

Sistema autônomo para supervisão de missão e segurança de voo em VANTs

Jesimar da Silva Arantes

Orientador: Claudio Fabiano Motta Toledo

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Universidade de São Paulo - São Carlos, SP



Novembro – 2017

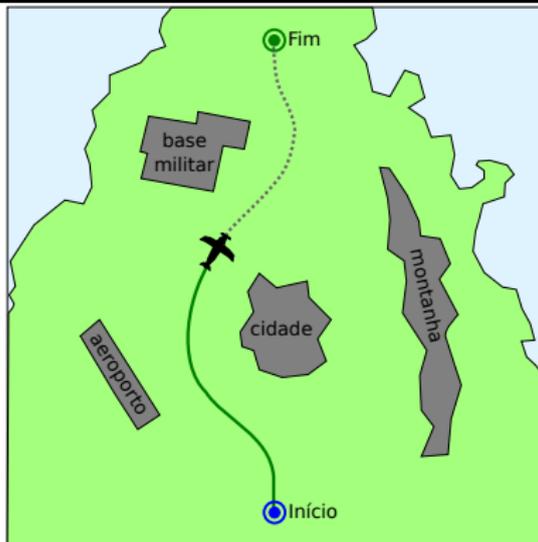


Estrutura da Apresentação

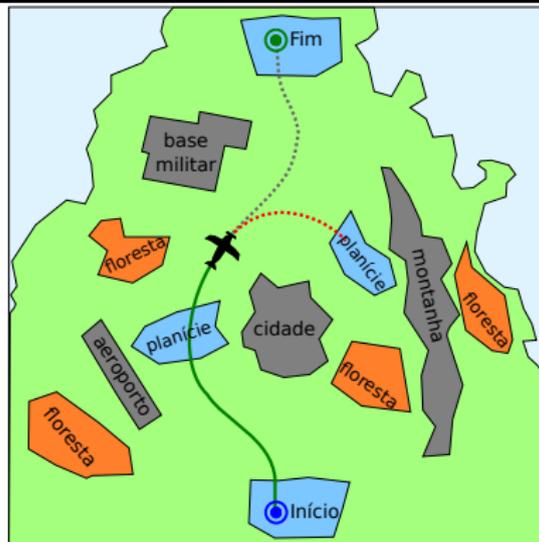
- 1 Introdução
- 2 Conceitos Fundamentais
- 3 Revisão Bibliográfica
- 4 Metodologia
- 5 Resultados Preliminares
- 6 Cronograma
- 7 Considerações Finais

Introdução

Contextualização



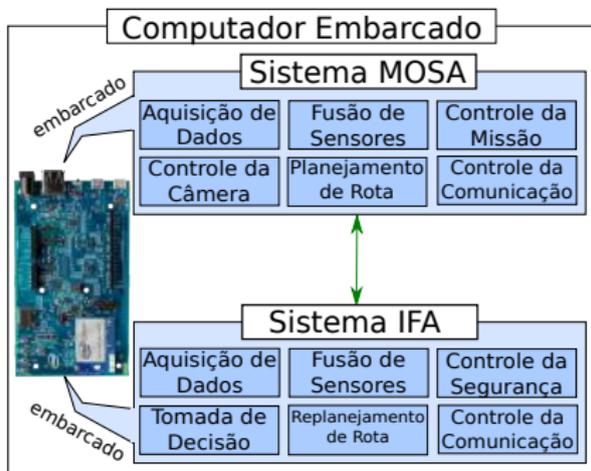
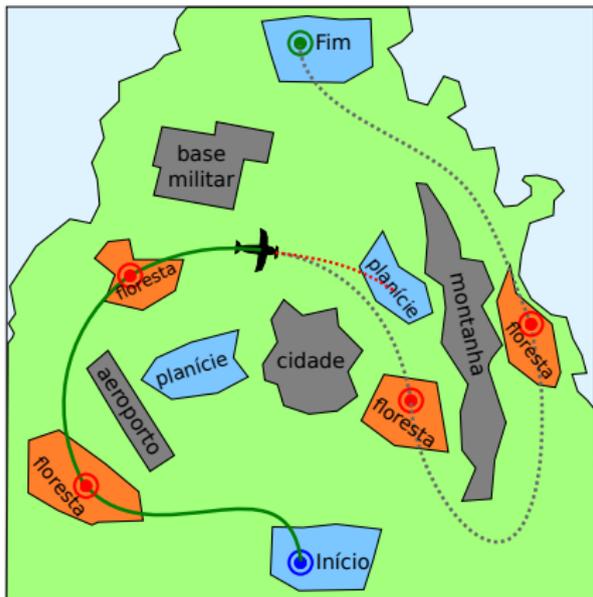
- Arquitetura MOSA proposta por Figueira *et al.* 2013.
- Planejador de rotas HGA4m desenvolvido por Arantes *et al.* 2016.



- Arquitetura IFA proposta por Mattei *et al.* 2013.
- Replanejador de rotas MGPA4s desenvolvido por Arantes *et al.* 2015.

Introdução

Contextualização



- Sistema MOSA para gerenciamento da missão;
- Sistema IFA para gerenciamento da segurança.

Objetivos

Propor uma arquitetura para VANTs de baixo custo com as seguintes características:

- Propósito geral: diferentes missões podem ser incorporadas sem grandes mudanças na arquitetura.
- Resiliência: os sistemas devem prevenir a propagação de erros ou alterar seu comportamento visando o correto funcionamento da aeronave.
- Autonomia: os sistemas operarão a aeronave com baixo nível de intervenção humana.

