



PCS5761

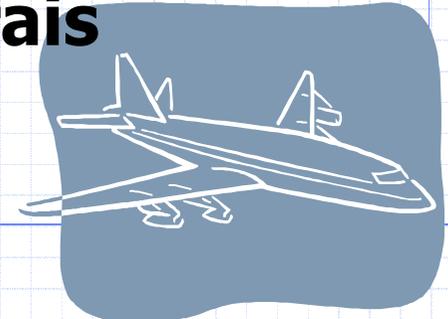
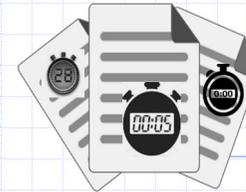
Especificação de Sistemas de Tempo Real



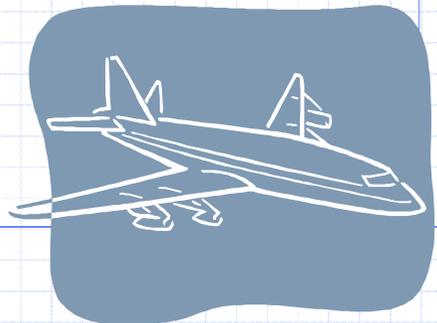
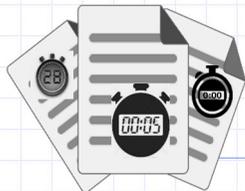
Prof. Dr. Jorge Rady de Almeida Jr.

Aviação

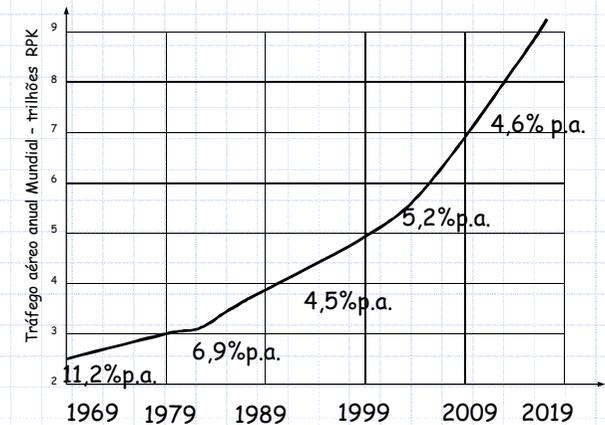
Aspectos Temporais



Motivação



Taxa de Crescimento - Demanda Mundial



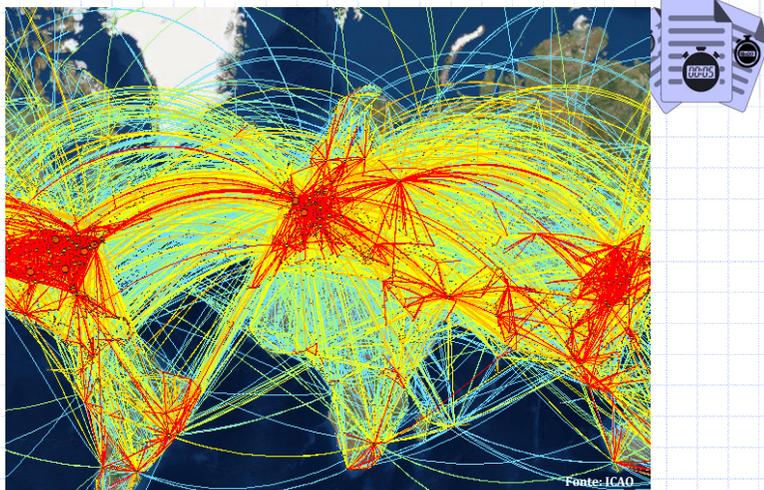
Fonte: J. Thomas, Airbus DGRTH-H-3-Aeronautions -DK 16-07-2003 2

