

Seminário Internacional de VANT - 2010

SIVANT 2010

27 a 29 de outubro de 2010

São José dos Campos - SP



Realização



**Organização Brasileira
para o Desenvolvimento
da Certificação Aeronáutica**

Apoio



Patrocínio



Certificação de VANTs no Espaço Aéreo Controlado

Eng° Ricardo A. V. Gimenes, M.Eng.
Grupo de Análise de Segurança (GAS)

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP)

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
em Sistemas Embarcados Críticos (INCT-SEC)

*(National Institute for Science and Technology in Embedded Critical
Systems)*

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT)

→ Portaria MCT nº 429, de 17.07.2008



Art. 1º Fica **instituído** o Programa **Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia** que substituirá o atual Programa Institutos do Milênio.

Art. 2º Os Institutos Nacionais serão formados por uma **instituição sede** ... e por um conjunto de **laboratórios** ou **grupos** associados de outras instituições, articulados na forma de redes científico-tecnológicas.

Parágrafo 1º Os Institutos Nacionais deverão ser caracterizados por **uma área ou tema de atuação bem definidos**, em área de fronteira da ciência e/ou da tecnologia ou em áreas estratégicas do Plano de Ação em C,T&I 2007-2010.

→ Edital N º 15/2008 – MCT/CNPq/FNDCT/CAPES/FAPEMIG/ FAPERJ/FAPESP – INSTITUTOS NACIONAIS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Promoveu a formação ou consolidação dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT).

RESULTADOS: criação de 123 INCTs.



Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
em **Sistemas Embarcados Críticos**



Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos (INCT-SEC)

(National Institute for Science and Technology in Embedded Critical Systems)

- Missão

Elevar e agregar habilidades, competências e infra-estrutura necessárias para o **desenvolvimento de sistemas embarcados críticos**, com ênfase para **veículos autônomos**, de forma a capacitar a academia e a indústria brasileira no ensino, treinamento, pesquisa e desenvolvimento científico-tecnológico em aplicações de relevância e de alto impacto econômico-social em áreas estratégicas do país, em especial na segurança pública, defesa nacional, aviação, meio ambiente e agricultura.

Coordenador Geral do INCT-SEC:

Prof. Dr. José Carlos Maldonado

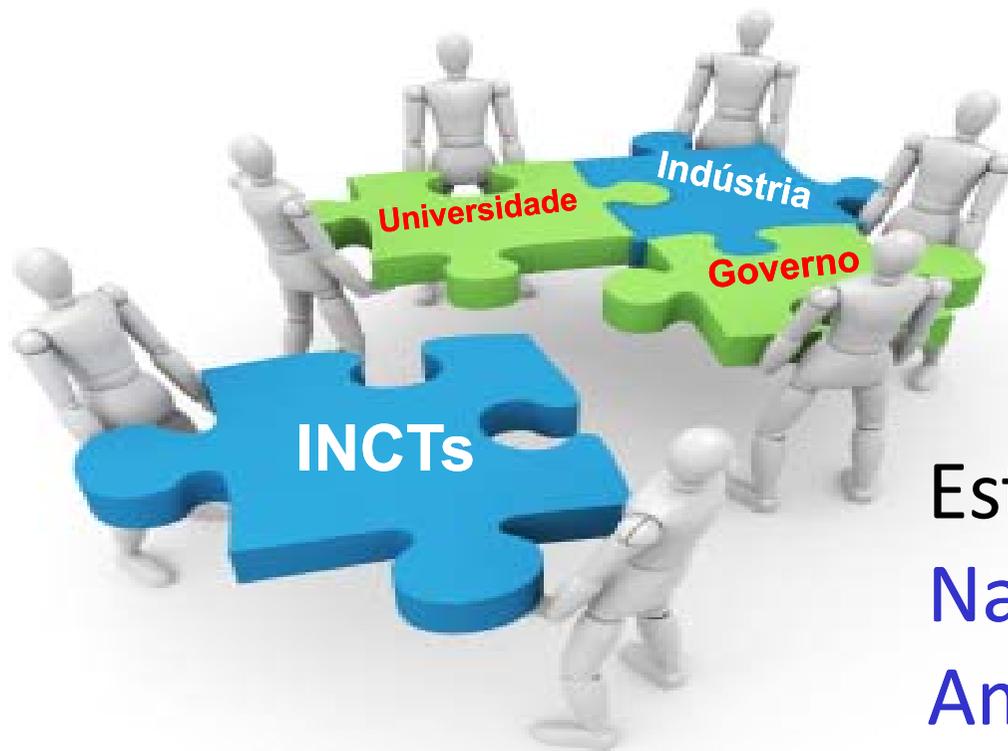
ICMC - USP



Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
em **Sistemas Embarcados Críticos**



Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos (INCT-SEC)



Estabelecer referencial
Nacional e Latino-
Americano em Sistemas
Embarcados Críticos

INCT-SEC e os VANTs

- Espera-se que os sistemas possibilitem:
 - Desenvolvimento da aeronave (parte física) e de metodologias para sistemas embarcados críticos;
 - Desenvolvimento de software certificado;
 - Operacionalização das aeronaves por meio de estações de base otimizadas.
 - Visando o desenvolvimento harmônico dos trabalhos e o cumprimento desta missão, o GT3 é formado por 5 subgrupos de trabalho, cada qual especialista em áreas correlatas ao tema em questão e necessárias à obtenção dos resultados desejados; por um subgrupo de “Plano de Negócios”, responsável por definir linhas de aplicação para os sistemas desenvolvidos; e por um Comitê Gestor responsável pela harmonização dos trabalhos realizados e dos resultados obtidos pelos componentes (em especial, os resultados indicados pelos “entregáveis” relacionados a cada subgrupo)

Grupo de Análise de Segurança (GAS)

Departamento de Engenharia da Computação e Sistemas Digitais (PCS)
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP)

O **GAS** tem como objetivo realizar **pesquisas e projetos** relacionados com a **Dependabilidade** (*em especial **Segurança (Safety)**, **Confiabilidade** e **Disponibilidade***) de **Sistemas Computacionais** aplicados em **áreas críticas**, tais como:

Transporte Aéreo,

Sistemas Metroferroviários,

Sistemas Nucleares,

Sistemas de Defesa,

Indústria Aeroespacial, entre outros.

Grupo de Análise de Segurança (GAS)

Departamento de Engenharia da Computação e Sistemas Digitais (PCS)
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP)

Áreas de atuação - Pesquisa

- Metodologia de Desenvolvimento, Ferramentas de Suporte, Métodos de Avaliação, Técnicas de Projeto:
 - Análise de Perigo e Risco – **Modelagem e Metodologia**
 - Gerenciamento de Risco
 - Safety x Security
 - **Análise de Segurança Independente**
 - Disponibilidade e Confiabilidade
 - Software Safety
 - Arquiteturas Tolerantes a Falhas
 - **Certificação Visando Segurança** (*safety*)
 - Confiabilidade Humana
 - Segurança de Dados

Grupo de Análise de Segurança (GAS)

Departamento de Engenharia da Computação e Sistemas Digitais (PCS)
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP)

Áreas de atuação - Projetos

- Análise de Segurança de Sistemas de Sinalização e Controle Metro-Ferroviário
 - *ISA do Metrô-SP desde a década de 1980.*
- Análise de Segurança de Sistemas de Controle de Tráfego Aéreo
- Análise de Segurança e Confiabilidade de Sistema de Supervisão e Controle de Reator Nuclear
- Análise de Segurança e Confiabilidade de Sistemas de Defesa

Grupo de Análise de Segurança (GAS)