Conceitos Fundamentais

Veículos Aéreos Não-Tripulados



Ararinha



Rascal



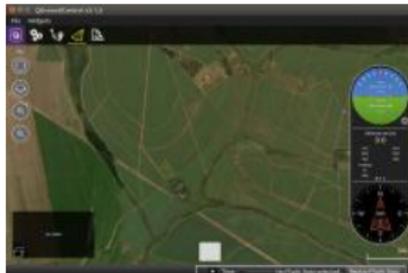
iDroneAlpha

Conceitos Fundamentais

Estação de Controle de Solo



Mission Planner



QGroundControl



MAVProxy

Conceitos Fundamentais

Simuladores de Voo



FlightGear



X-Plane

Conceitos Fundamentais

Pilotos Automáticos



APM



Pixhawk

Conceitos Fundamentais

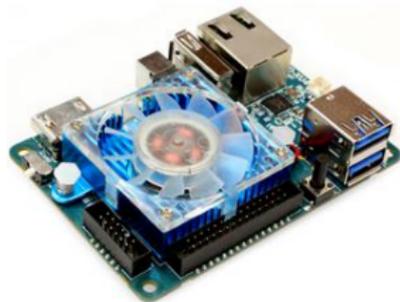
Companion Computers



Intel Edison



Raspberry Pi



Odroid XU4

Conceitos Fundamentais

Aviônicos



Receptor de rádio controle



Módulo de telemetria *air*

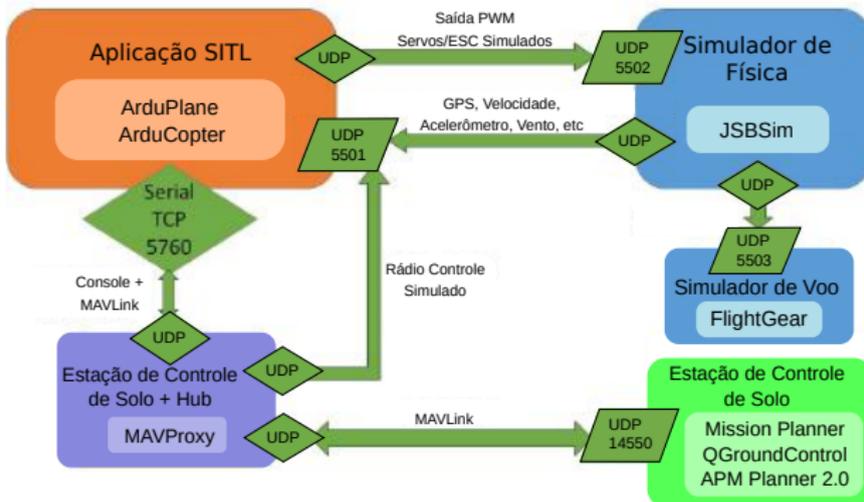


GPS com bússola

Conceitos Fundamentais

Simulação Software-In-The-Loop:

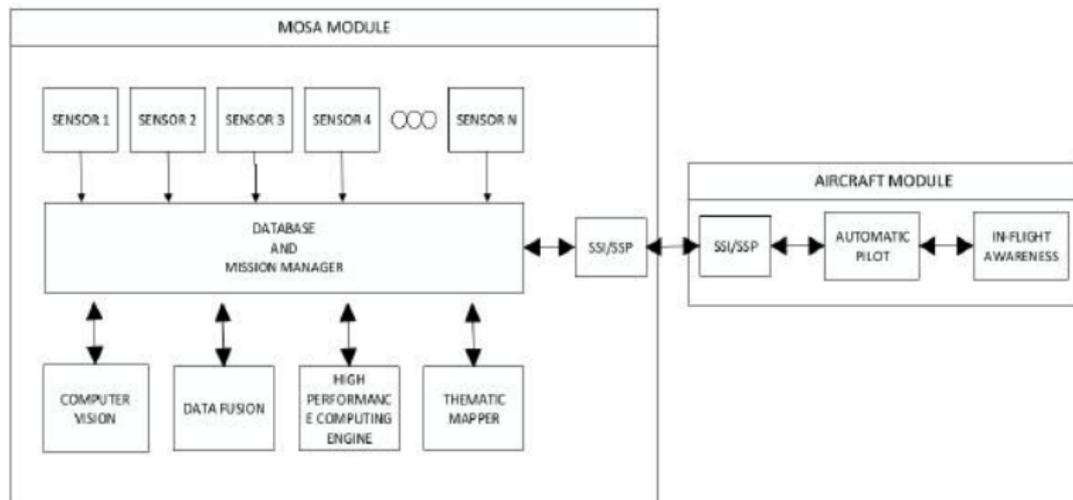
- Simulação em que todo o hardware é emulado em software;
- Hardware Emulado em Software: AP, Telemetria, RC, Receptor do RC, Aeronave e Sensores.



Revisão Bibliográfica

MOSA: *Mission Oriented Sensor Array*

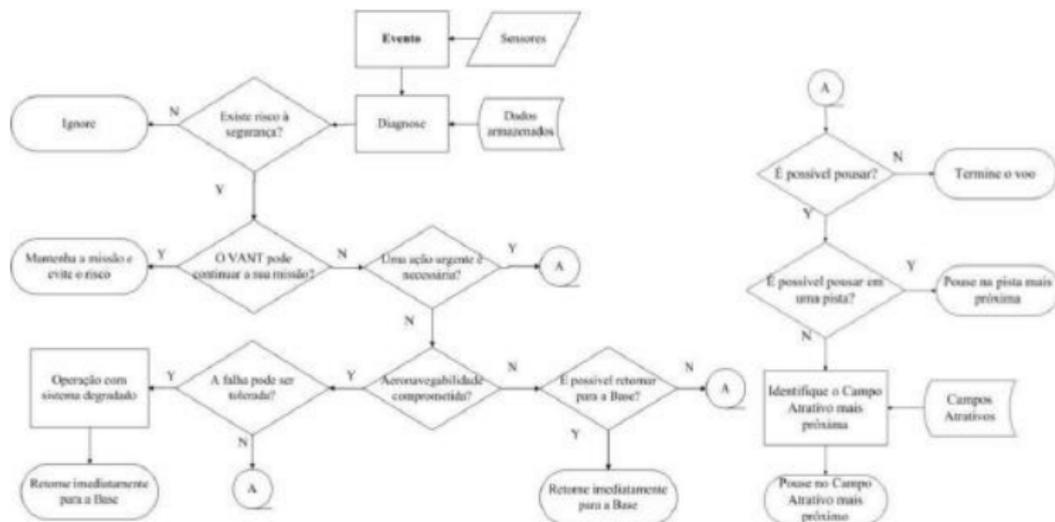
- Sistema responsável pelo cumprimento da missão;
- Arquitetura proposta em Figueira 2017;
- Sistema aplicado no geração automática de mapas temáticos;
- Sistema validado usando o Matlab Simulink.