RPK: Revenue Passenger Kilometers

p.a.: por ano

Motivação

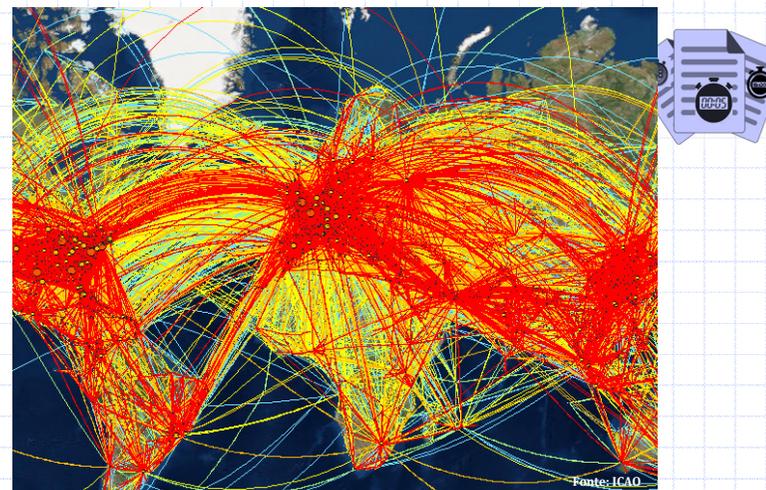
Fluxo de Tráfego Aéreo Mundial- 2012



5

Motivação

Fluxo de Tráfego Aéreo Mundial - 2040 (Previsão)



6

Taxa de Crescimento - Demanda Mundial

Transporte Aéreo → Crítico em Segurança

Crescimento médio nos últimos 50 anos (DECEA):

- 8.9% a.a. no tráfego mundial de passageiros;
- 11% a.a. no fluxo de cargas;

Previsão de crescimento até 2015 (ICAO)

- 4.2% a.a. no número de Aeronaves/km.
- 3.2% a.a. no número de decolagens.

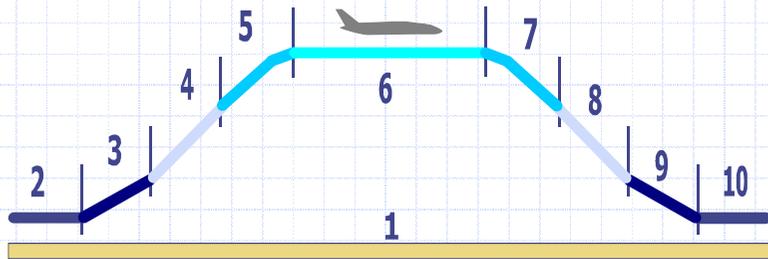
7

Missão do ATC, segundo ICAO

- ◆ Prevenir colisões entre aeronaves no ar
- ◆ Prevenir colisões entre aeronaves se deslocando no pátio, nas áreas de manobra e na pista
- ◆ Prevenir colisões entre aeronaves e obstáculos na área de manobra e na pista
- ◆ Expedir e manter um fluxo ordenado de tráfego aéreo
- ◆ ICAO: International Civil Aviation Organization

8

Fases do Voo



- 1 Plano de Voo
- 2, 10 Superfície do aeroporto
- 3, 9 Saída inicial / Aprox. Final
- 4, 8 Transição de saída / Aprox.
- 5, 7 Saída / Chegada no terminal
- 6 Aerovia

9

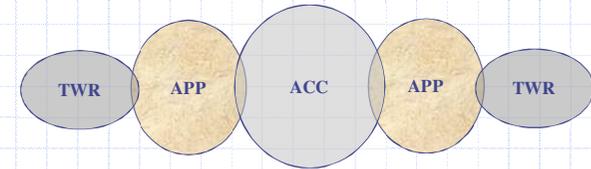
ATC



SERVIÇOS DE CONTROLE DO TRÁFEGO AÉREO (ATC):

⇒ *“prevenir colisões, tanto entre aeronaves quanto entre aeronaves e obstáculos na área de manobras, além de acelerar e manter ordenado o fluxo do tráfego aéreo.” (ICAO, 1998b)*

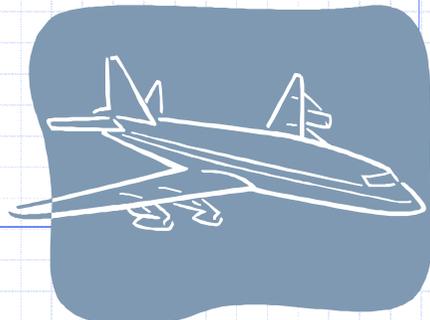
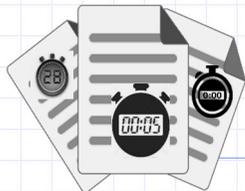
Órgãos ATC



TWR: Torre de Controle de Aeródromo (SERVIÇO DE CONTROLE DE AERÓDROMO)
APP: Controle de Aproximação (Approach Control) (SERVIÇO DE CONTROLE DE APROXIMAÇÃO)
ACC: Centro de Controle de Área (Area Control Center) (SERVIÇO DE CONTROLE DE ÁREA)