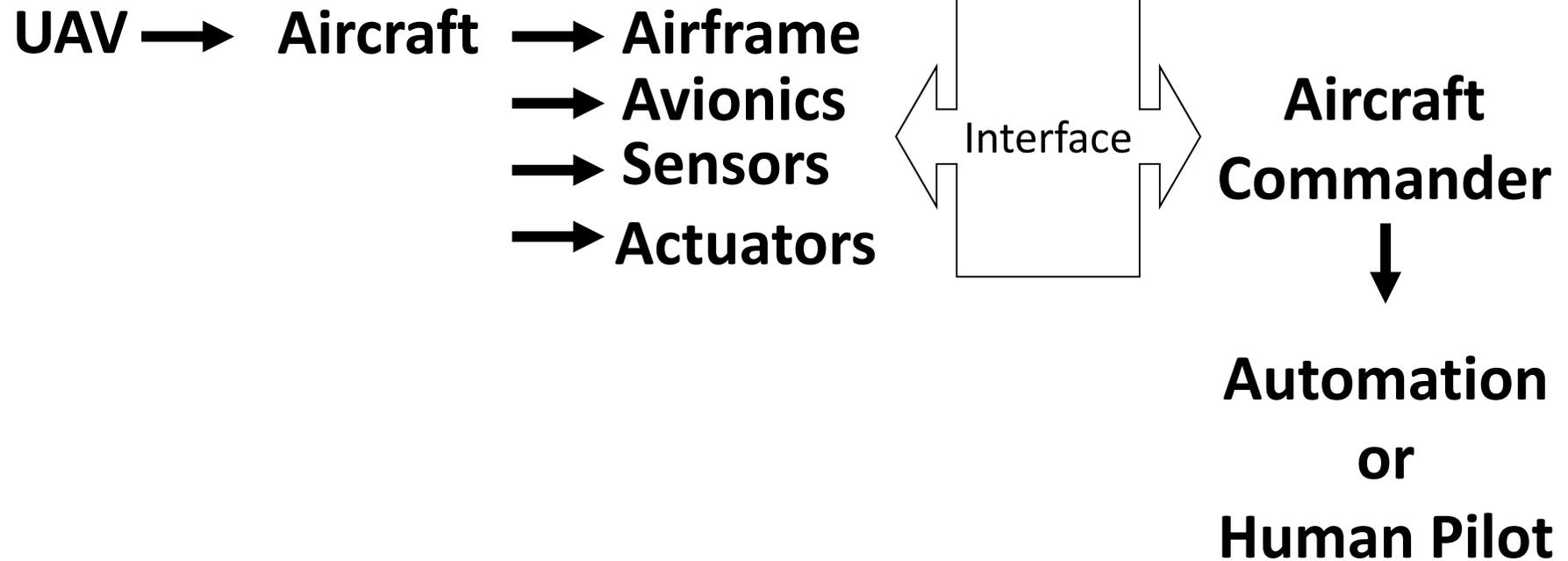
Departamento de Engenharia da Computação e Sistemas Digitais (PCS)
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP)

Áreas de Atuação em parceria com o INCT-SEC

- Metodologia de Avaliação de Segurança (“safety”) de Sistemas Críticos
 - **Certificação de Sistemas Embarcados Críticos**
 - **Verificação e Validação (V&V) de VANTs**
- Técnicas de Projeto de Tolerância a Falhas
 - **Hardware, Software, Informação e Temporal**

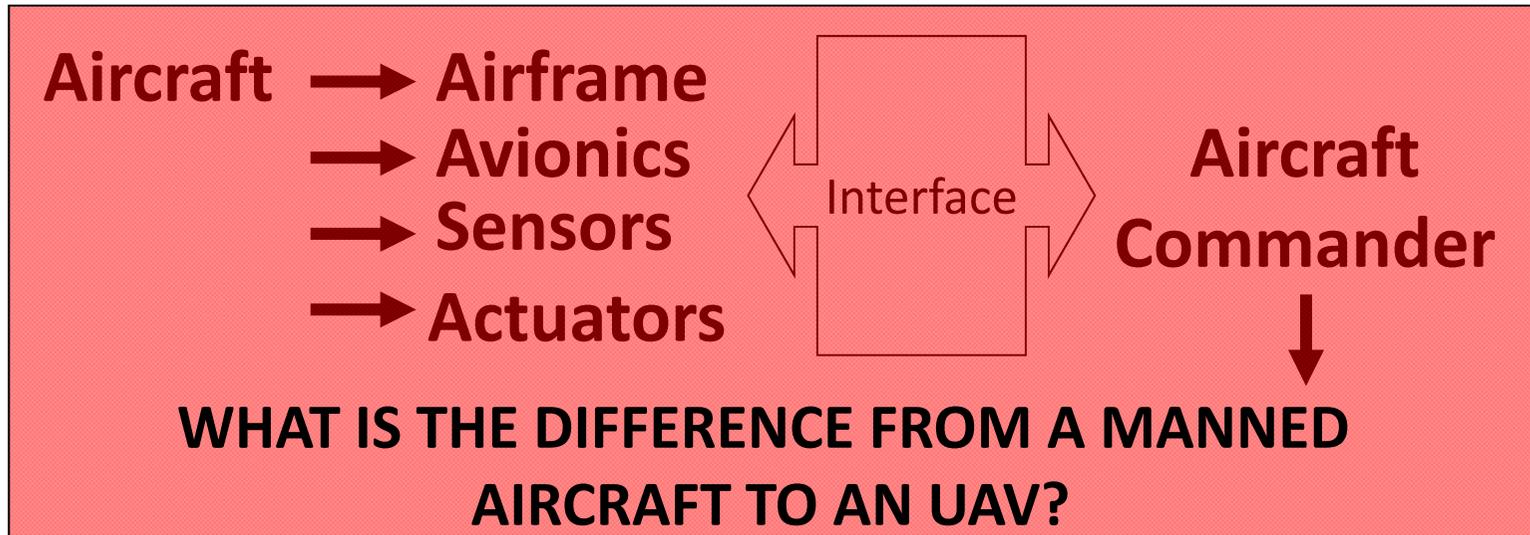
VANT

What is a UAV? O que é um VANT?



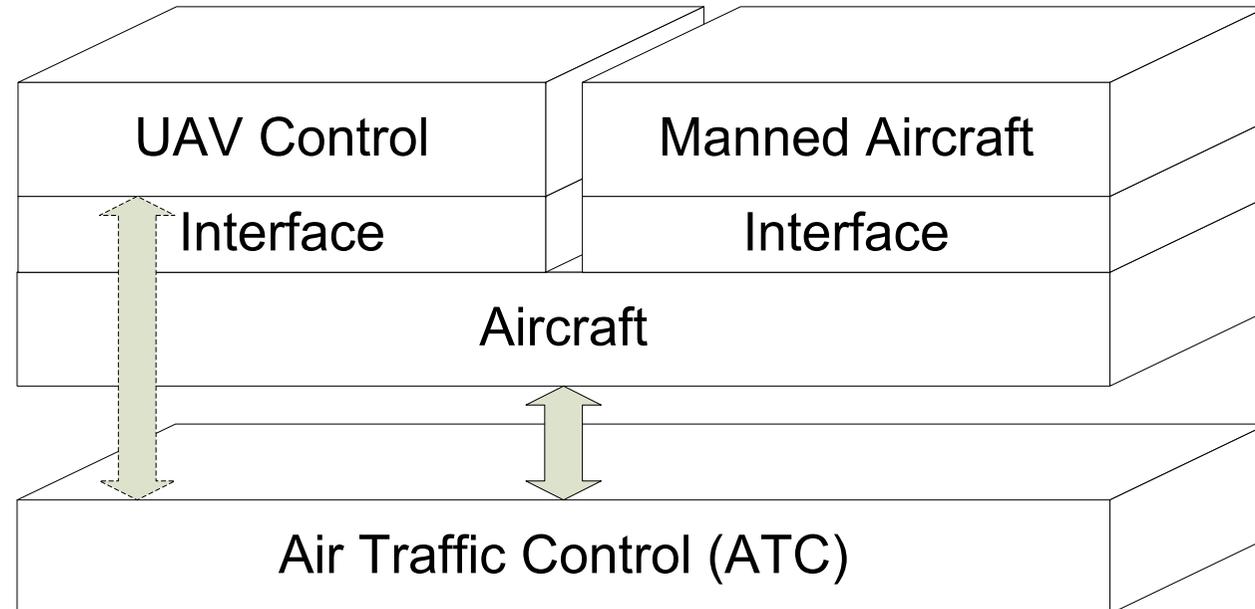
What is a UAV? O que é um VANT?

