



17ª SEMANA
NACIONAL DE
**CIÊNCIA E
TECNOLOGIA**

Inteligência Artificial: A Nova Fronteira da Ciência Brasileira



Inteligência Artificial para a Área Aeroespacial: Teste de Software e Veículos Aéreos Não Tripulados

09 de Outubro 2020

Valdivino Alexandre de Santiago Júnior

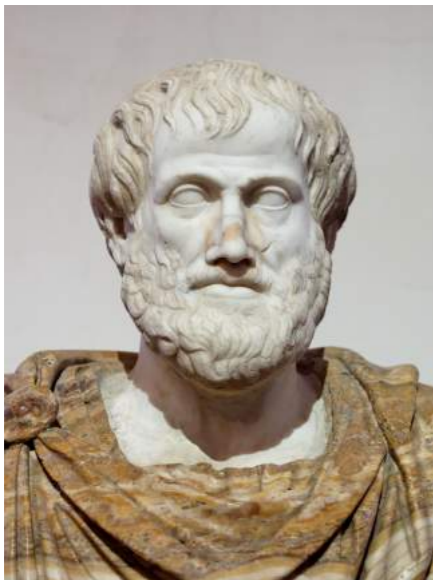
Coordenação de Pesquisa Aplicada e Desenvolvimento Tecnológico (COPDT)

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

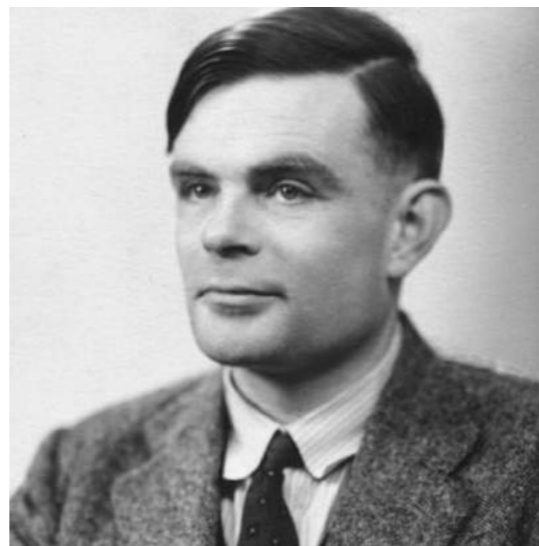
São José dos Campos, SP, Brasil

Inteligência Artificial (IA)

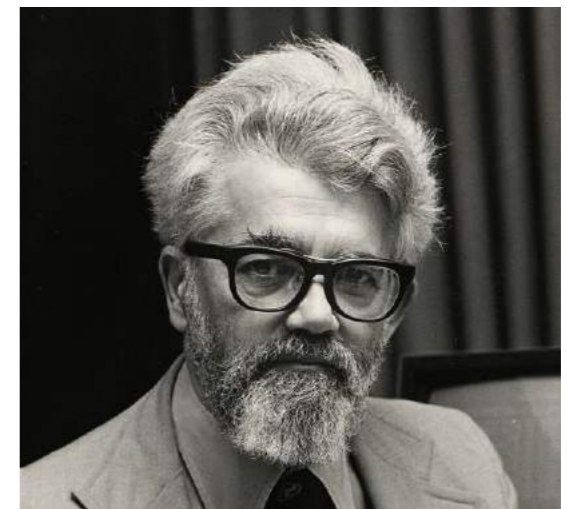
- ❖ John McCarthy: “A Ciência e Engenharia de produzir máquinas inteligentes”.



