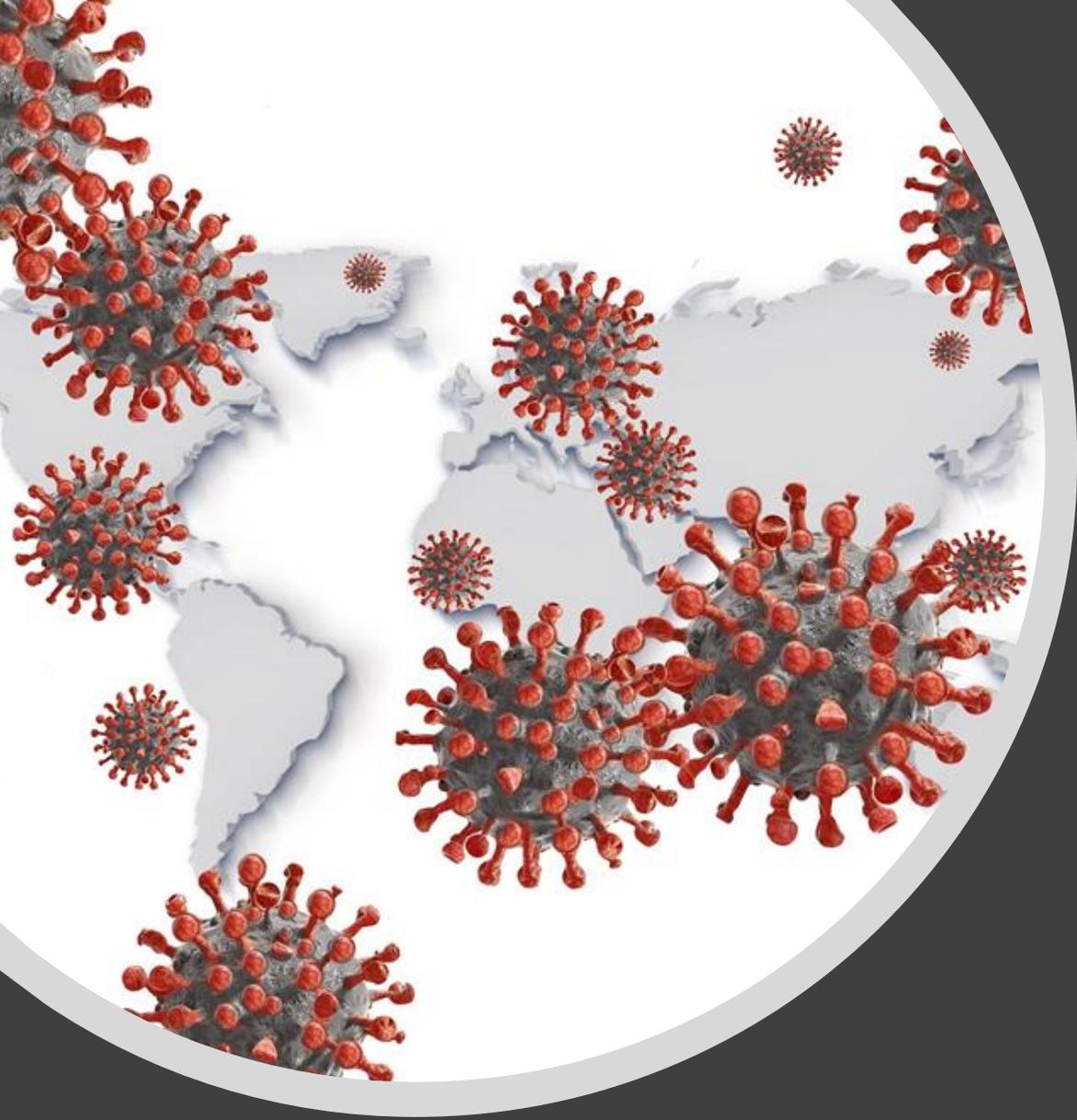
A regra das entregas “last mile” (a parte crítica no trajeto de um produto) é que a entrega de muitos pacotes em um período ou distância curtos mantém os custos por entrega baixos. Isso também se aplica se muitas encomendas forem entregues em um mesmo local. Mas se os pacotes forem leves (com menos de 2,2 kg) e forem entregues em distâncias curtas (idealmente a menos de 16 km), a economia começa a ficar a favor dos drones.