UAV →



**Automation
or
Human Pilot**

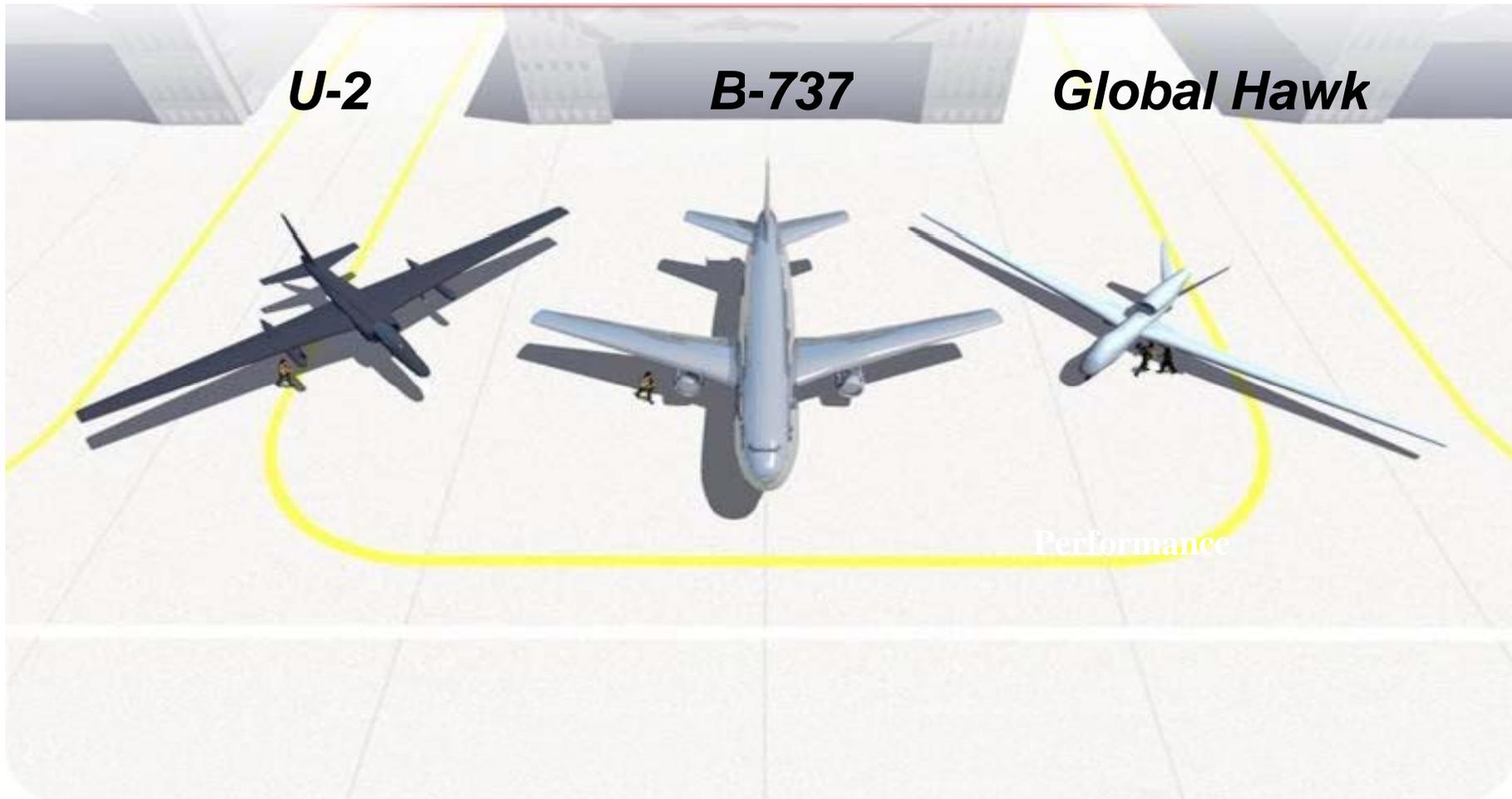
What is really different?



Defining the “UAV Domain” makes easier to develop a Safety Assessment Methodology to be applied to what is really new:

- **New protocols among ATC and UAV**
- **Technologies of Automation**

VANT - Exemplos



VANT - Exemplos



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**.



+



≠



Um Desafio para a Aviação Mundial



PipE-SEC



Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
em **Sistemas Embarcados Críticos**