Aristóteles

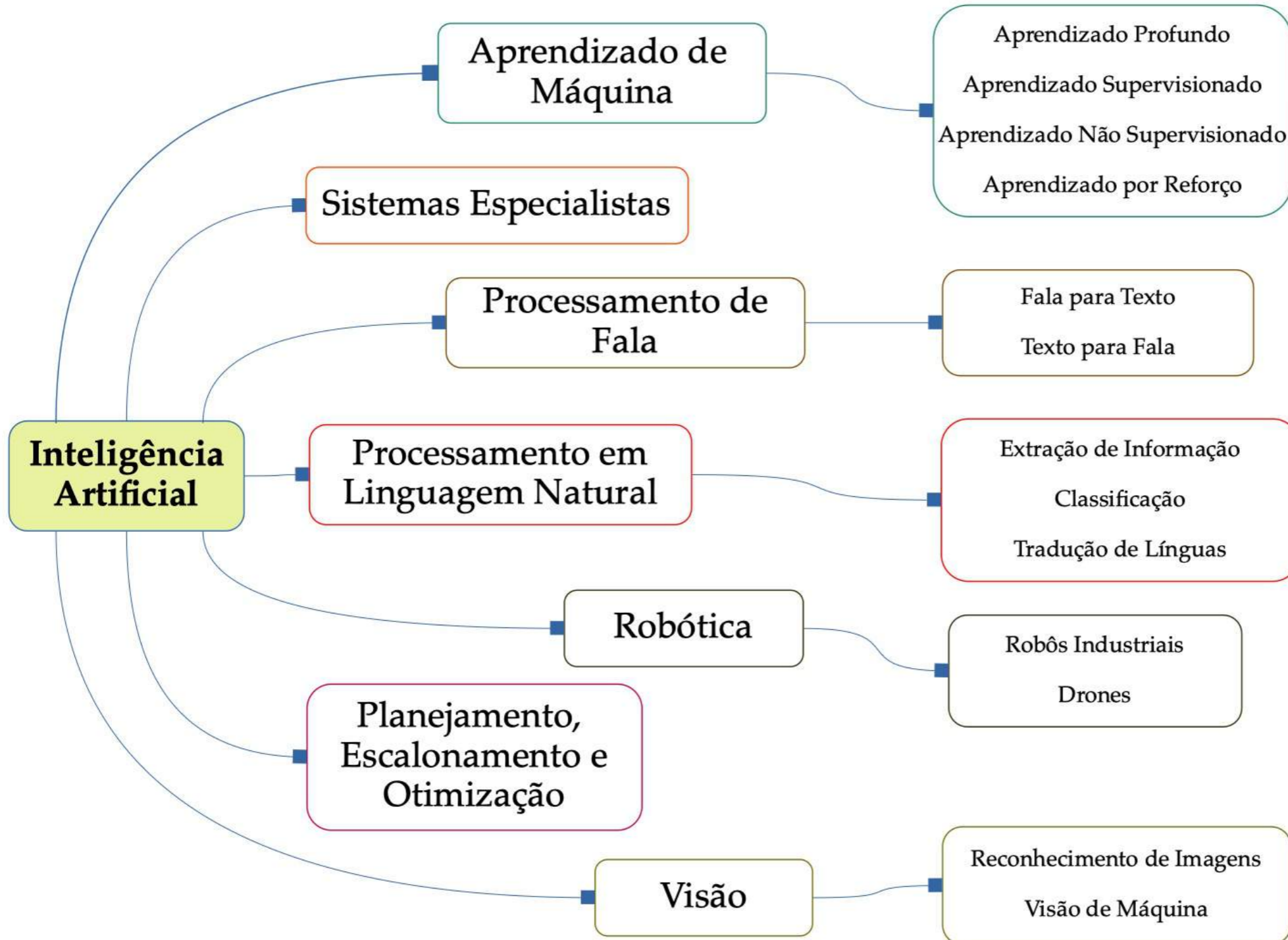


Alan Turing



John McCarthy

IA: Campos

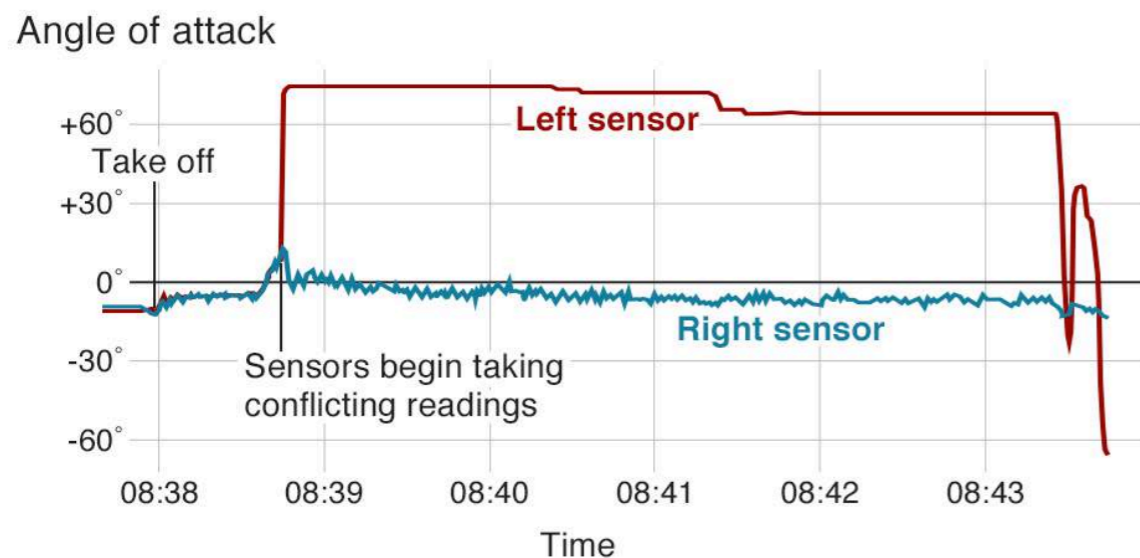


Parte 1: IA para Teste de Software

Por que Testar Software?

- ❖ Boeing 737 Max: dois acidentes (2018, 2019); 346 pessoas mortas.

Manoeuvring Characteristics Augmentation System (MCAS)