10

Torre de Controle e Rotas



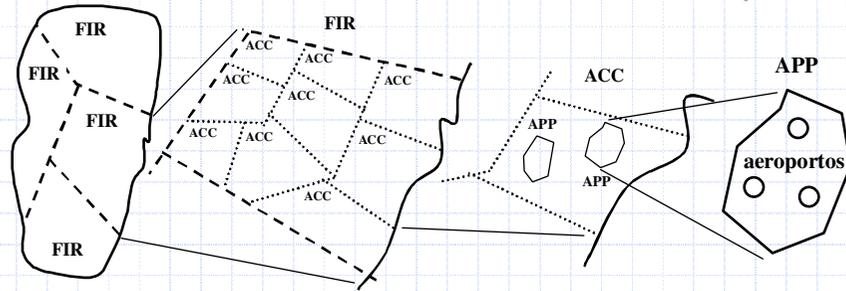
11

Torre de Controle e Rotas



12

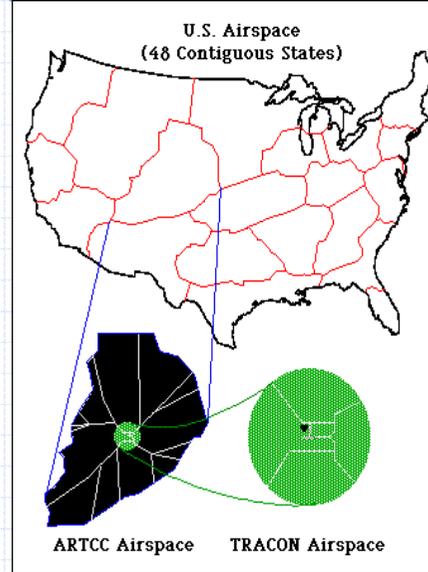
SISCEAB



FIR – Flight Information Region
APP: Approach Control
ACC: Area Control Center

17

Divisão do Espaço para o ATC (EUA)



Air Traffic Control Centers (ARTCCs) ou “Centers”

- Território dividido em ATC Centers;
- 20 “Centers”, subdivididos em setores;

TRACON (Terminal Radar Control)

- Região de 40NM em torno dos aeroportos*;
- aproximadamente 400 TRACONs;
- controle dos voos “chegada/partida”;

Airport Control Tower (Torre de Controle)

- Presente nos aeroportos;
- Controle do tráfego “próximo/solo”;

(*): aeroportos de grande porte

18

Fonte: www.ctas.arc.nasa.gov

Requisitos de tempo

- ◆ Os requisitos de tempo sobre os sistemas de controle devem se enquadrar nos requisitos de separação física
- ◆ Quando não puder ser feita separação horizontal, deve ser utilizada a separação vertical
 - 1000 pés (300 m) até FL 290 (29.000 pés)
 - 2000 pés (600 m) acima de FL 290

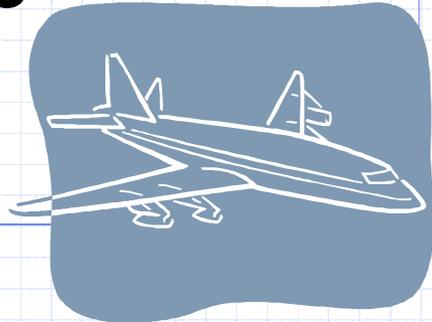
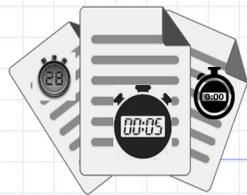
19

Necessidade de automatizar o sistema

- ◆ Aumentar a segurança (devido ao aumento dos números absolutos)
- ◆ Permitir redefinição de rotas em voo com maior agilidade
 - Emergências
 - Economia de combustível
- ◆ Aumentar a capacidade
- ◆ Menor tempo de resposta às situações
- ◆ Diminuir carga de trabalho dos controladores
- ◆ Diminuir mensagens por voz desnecessárias