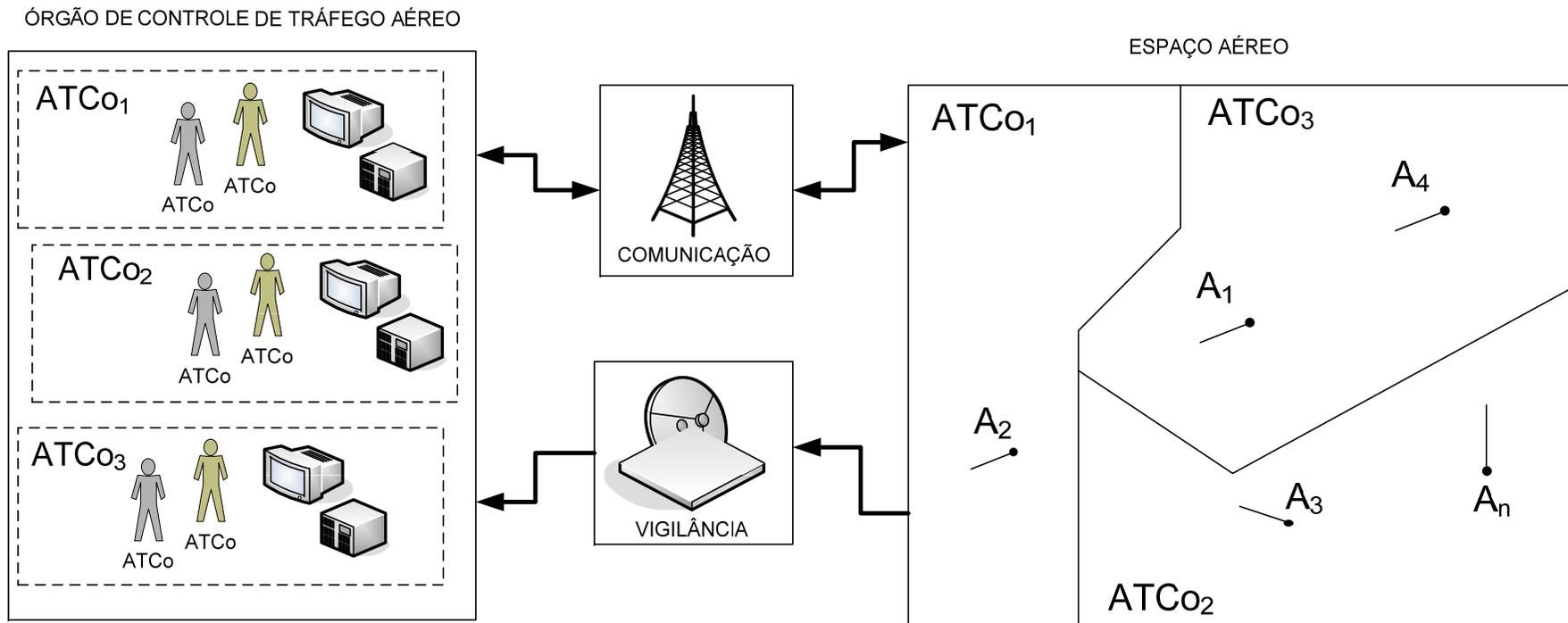


PIpE-SEC

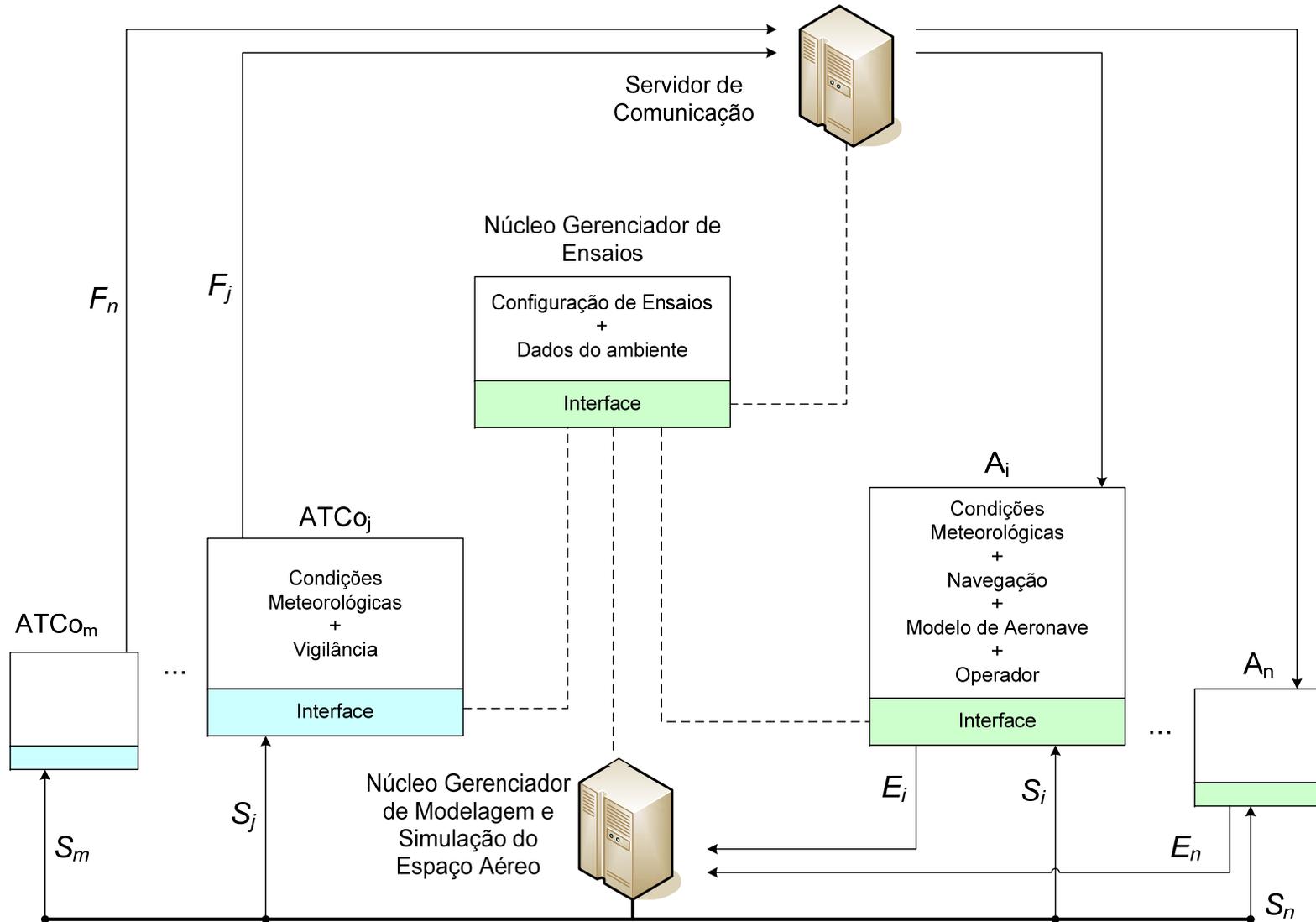
PIpE-SEC: Plataforma Integrada para Ensaios de Sistemas Embarcados Críticos

- O que é?
- Novas funcionalidades em Desenvolvimento:
 - Integração do CPDLC;
 - Avaliação de Contexto (“Radar de Perigo”);
 - Integração de Simuladores de Voo (Flight Gear, XPlane,...)

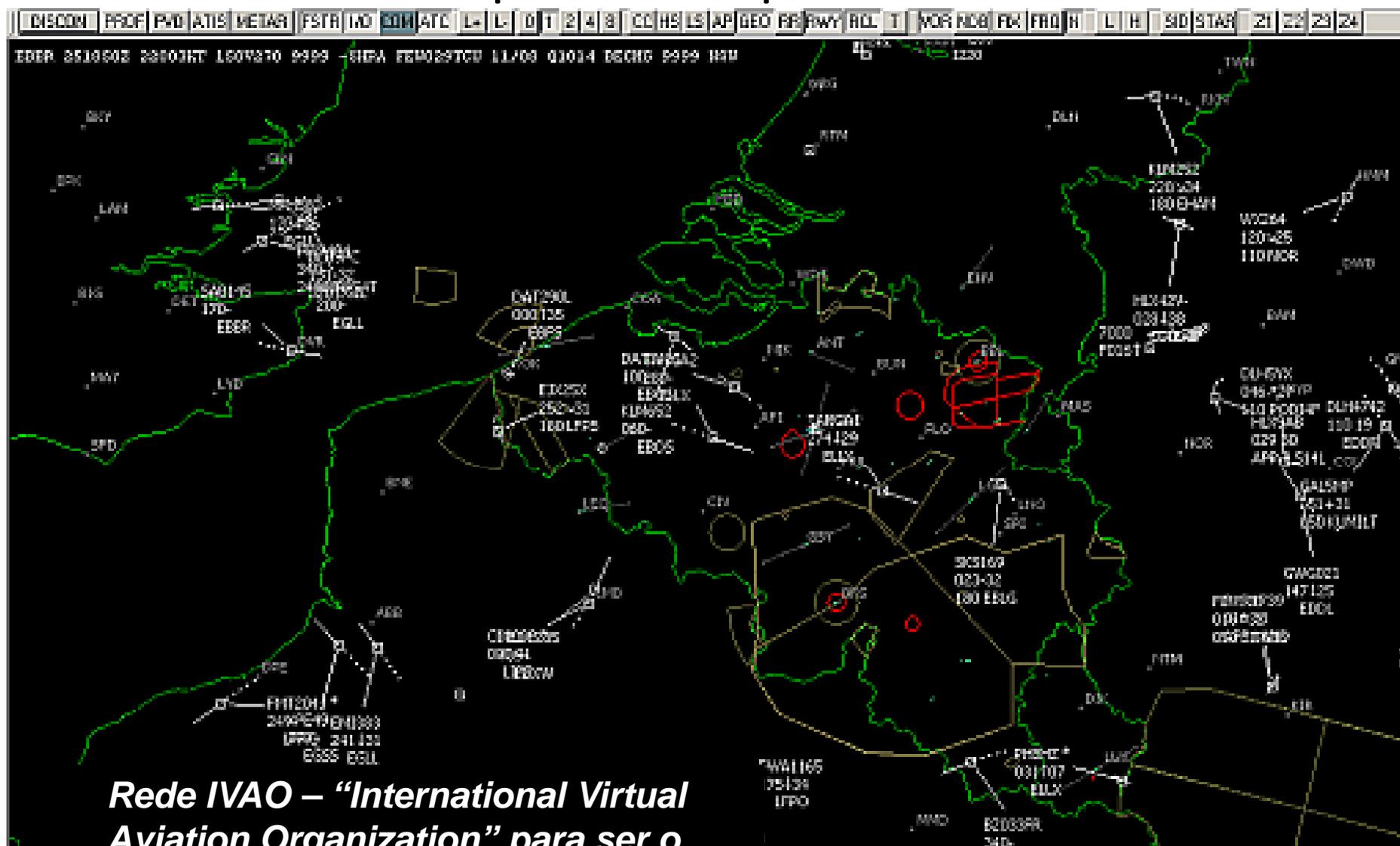
PipE-SEC e Sistema de Controle do Tráfego Aéreo