Fonte: <https://www.bbc.com/news/world-africa-47553174>

Teste: Saídas Não Triviais

Head quarters Science

Cyril Pernet and Tom Nichols

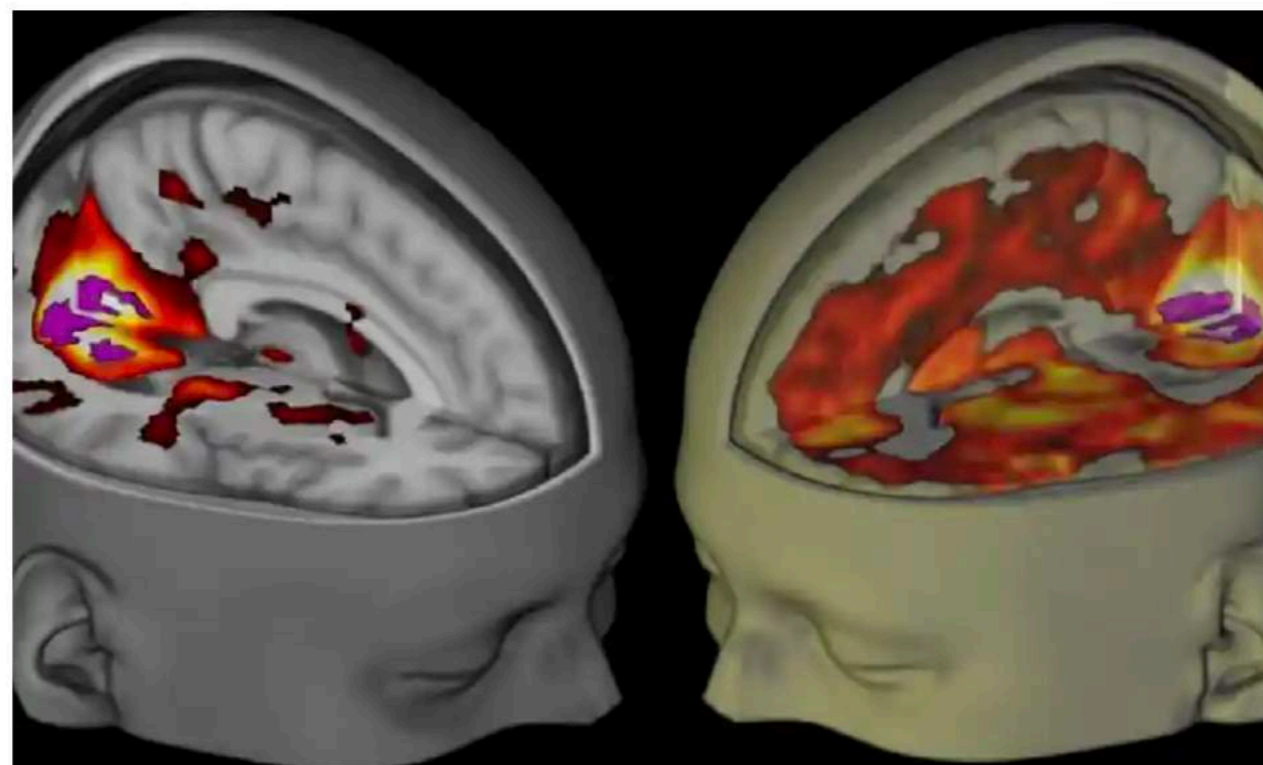
Fri 30 Sep 2016 07.30 BST



90 17

Has a software bug really called decades of brain imaging research into question?

Over the summer, some headlines suggested that a study highlighting issues in the way we analyse fMRI data renders the technique irretrievably flawed. But the reality is much more nuanced