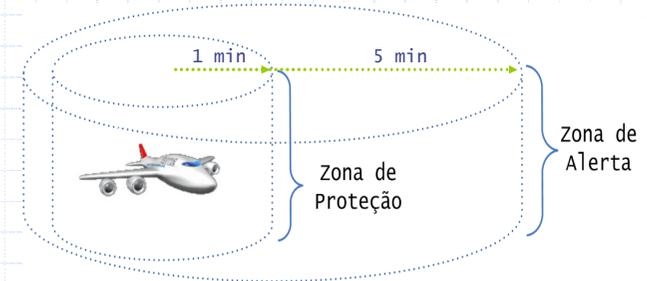
20

Tráfego Aéreo

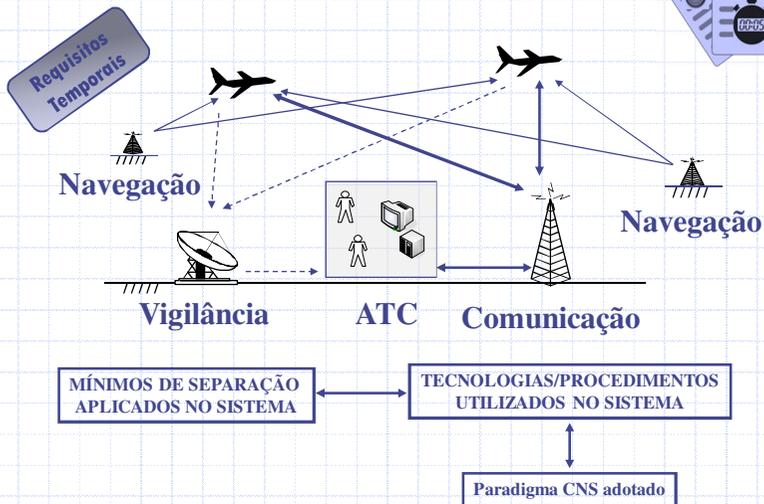


Riscos

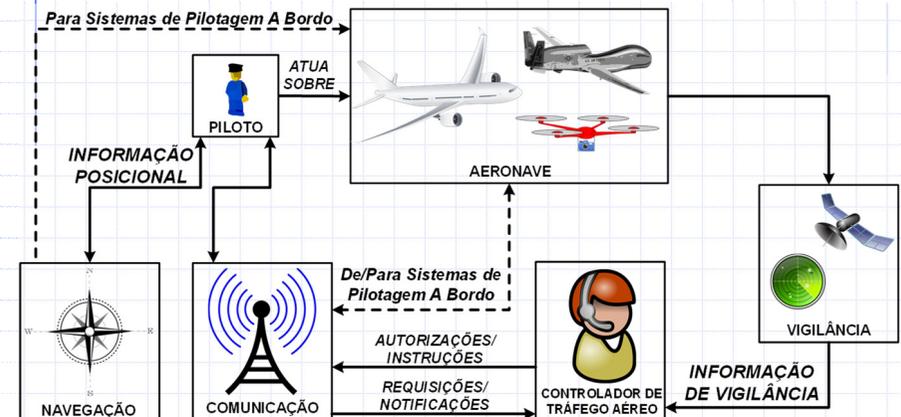
O fator de maior risco de acidente ocorre quando duas aeronaves se cruzam é a proximidade de sua "Zona de Proteção"



Sistema de Tráfego Aéreo



Arquitetura do Controle de Tráfego Aéreo



(Adaptado de (VISMARI, 2007))

Sistema de Tráfego Aéreo



MISSÃO

“fazer os elementos transportados movimentarem-se sobre uma via, de forma eficiente e segura, a distância existente entre dois locais previamente estabelecidos e geograficamente separados.”

TRÁFEGO AÉREO: “todas as *aeronaves* em voo ou operando na *área de manobra* de um *aeródromo*”.

25

Sistema de Tráfego Aéreo

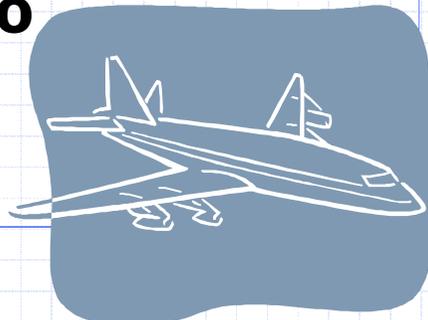
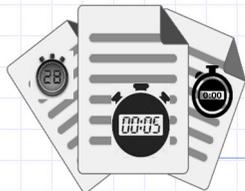


➤ Elementos do Tráfego Aéreo

- ❖ Veículos: Aeronaves
- ❖ Vias: Espaço Aéreo e áreas de Manobra dos Aeródromos
- ❖ Usuários: Pilotos em comando, ocupantes das aeronaves e demais envolvidos

26

Gerenciamento e Controle do Tráfego Aéreo



27

Gerenciamento do Tráfego Aéreo



“...to enable the aircraft operators to meet their planned times of departure and arrival and adhere to their preferred flight profile with minimum constraints and without compromising agreed levels of safety.”