DRONE INOVAÇÃO

Multas

<https://www.youtube.com/watch?v=5koHA68ryuw>

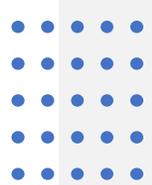


DRONE INOVAÇÃO

Covid 19

<https://www.youtube.com/watch?v=LNy5yjbRVkY>

<https://www.youtube.com/watch?v=2NyU0bHujjU>



POR QUE USAR O DRONE?

- Tempo
- Custo
- Economia em equipamentos
- Mão de obra
- Segurança
- Facilidade em locais de difícil acesso
- Precisão
- Inspeções Múltiplas
- Mantem as instalações funcionando para as inspeções



POR QUE USAR O DRONE?

DRONE NA INDÚSTRIA

- Inspeção: inspeção da matéria prima, linha de montagem, máquina, chaminé, torre de refrigeração, gasodutos, oleodutos, telhados, tubos de ventilação, exaustores, passarelas, pontes, tubulações internas, espaço confinado
- Monitoramento e segurança
- Logística

<https://www.youtube.com/watch?v=cN32-na-X-Q>



DRONE NA ENGENHARIA ELÉTRICA

- Inspeção de linhas de transmissão
- Inspeção de SPDA
- Inspeção de torres de telefonia
- Inspeção de turbinas eólicas
- Inspeção de painéis solares

<https://www.youtube.com/watch?v=YhJTCOGLEjs>

DRONE NA ENGENHARIA ELÉTRICA

<https://www.youtube.com/watch?v=yFjydD3Al6s>

<https://www.youtube.com/watch?v=L8yWygGUAx0>

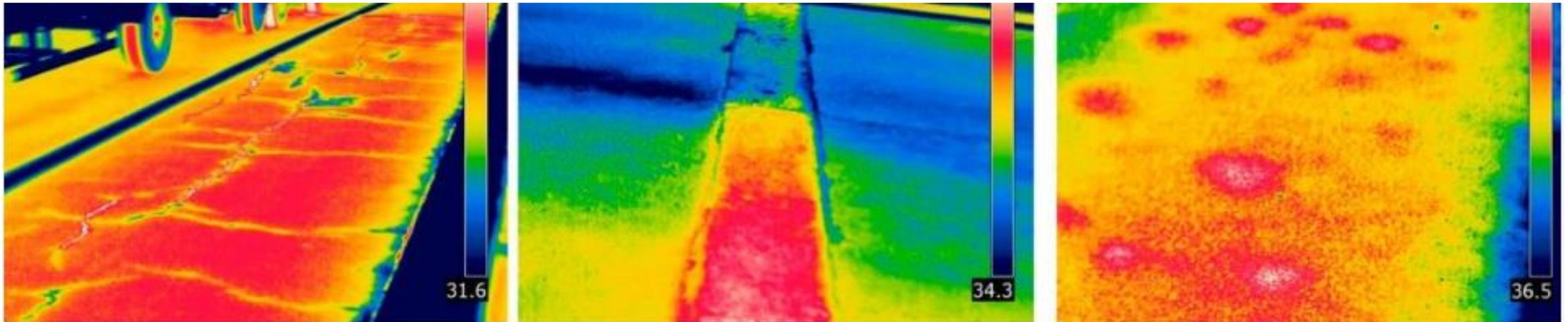
DRONE NA ENGENHARIA CIVIL

- Inspeção de obras
- Inspeção de fachadas
(fissura, trinca, pintura, janela, infiltração...)
- Inspeção de pontes
- Inspeção de telhados
- Inspeção de viadutos
- Inspeção de passarelas
- Inspeção de rufos
- Inspeção de impermeabilização
- Inspeção de caixa d'água
- Inspeção de ralo entupido
- Inspeção de calhas

DRONE NA ENGENHARIA CIVIL

- Asfalto
- Vistoria cautelar de vizinhança

<https://www.youtube.com/watch?v=LhaCI1bpFwU>



(a)