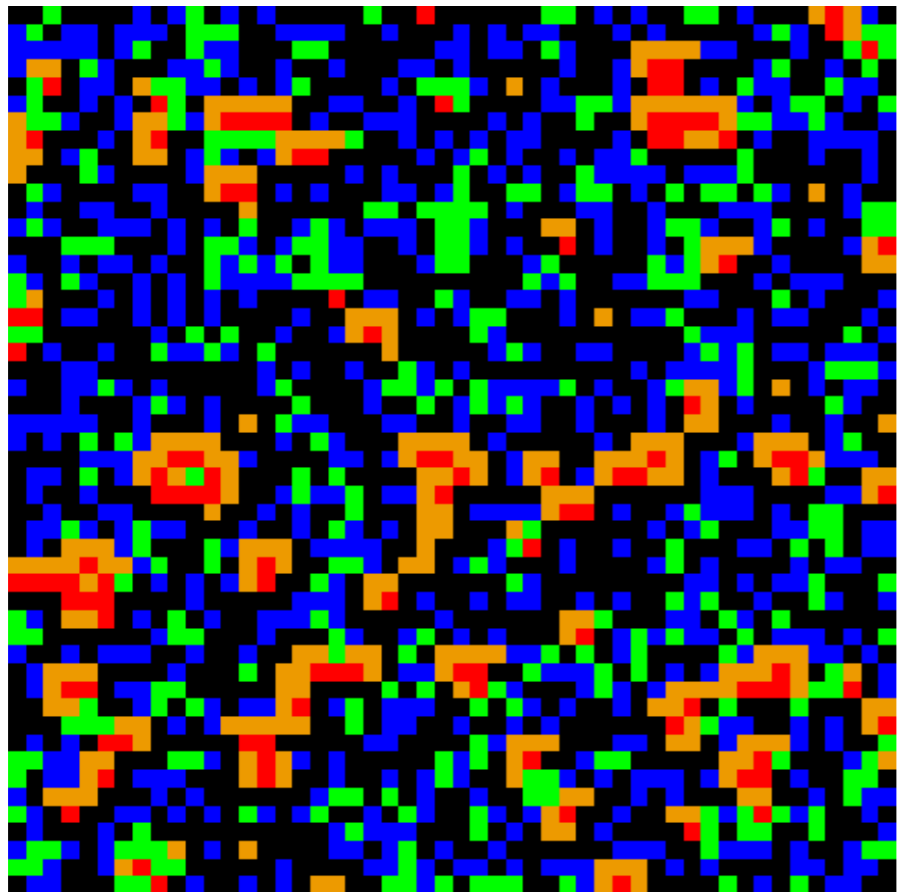


▲ Is functional MRI research in a sorry state, or is the science just going through a normal process of refinement and improvement? Photograph: Handout/Reuters

Fonte: <https://www.theguardian.com/science/head-quarters/2016/sep/30/has-a-software-bug-really-called-decades-of-brain-imaging-research-into-question>

Modelagem de Sistemas Complexos

❖ Autômato Celulares: Vírus Influenza A.