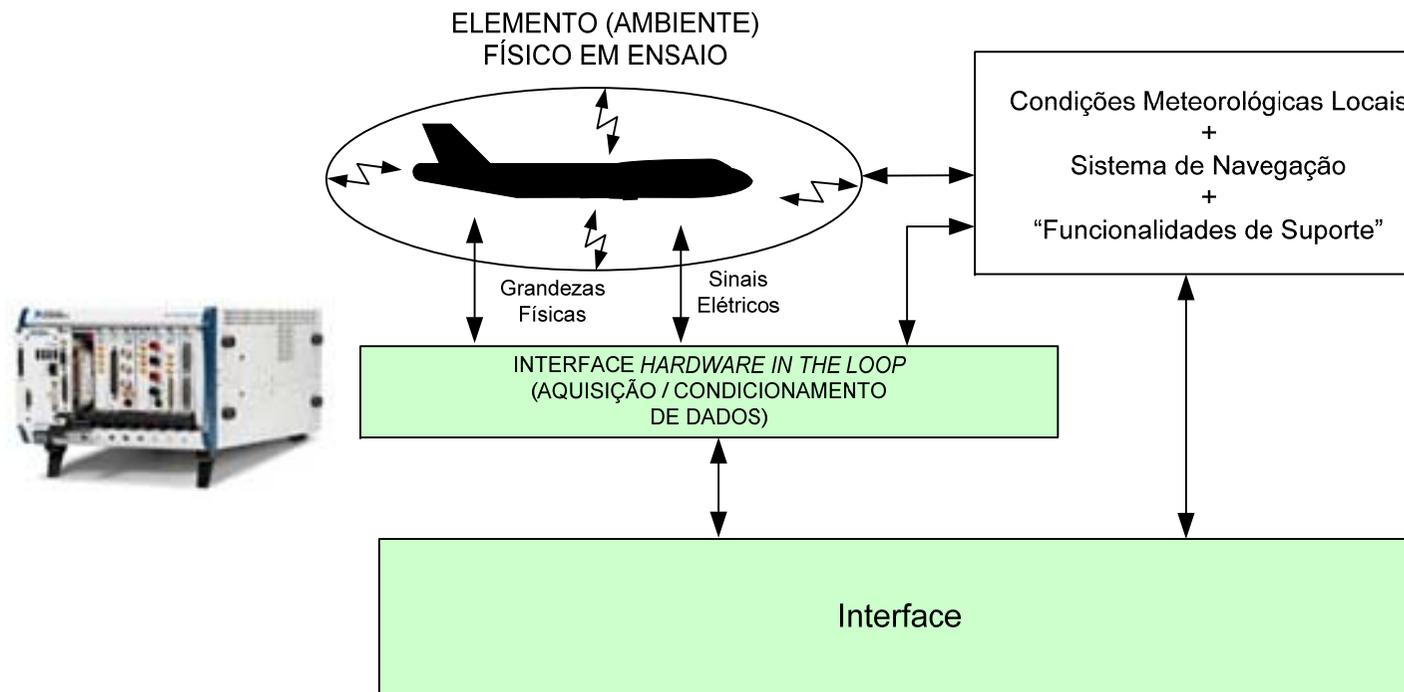
PIpE-SEC - Arquitetura



PipE-SEC - Arquitetura



PIpE-SEC – Detalhamento do Módulo “Aeronave” (Ai) sob o conceito HIL



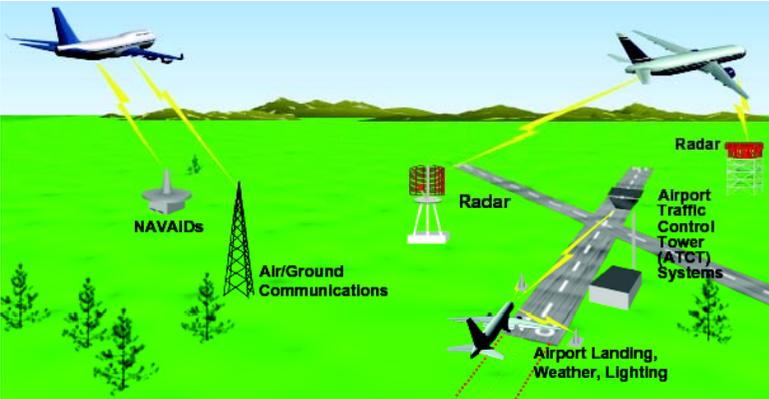
“PIPE-SEC: Plataforma para Ensaios e Validação da Operação de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTS) no Espaço Aéreo Controlado”. Publicado no VIII SITRAER, São Paulo, 2009. p. 511-524.

Ensaio Planejados ou em Execução no PIP-E-SEC

- ✈️ Avaliação da tecnologia ADS-B aplicada ao VANT;
- ✈️ Avaliação da tecnologia CPDLC aplicada ao VANT;
- ✈️ Testes de Metodologias de Análise de Confiabilidade e Segurança e de Procedimentos para a Inserção de VANTs no Sistema de Tráfego Aéreo;
- ✈️ Validação dos Aspectos de HIL na PIP-E-SEC.

Air Transportation Evolution

AIR TRAFFIC MANAGEMENT (ATM) SYSTEMS



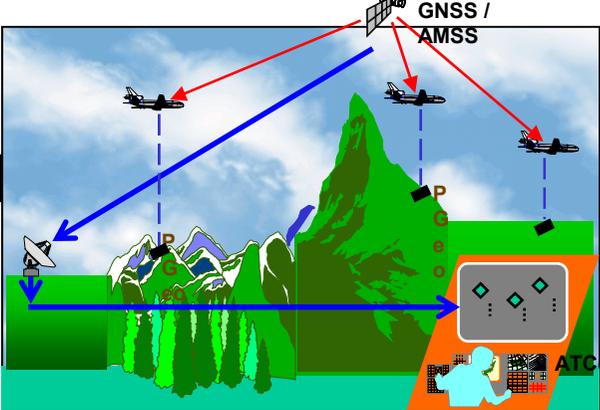
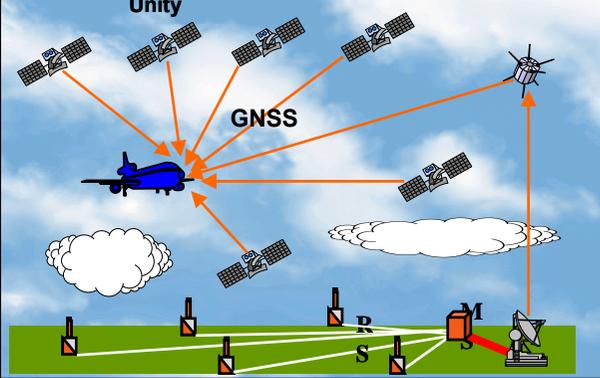
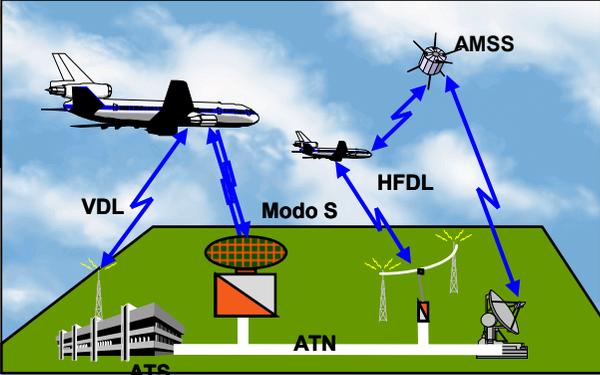
Today's Air Traffic System

- Ground-based (NavAids, Radar)
- Single Channel voice control
- Human-centered with non automated support.
- Proprietary Hardware and Software.