(ICAO, 1998b)

28

Gerenciamento do Tráfego Aéreo



O CNS/ATM:

"Communications, Navigation, and Surveillance systems, employing digital technologies, including satellite systems together with various levels of automation, applied in support of a seamless global air traffic management system." (ICAO, 2000)



Uso de Tecnologias Digitais para o "CNS":

- ⇒ Navegação por Satélite (GNSS);
- ⇒ Comunicação por enlace de dados (**ATN**);
- ⇒ Aplicações ADS (Vigilância), CPDLC (Comunicação) ...

29

Sistemas Aviônicos



◆ Comunicação

- Interliga o cockpit com a terra e com outras aeronaves
- Uso de VHF: 118,000 a 136,975 MHz
- Canais espaçados de 25 kHz (8,33 kHz na Europa)
- ADS

◆ Navegação

- Determinação da posição e direção da aeronave
- Uso de GPS, VOR (Very High Frequency Omnidirectional Range), LORAN (Long Range Navigation)

◆ Monitoramento

- Todas informações importantes ao voo

30

Sistemas Aviônicos



◆ Sistemas Anti-Colisão

- TCAS (Traffic Alert and Collision Avoidance System)
 - ◆ Detectar a presença/localização de aeronaves próximas
 - ◆ Prover instruções para evitar colisões no ar
- GPWS (Ground-Proximity Warning System)
 - ◆ Evitar colisões contra o solo

◆ Acompanhamento de Condições Meteorológicas

- Radares
- Detector de raios
- Detecção de turbulências e de tesouras de vento

31

Sistemas Aviônicos



◆ Caixa Preta

◆ Sistemas de controle de voo

- Piloto automático

◆ Sistemas de Gerenciamento

- Centralização do controle no cockpit

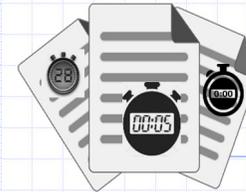
32

Glass Cockpit x Steam Cockpit



33

Aspecto da Segurança



34

◆ Segurança da Informação – Security

- Motivo: redes de comunicação abertas
- Falta de "Security" pode afetar o "Safety"

◆ Comportamento Temporal (latência de informação, atrasos, ...)

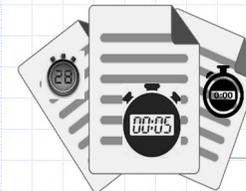
- Motivo: arquiteturas distribuídas

◆ Complexidade

- Forte Interdependência entre elementos do sistema
- Representada pela união de partes do sistema que, em conjunto, apresenta comportamento não aparente frente às características das partes individuais

35

....e os VANTs....???



36

VANTs: Um Desafio para a Aviação Mundial

Como lidar com as mudanças culturais necessárias para otimizar o uso de um **VANT** que possa atender aos mesmos princípios de segurança aplicáveis às operações de **Aeronaves Tripuladas**



37

Questão Central



Dado que o principal serviço fornecido pelo **Gerenciamento de Tráfego Aéreo** é a garantia de separação para prevenção de colisão entre aeronaves e colisão contra terrenos e obstáculos, **poderá este gerenciar Aeronaves que não possuem um humano com quem se possa interagir**

?



38

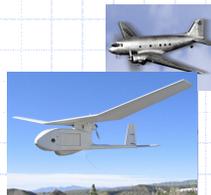
Veículo Aéreo Não Tripulado



O Departamento de Defesa Americano (DoD) define **VANT** como sendo:

- ✈ Um veículo aéreo motorizado;
- ✈ Que não transporta um operador humano;
- ✈ Usa forças aerodinâmicas
- ✈ Que pode voar de maneira autônoma;
- ✈ Que pode ser pilotado por controle remoto;
- ✈ Que pode ser descartável ou recuperável;
- ✈ Que pode transportar uma carga útil.