Revisão Bibliográfica

IFA: *In-Flight Awareness*

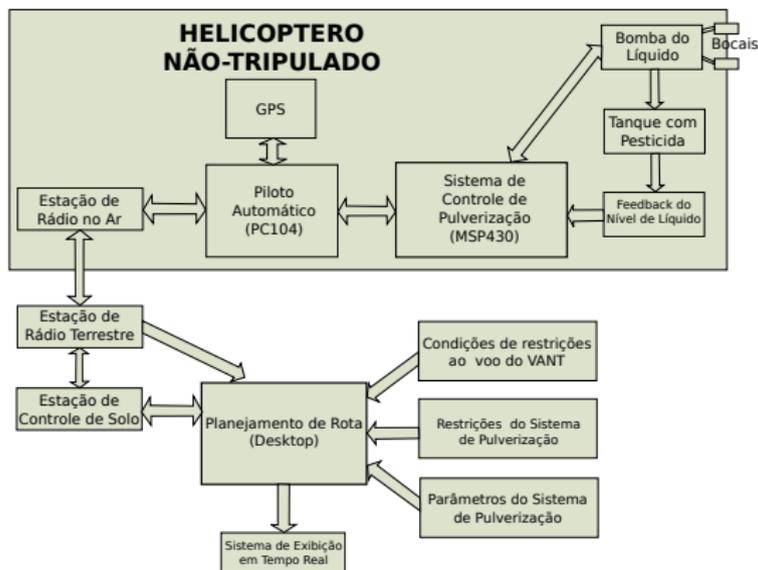
- Sistema responsável pela segurança em voo;
- Arquitetura proposta em Mattei 2015;
- Sistema validado usando o ambiente Labview junto com o X-Plane.



Revisão Bibliográfica

Arquitetura para Pulverização

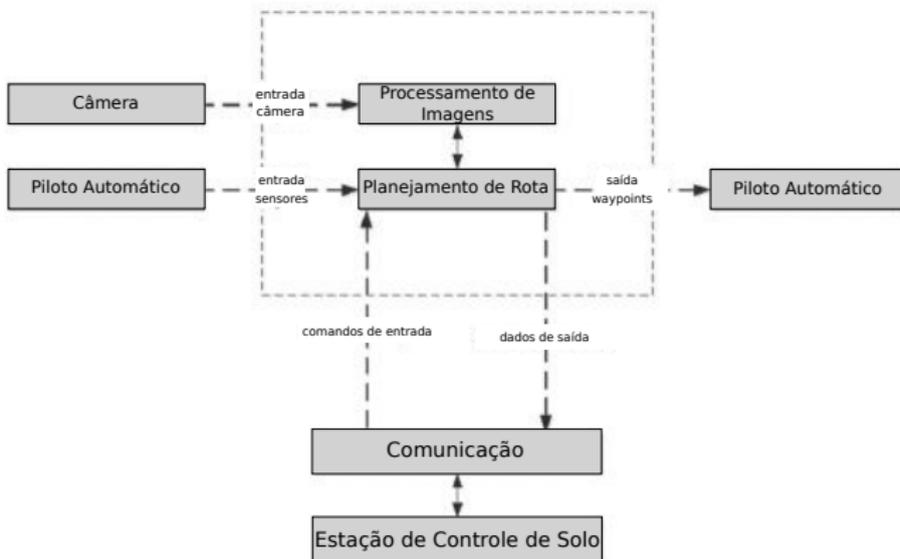
- Sistema autônomo para pulverização aérea;
- Arquitetura proposta em Xue *et al.* 2016;
- Aplicação em pulverização contra pragas agrícolas.



Revisão Bibliográfica

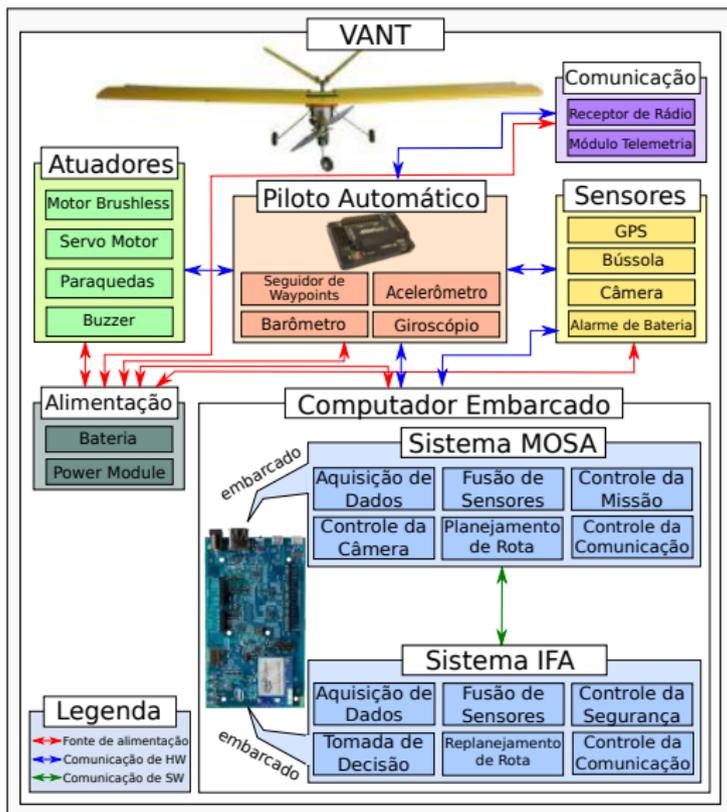
Arquitetura para Busca e Resgate

- Sistema autônomo para operações de busca e resgate;
- Arquitetura proposta em Brown *et al.* 2011;
- Aplicação em resgate de caminhantes perdidos no deserto.