(b)

(c)

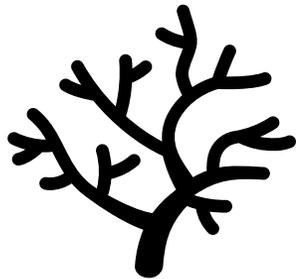
O USO DE SENSOR TÉRMICO PARA AVALIAÇÃO DE RODOVIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO

TOPOGRAFIA

- Cadastro urbano e rural
- Controle de obras
- Levantamento planialtimétrico
- Planejamento rodoviário
- Medições de área e relevo
- Curva de nível

<https://www.youtube.com/watch?v=D-gj0giHCu0&t=63s>

DRONE NA AGRONOMIA



- Identificação de falhas no plantio
- Identificação de pragas e doenças
- Saúde e crescimento da vegetação
- Contagem de plantas
- Identificação de deficiência nutricional
- Aplicação de insumos em taxa variavel
- Área de supressão

DRONE NA MINERAÇÃO



Localização de maquinário



Cálculo de área e perímetro



Perfil de relevo



Cálculo de volume

DRONE NA ENGENHARIA DE SEGURANÇA

- Controle do uso de EPIs em uma obra
- Controle dos procedimentos de segurança em uma obra
- Trabalho em altura
- Espaço confinado

<https://www.youtube.com/watch?v=hW1Fn32JBls&t=98s>



DRONE NA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

- Inspeção de aeronaves
- Inspeção de calhas



DRONE NA ENGENHARIA AMBIENTAL

- Acidentes ambientais
- Desmatamentos
- Inspeção visual
- Planejamento ambiental
- Áreas de preservação
- Construções irregulares

<https://www.youtube.com/watch?v=u-MQD1UQXVE>



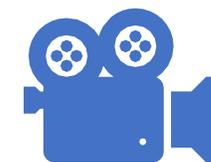
BATERIA LIPO

- Nunca carregue, descarregue, use ou armazene uma bateria LiPo danificada ou inchada
- Nunca deixe suas baterias LiPo (Litio Polímero) carregando sozinhas.
- Nunca deixe suas baterias lipo paradas com uma carga completa por mais de 2 ou 3 dias.
- Guarde sempre as suas baterias lipo em temperatura ambiente. Não armazene em um lugar muito quente, ou muito frio

<https://www.youtube.com/watch?v=KkbIXLuMtp8>

SOTFWARE EDIÇÃO DE VÍDEO

- VSDC
- Davinci Resolve
- Hitfilm Express
- Lightworks
- GoPro Studio



SOTFWARE PROCESSAMENTO DE IMAGE

- Agisoft
- Pix4d Mapper Pro
- Trimble Uas Master
- ICE Image Composite Editor
- Drone Link



QUANTO COBRAR

Serviço com materiais	Preço
Relatório de vistoria, laudo ou parecer (taxa única para todas as obras, inclui ART do CREA – SP)	600 reais
Vistoria cautelar ou de laudo das condições atuais de telhados ou estruturas de fachadas	
1. até 1.000m ² de área analisadas;	1. 1 real x m ² de área
2. de 1.001m ² a 2.000m ² de área analisadas;	2. 0,80 centavos x m ²
3. de 2.001m ² a 3.000m ² de área analisadas;	3. 0,70 centavos x m ²
4. de 3.001m ² a 5.000m ² de área analisadas;	4. 0,60 centavos x m ²
5. de 5.001m ² a 10.000m ² de área analisadas;	5. 0,50 centavos x m ²
6. de 10.001m ² a 50.000m ² de área analisadas;	6. 0,35 centavos x m ²
Reunião técnica com o cliente por telefone ou video conferencia	cortesia
Reunião técnica com o cliente quando solicitado	500 reais (+ despesas de transporte e hospedagem quando necessário)
Vistoria de estruturas de grande portes (exemplo: pontes, viadutos, caldeiras, reatores de turbinas eólicas, etc.)	7000 reais (+ valor do relatório)

DÚVIDAS ?