Ou seja: Deve ser visto como sendo um Avião



39

Veículo Aéreo Não Tripulado



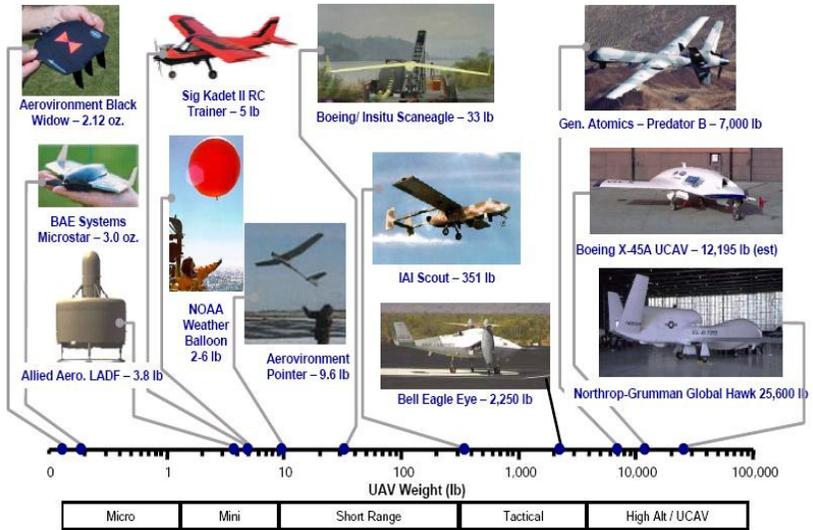
Veículos Aéreos podem ser:

- ✈ Remotamente controlados ("Drone")
- ✈ Semi-autônomos
- ✈ Autônomos ou
- ✈ Uma combinação destes.

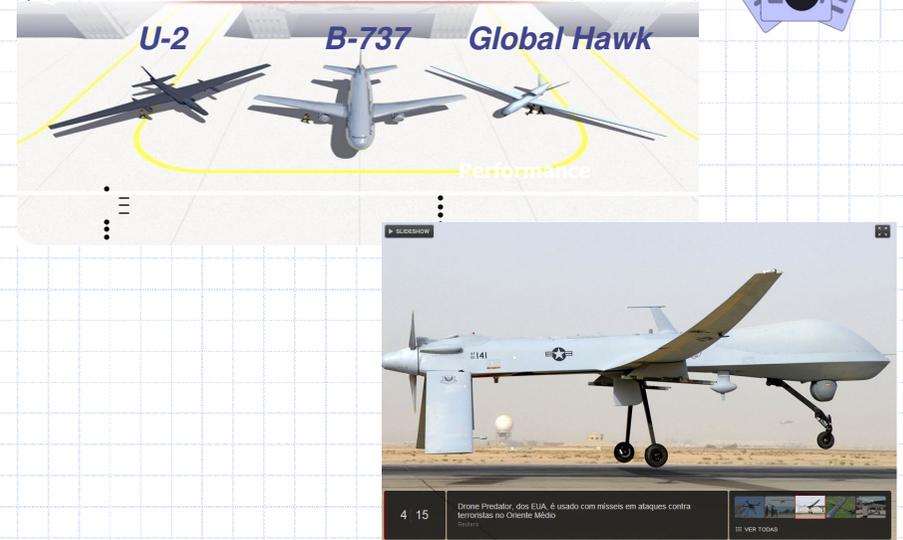


40

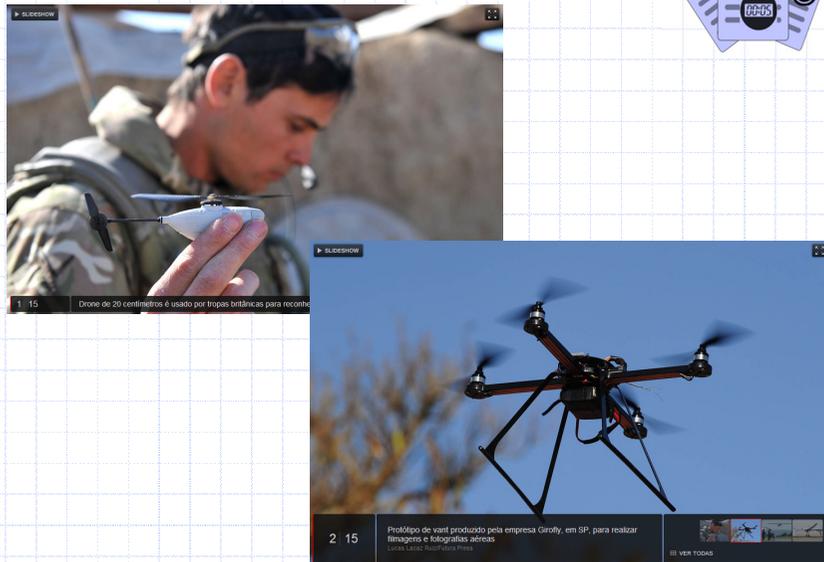
Classificação e Exemplos



Classificação e Exemplos



Classificação e Exemplos



Classificação e Exemplos