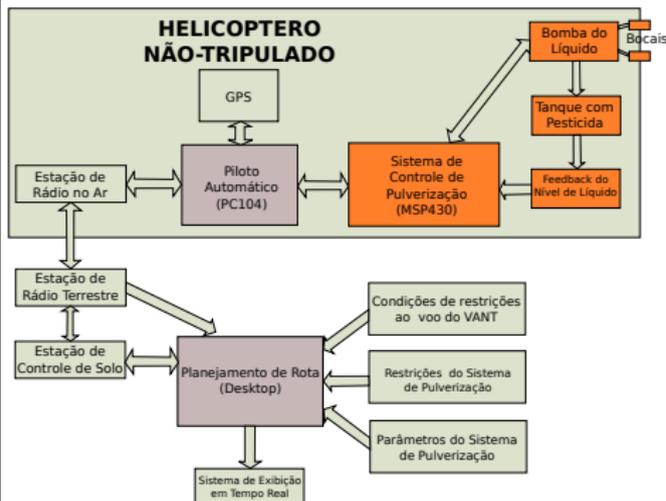
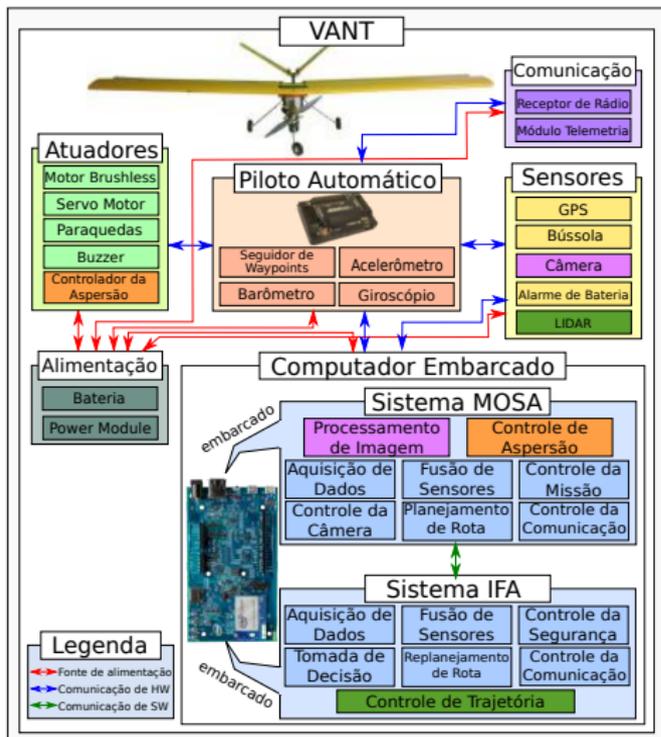
Metodologia

Arquitetura de Hardware/Software Proposta



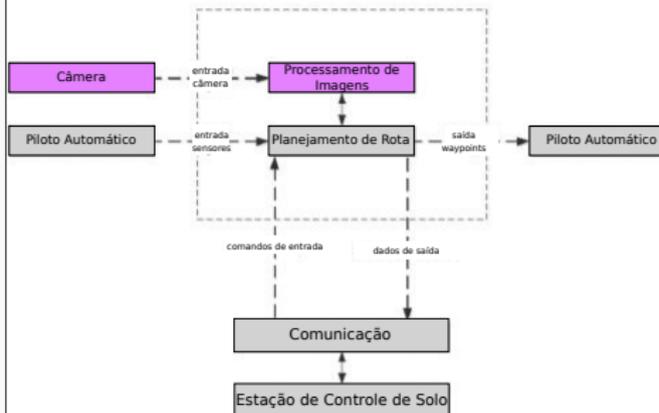
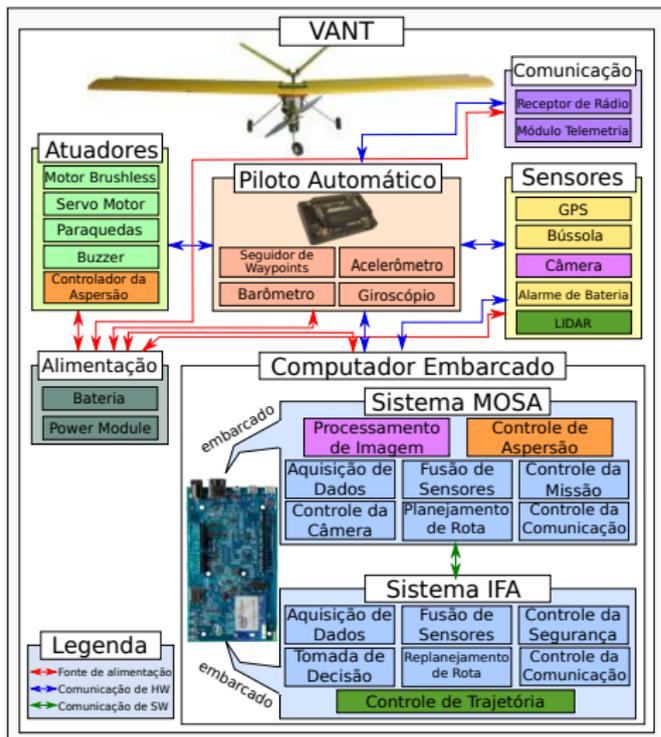
Metodologia