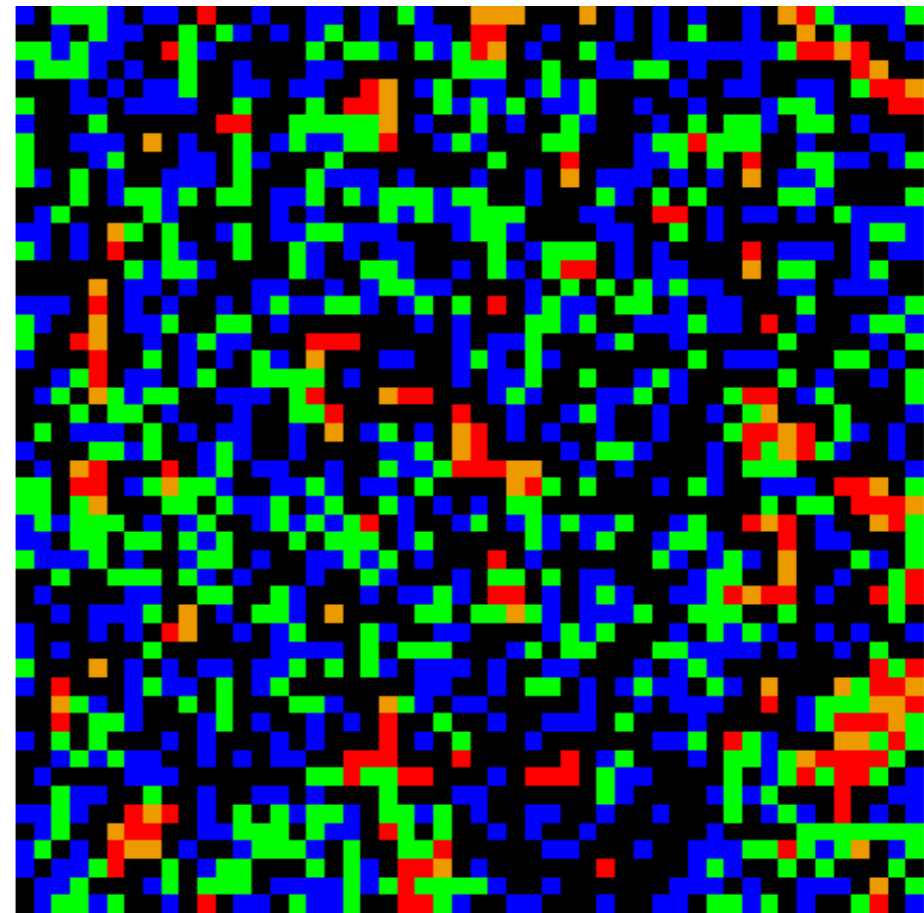
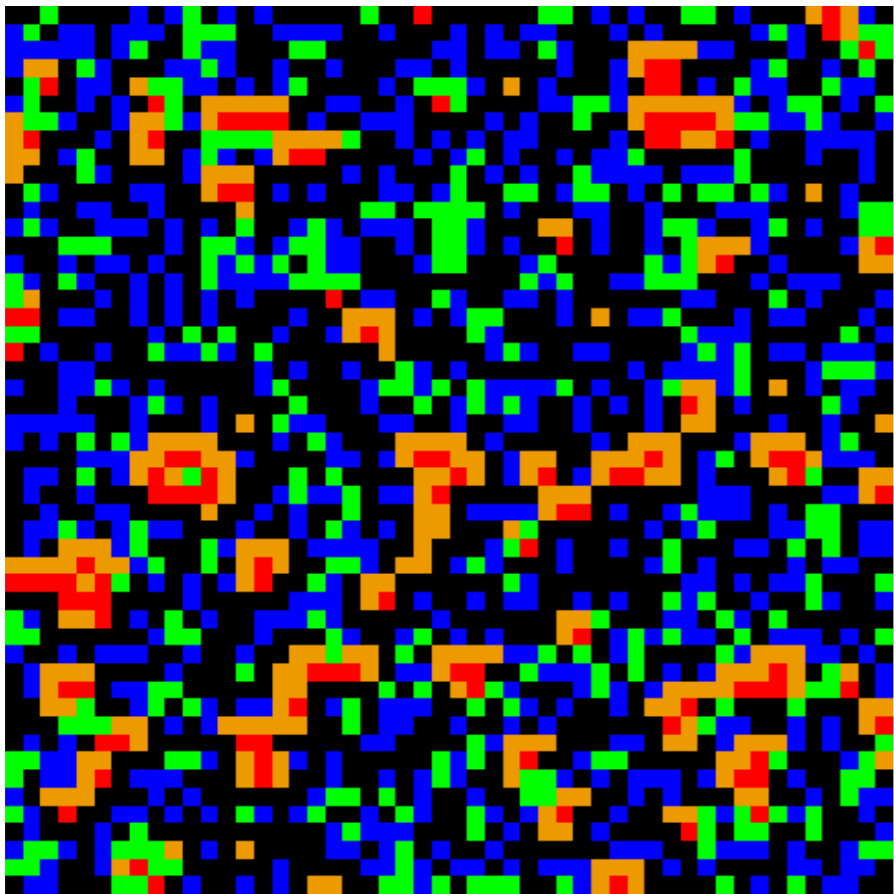