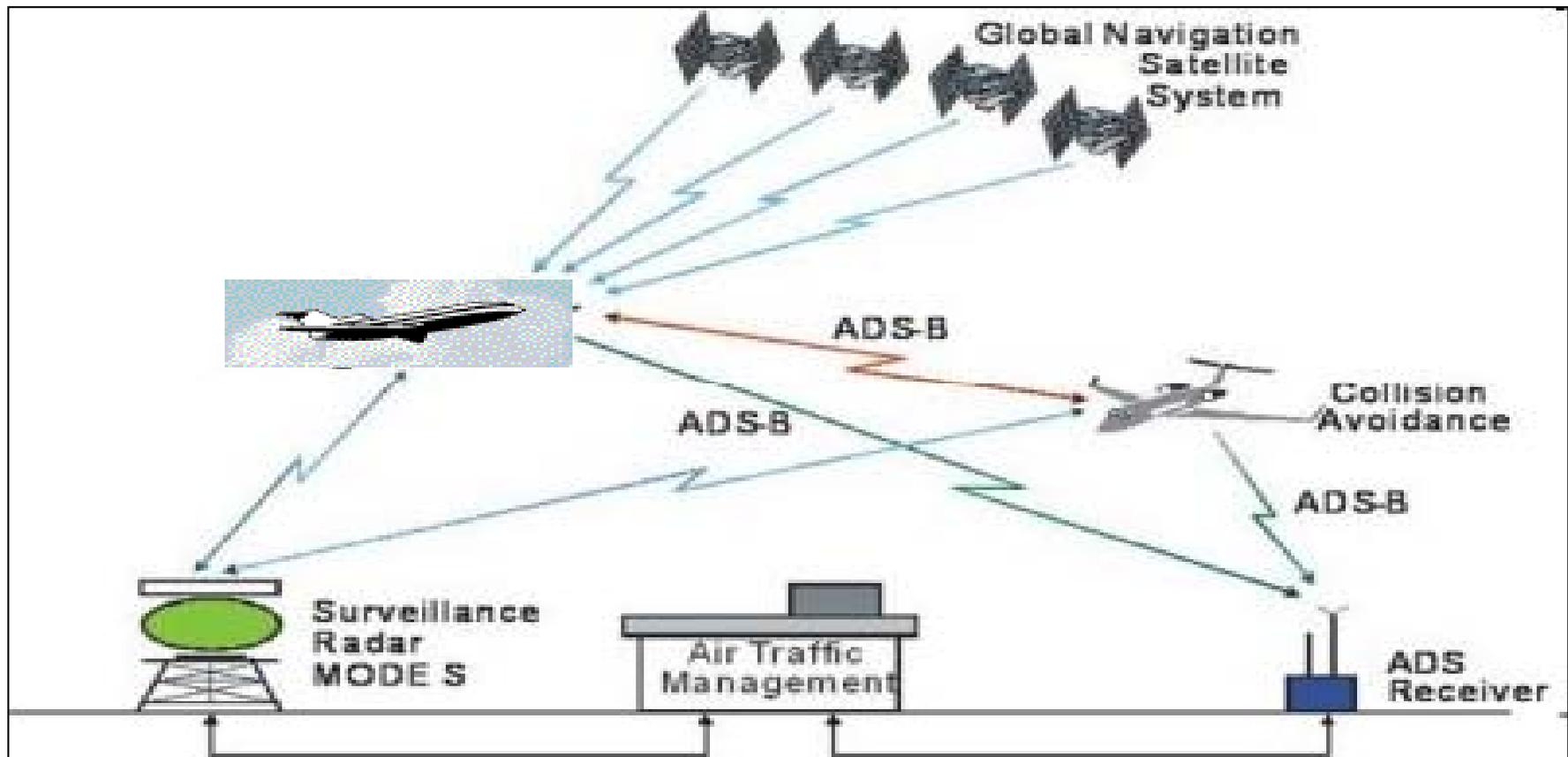
EVOLUTION (Technologies and Procedures)

CNS/ATM System

- Satellite-based Navigation and Communication
- Data-based Control (ATN)
- Human-centered, but "automated" Decision-Making.
- Hardware COTS, Proprietary Software

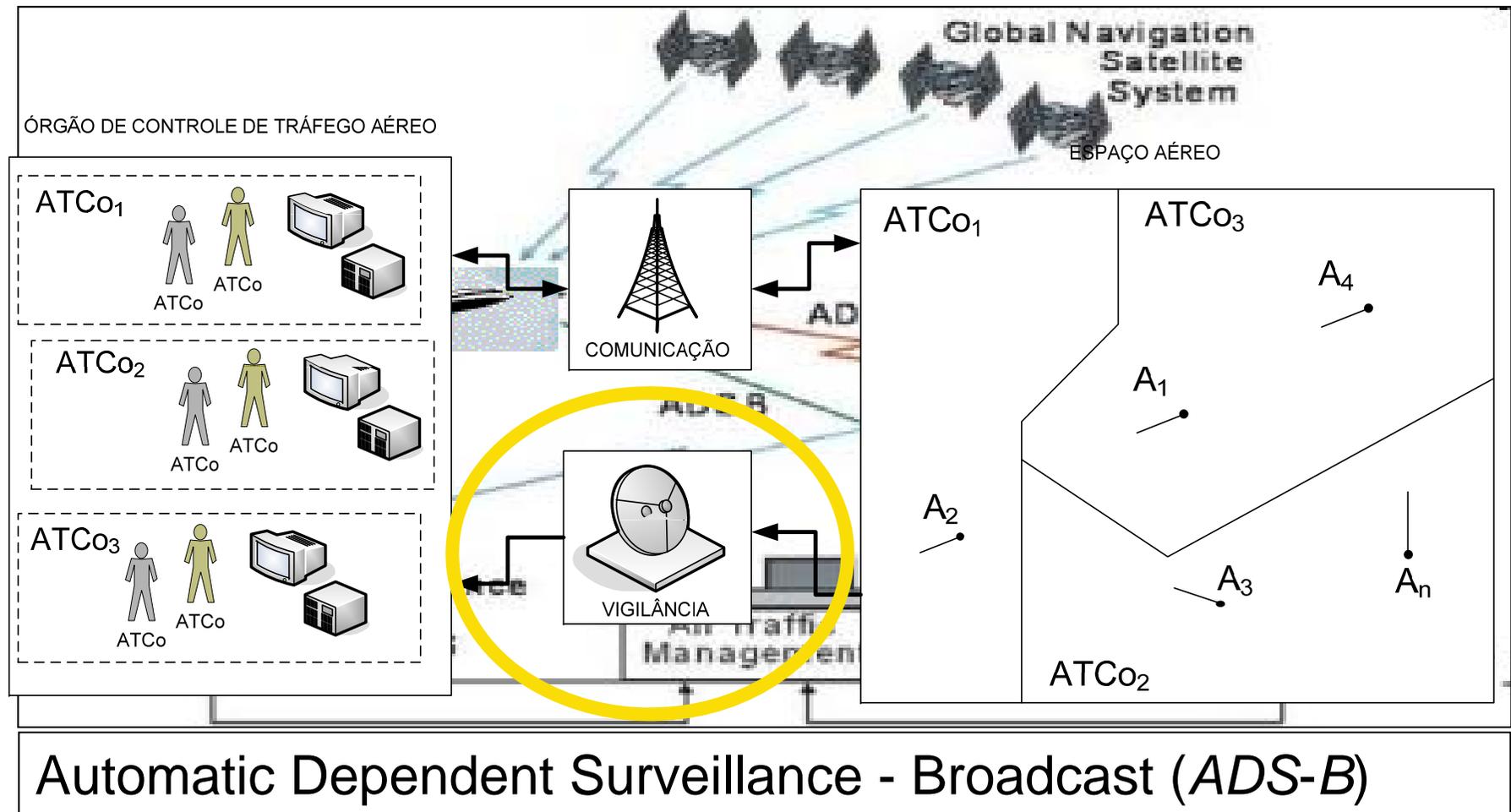


Tecnologia para Controle e Supervisão



Automatic Dependent Surveillance - Broadcast (*ADS-B*)