Arquitetura de Hardware/Software Proposta



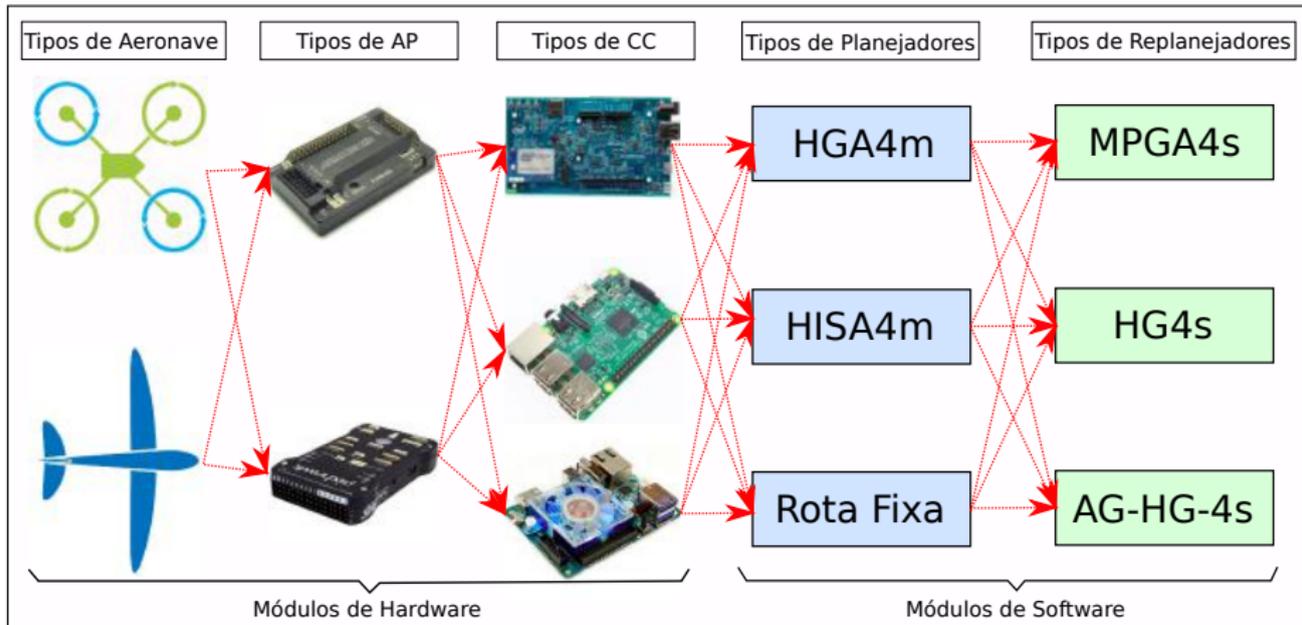
Metodologia

Arquitetura de Hardware/Software Proposta



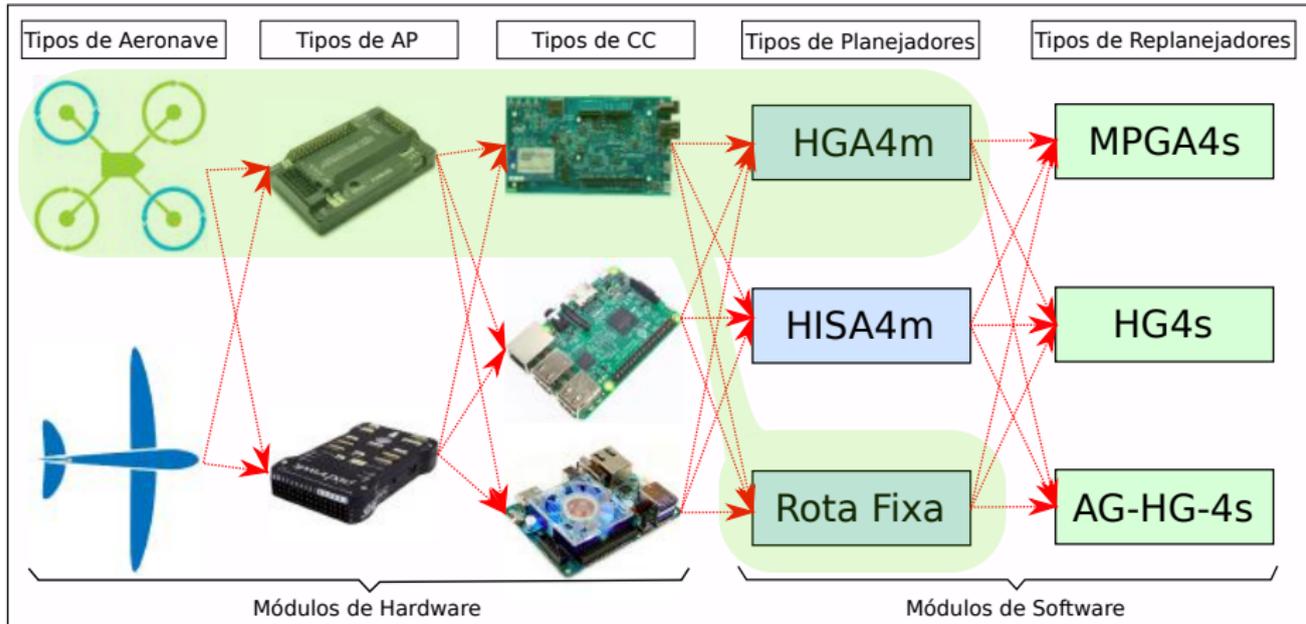
Metodologia

Arquitetura de Hardware/Software Plug-in-Play



Metodologia

Arquitetura de Hardware/Software Plug-in-Play



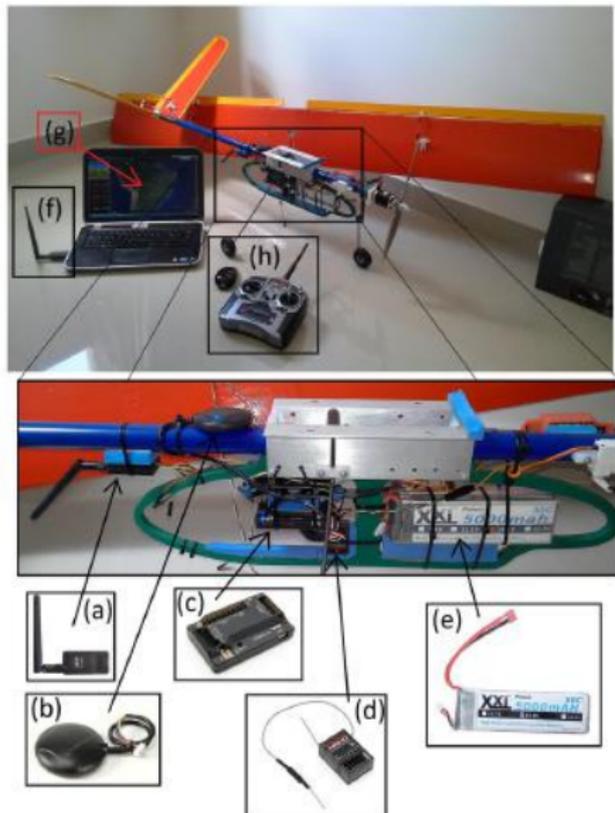
Metodologia

Plataforma iDroneAlpha



Metodologia

Plataforma Ararinha



Metodologia

Protocolo para Especificação do Mapa e da Missão



Metodologia

Exemplo em Aplicação em Imageamento Aéreo



Metodologia

Exemplo em Aplicação em Imageamento Aéreo



Metodologia

Exemplo em Aplicação em Imageamento Aéreo



Metodologia

Exemplo em Aplicação em Imageamento Aéreo



Metodologia

Exemplo em Aplicação em Imageamento Aéreo



Metodologia

Exemplo em Aplicação em Imageamento Aéreo



Metodologia

Exemplo em Aplicação em Imageamento Aéreo



Metodologia

Exemplo em Aplicação em Imageamento Aéreo



Metodologia

Exemplo em Aplicação em Imageamento Aéreo



Metodologia

Exemplo em Aplicação em Imageamento Aéreo



Artigos

- Publicado no GECCO 2017
- Publicado no ICTAI 2017

Resultados Preliminares

Artigo do GECCO

- Desenvolvimento sistema MOSA (simulado)
 - Integração do planejador: HGA4m
 - 40 mapas artificiais foram avaliados no total;
 - Critério de parada 10 segundos.
- Desenvolvimento sistema IFA (simulado)
 - Integração do replanejador: MPGA4s
 - 60 mapas artificiais foram avaliados no total;
 - 4 falhas críticas foram avaliadas;
 - Critério de parada 1 segundo.
- Plataformas avaliadas:

	PC i5	Intel Edison
Frequência	1.8 GHz	500 MHz
Memória RAM	4 GB	1 GB
Sistema Operacional	Linux - Ubuntu	Linux - Yocto

Resultados Preliminares

Artigo do GECCO

Método HGA4m

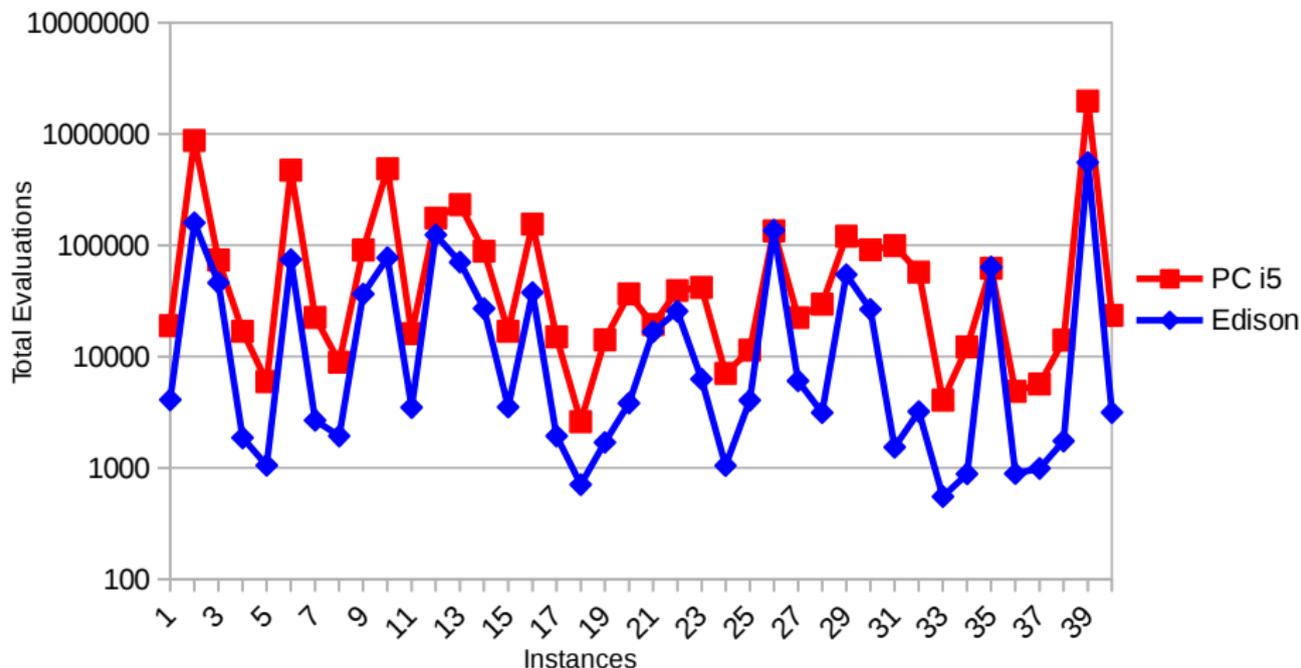


Figura 1: Número de avaliações por instância para o planejamento de rotas.

Resultados Preliminares

Artigo do GECCO

Método HGA4m

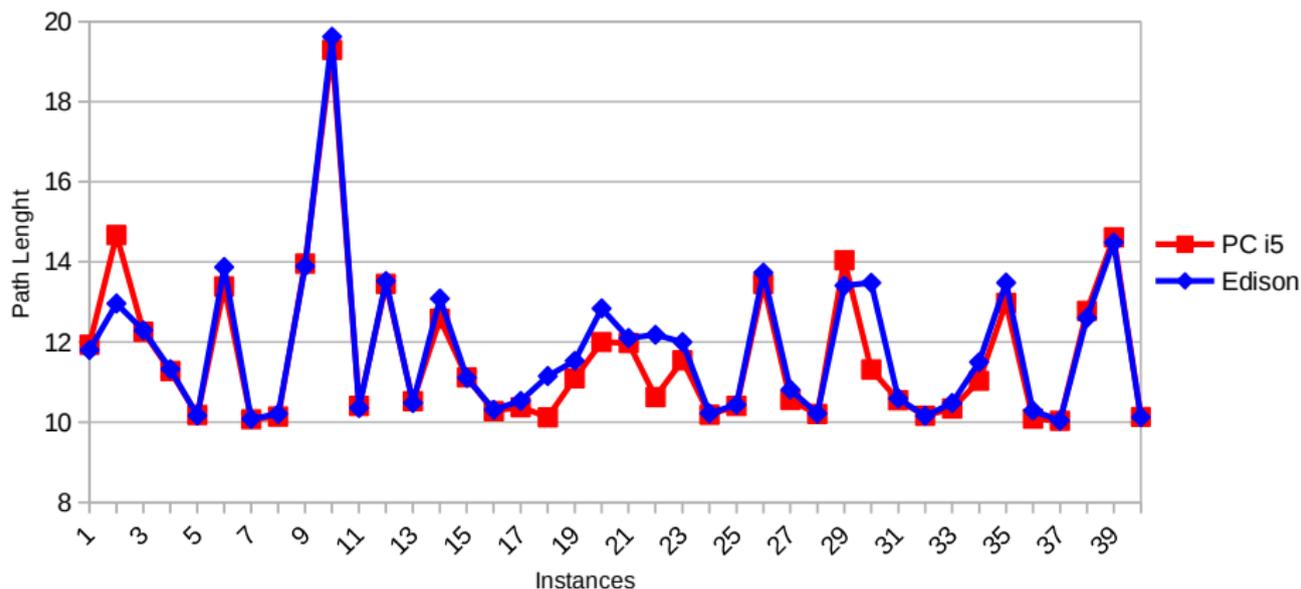


Figura 2: Comprimento do caminho por instância para o planejamento de rotas.