Tecnologia para Controle e Supervisão



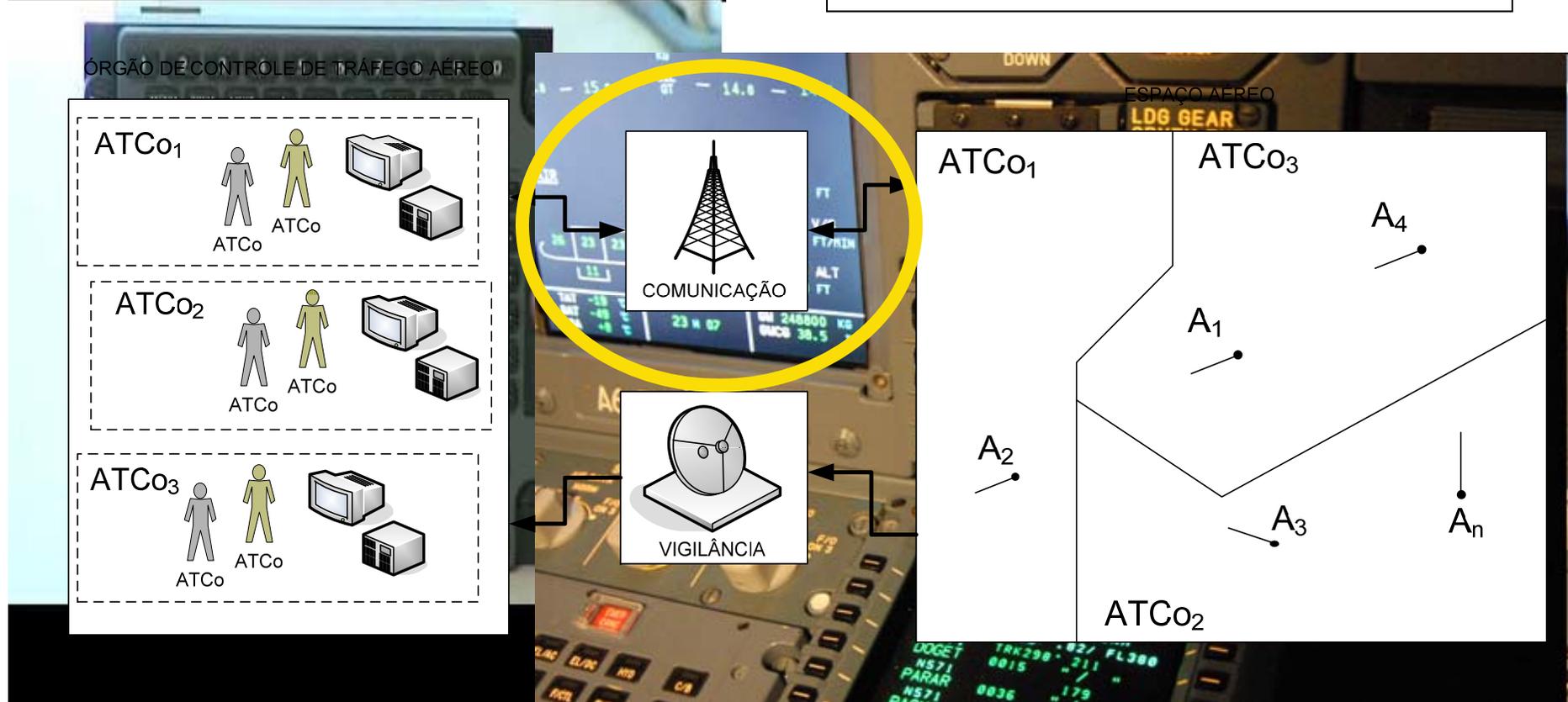
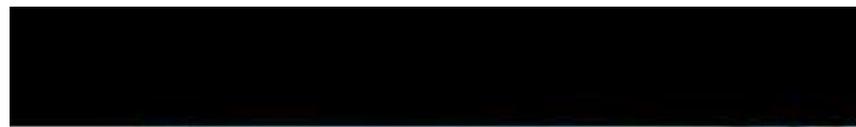
Tecnologia para Controle e Supervisão

Controller Pilot Data Link Communications (CPDLC)



Tecnologia para Controle e Supervisão

Controller Pilot Data Link Communications (CPDLC)



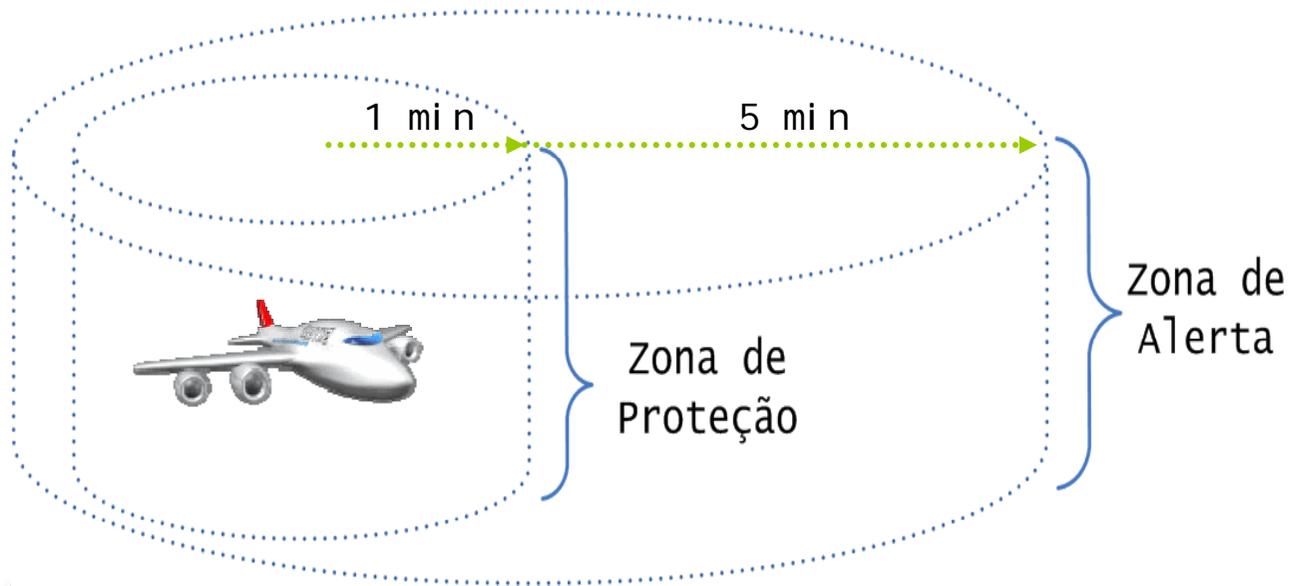
Tecnologia para Controle e Supervisão

Controller Pilot Data Link Communications (CPDLC)