Resultados Preliminares

Artigo do GECCO

Método MPGA4s

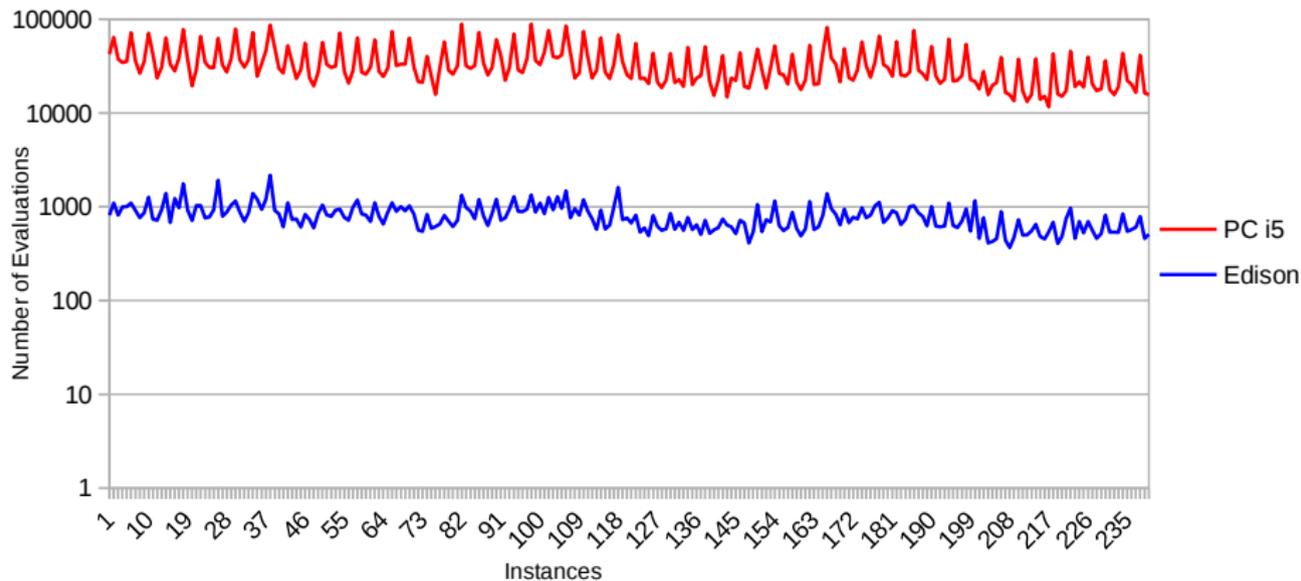


Figura 3: Número de avaliações por instância para o replanejamento de rotas.

Resultados Preliminares

Artigo do GECCO

Método MPGA4s

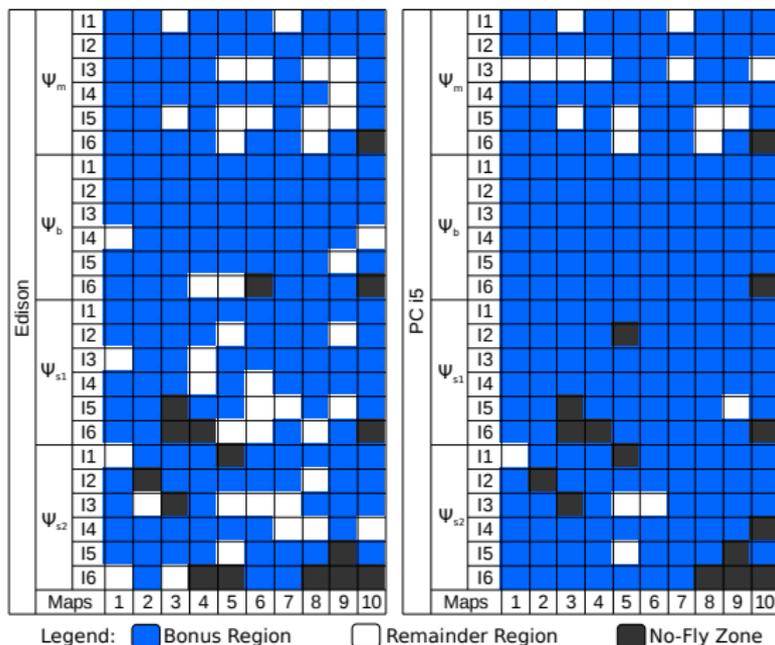


Figura 4: Locais de pouso em ambas arquiteturas para replanejamento.

Resultados Preliminares

Artigo do ICTAI

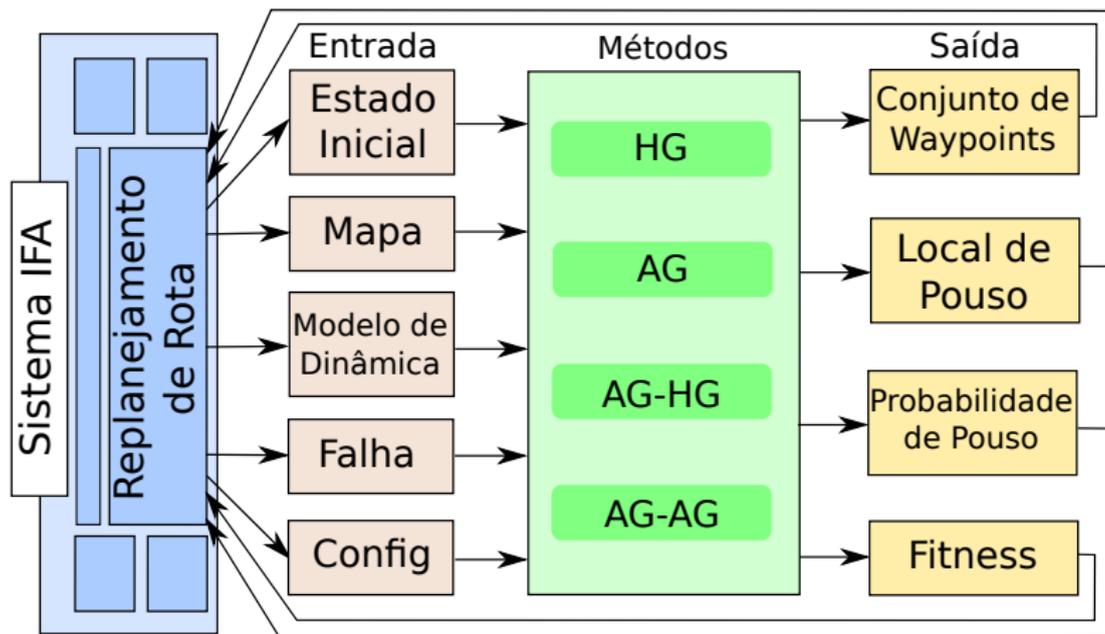


Figura 5: Arquitetura do sistema no módulo de replanejamento de rota.

Resultados Preliminares

Artigo do ICTAI

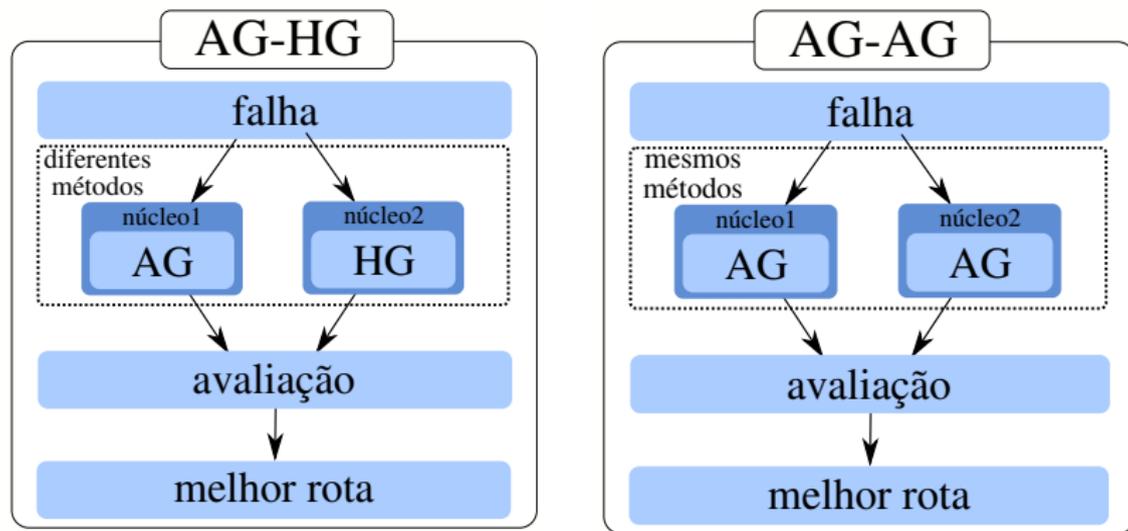


Figura 6: Estratégias implementadas executando os métodos em paralelo.

Resultados Preliminares

Artigo do ICTAI



Métodos	CP (ms)	Intel Edison			
		Ψ_b	Ψ_m	Média	Tempo
HG	-	86,7%	60,0%	73,3%	347
AG	250	72,3%	62,3%	67,3%	250
AG	500	84,7%	65,3%	75,0%	500
AG	1000	91,0%	68,0%	79,5%	1000
AG-HG	250	89,3%	62,7%	76,0%	309
AG-HG	500	90,3%	65,7%	78,0%	510
AG-HG	1000	92,3%	69,0%	80,7%	1000
AG-AG	250	81,0%	65,0%	73,0%	250
AG-AG	500	89,7%	68,3%	79,0%	500
AG-AG	1000	94,7%	70,0%	82,3%	1000
Média	-	87,2%	65,6%	76,4%	-

Figura 7: Resultado do estudo de caso em um cenário do mundo real usando AG-AG.

Cronograma

Atividades	Meses						
	01-06	07-12	13-18	19-24	25-30	31-36	37-42
Disciplinas	✓	✓					
Proficiência	✓						
Revisão Bibliográfica	✓	✓	✓	●	●	●	
Desenvolvimento			✓	●	●	●	
Qualificação				●			
Experimentação			✓	●	●	●	
Artigos		✓	✓	●	●	●	●
Tese						●	●

Legenda	Símbolo
Atividades já realizadas	✓
Atividades a serem feitas	●

Considerações Finais

Conclusão

- Este trabalho apresentou um proposta para automatização de VANTs para realização de missões com segurança;
- Uma arquitetura de hardware/software está sendo desenvolvida;
- Diversos planejadores de missão e segurança estão sendo adaptados ao novo contexto aqui proposto;
- Diversos resultados já foram obtidos executando em simulações computacionais e sobre a Intel Edison;
- Obtemos grandes avanços validando os planejadores em cenários do mundo real;
- Implementação do sistema MOSA básico integrado ao VANT.

Considerações Finais

Artigos Publicados

Conferências

- **GECCO 2017:** *An Embedded System Architecture based on Genetic Algorithms for Mission and Safety Planning with UAV.* Apêndice A.
- **ICTAI 2017:** *Evaluating Hardware Platforms and Path Re-Planning Strategies for the UAV Emergency Landing Problem.* Apêndice B.

Revista

- **IJAIT 2017:** *Heuristic and Genetic Algorithm Approaches for UAV Path Planning under Critical Situation.* Apêndice C.

Considerações Finais

Próximas Etapas

- Implementação dos sistemas MOSA e IFA.
- Avaliação sobre as aeronaves iDroneAlpha e Ararinha.
- Avaliação da arquitetura sobre outras plataformas de Hardware.
- Realização de experimentos em aplicações reais como imageamento aéreo e pulverização.

Muito Obrigado!
Perguntas!



E-mail para contato:

jesimar.arantes@usp.br