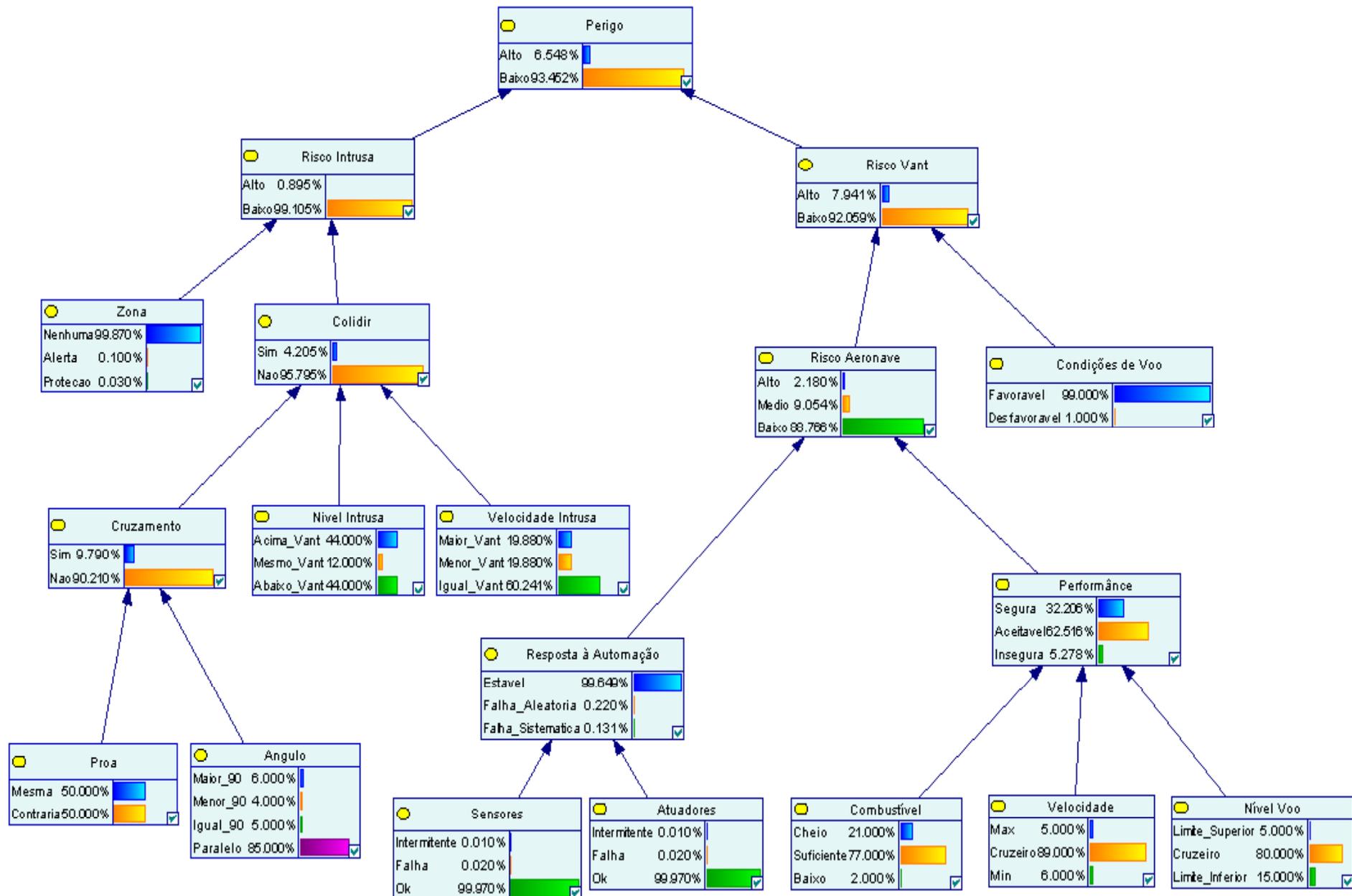
The image illustrates the CPDLC system. On the left, a control room display shows three ATCO stations (ATCo1, ATCo2, ATCo3) with pilot icons. In the center, an 'AIR MCDU' (Air Multi-Function Control Display Unit) is shown with a 'MENU' screen displaying '<IDENT', '<ATC', and 'CONFIG>' options, along with buttons for 'PREV PAGE', 'NEXT PAGE', 'MSG', 'MENU', 'TURN AP OFF', and 'Testar'. On the right, a cockpit display shows a 'SPAÇO AEREO' (Airspace) diagram with aircraft A1, A3, A4, and An, and ATCO stations ATCo2 and ATCo3.

Agente Avaliador de Riscos no PIP-E-SEC

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



Agente Avaliador de Riscos no PIP-E-SEC



Agente Avaliador de Riscos no PIP-E-SEC

Hazard Evaluator

Perigo

Distância: km Alto: Caminho do arquivo de log:

Baixo:

Evidências determinadas a partir do simulador

Variáveis VANT:

Sensores		Condições de Voo		Atuadores	
	Evidence		Evidence		Evidence
Intermitente	<input type="text" value="0"/> <input type="radio"/>	Favoravel	<input type="text" value="1"/> <input checked="" type="radio"/>	Intermitente	<input type="text" value="0"/> <input type="radio"/>
Falha	<input type="text" value="0"/> <input type="radio"/>	Desfavoravel	<input type="text" value="0"/> <input type="radio"/>	Falha	<input type="text" value="0"/> <input type="radio"/>
Ok	<input type="text" value="1"/> <input checked="" type="radio"/>			Ok	<input type="text" value="1"/> <input checked="" type="radio"/>

Combustível		Nível Voo		Velocidade	
	Evidence		Evidence		Evidence
Cheio	<input type="text" value="0"/> <input type="radio"/>	Limite_Superior	<input type="text" value="0"/> <input type="radio"/>	Max	<input type="text" value="0"/> <input type="radio"/>
Suficiente	<input type="text" value="1"/> <input checked="" type="radio"/>	Cruzeiro	<input type="text" value="1"/> <input checked="" type="radio"/>	Cruzeiro	<input type="text" value="0"/> <input type="radio"/>
Baixo	<input type="text" value="0"/> <input type="radio"/>	Limite_Inferior	<input type="text" value="0"/> <input type="radio"/>	Min	<input type="text" value="1"/> <input checked="" type="radio"/>

Tempo Restante de Voo: horas Altitude: pés Velocidade: nós

Capacidade Total de Combustível: Pounds Altitude de Cruzeiro: pés Velocidade de Cruzeiro: nós

Quantidade Atual de Combustível: Pounds

Gasto de Combustível Estimado: Pounds/hour

Tempo Restante com Combustível: horas

Latitude: Longitude:

Agente Avaliador de Riscos no PIP-E-SEC

Hazard Evaluator

Perigo

Distância: 4,77571 km Alto: 0,1394 Caminho do arquivo de log: C:\DataLogger\201
Baixo: 0,8606 Iniciar Log Limpar Evidências

Evidências determinadas a partir do simulador

Variáveis VANT Variáveis Intrusa Plano de Vão

Sensores		Condições de Voo		Atuadores	
	Evidence		Evidence		Evidence
Intermitente	0 <input type="radio"/>	Favoravel	1 <input checked="" type="radio"/>	Intermitente	0 <input type="radio"/>
Falha	0 <input type="radio"/>	Desfavoravel	0 <input type="radio"/>	Falha	0 <input type="radio"/>
Ok	1 <input checked="" type="radio"/>			Ok	1 <input checked="" type="radio"/>

Suficiente	1 <input checked="" type="radio"/>	Cruzeiro	1 <input checked="" type="radio"/>	Cruzeiro	0 <input type="radio"/>
Baixo	0 <input type="radio"/>	Limite_Inferior	0 <input type="radio"/>	Min	1 <input checked="" type="radio"/>

Tempo Restante de Vão: 2 horas Altitude: 1550,342 pés Velocidade: 69,63764 nós

Capacidade Total de Combustível: 318 Pounds Altitude de Cruzeiro: 1500 pés Velocidade de Cruzeiro: 80 nós

Quantidade Atual de Combustível: 146,2351 Pounds

Gasto de Combustível Estimado: 63,063 Pounds/hour

Tempo Restante com Combustível: 2h 19min 8s horas

Latitude: 37,60571 Longitude: -122,342

Consciência sobre o Contexto da Missão

Conclusões

- ✈ VANT precisará **adaptar-se** ao gerenciamento do espaço aéreo;
- ✈ O nível de **exigência da sociedade** em relação ao VANT será maior que o aplicado ao universo tripulado;
- ✈ A **tolerância** aos acidentes será **muito menor**;
- ✈ A definição de níveis de risco e de segurança aceitáveis, bem como de métodos e critérios de avaliação, é fundamental para permitir o **compartilhamento do espaço aéreo**, envolvendo o universo tripulado e não tripulado;

Conclusões

Com a Plataforma Integrada para Ensaios de Sistemas Embarcados Críticos (PIpE-SEC):

- ✈ Será possível realizar **avaliações** que venham ao encontro da necessidade de tornar os VANTs **seguros** e **confiáveis** para o uso civil;
- ✈ Permitirá a realização de ensaios e **validação** de tecnologias, conceitos e procedimentos aplicados aos VANTs para diversos setores da sociedade;
- ✈ Permitirá que sejam realizados **cursos e treinamentos** para **capacitar** os envolvidos no Sistema de Transporte Aéreo que, em um cenário de ampla utilização de VANT, estarão em contato direto com este **tipo de aeronave**.

GRUPO DE ANÁLISE DE SEGURANÇA (GAS)

Departamento de Engenharia da Computação e Sistemas Digitais (PCS)

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP)

São Paulo, Brasil

Eng^o. Ricardo A. V. Gimenes, M.Eng.
ricardo.gimenes@poli.usp.br

Eng^o. Lucio F. Vismari, M.Eng.
lucio.vismari@poli.usp.br

Phone: +55 11 3091-5401

Fax: +55 11 3813-7415

www.gas.pcs.poli.usp.br