Célula:

- 1.) Saudável = Verde;
- 2.) Infectada = Vermelha;
- 3.) Imune = Azul;
- 4.) Morta = Preta;
- 5.) Infectante = Laranja.

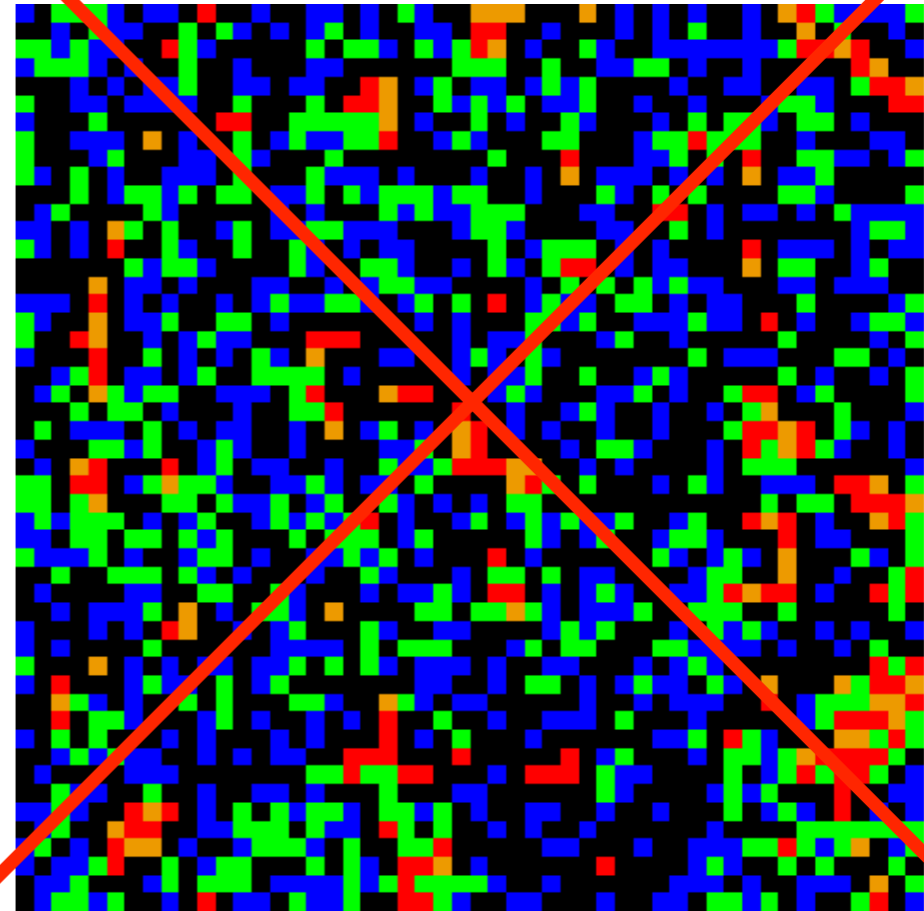
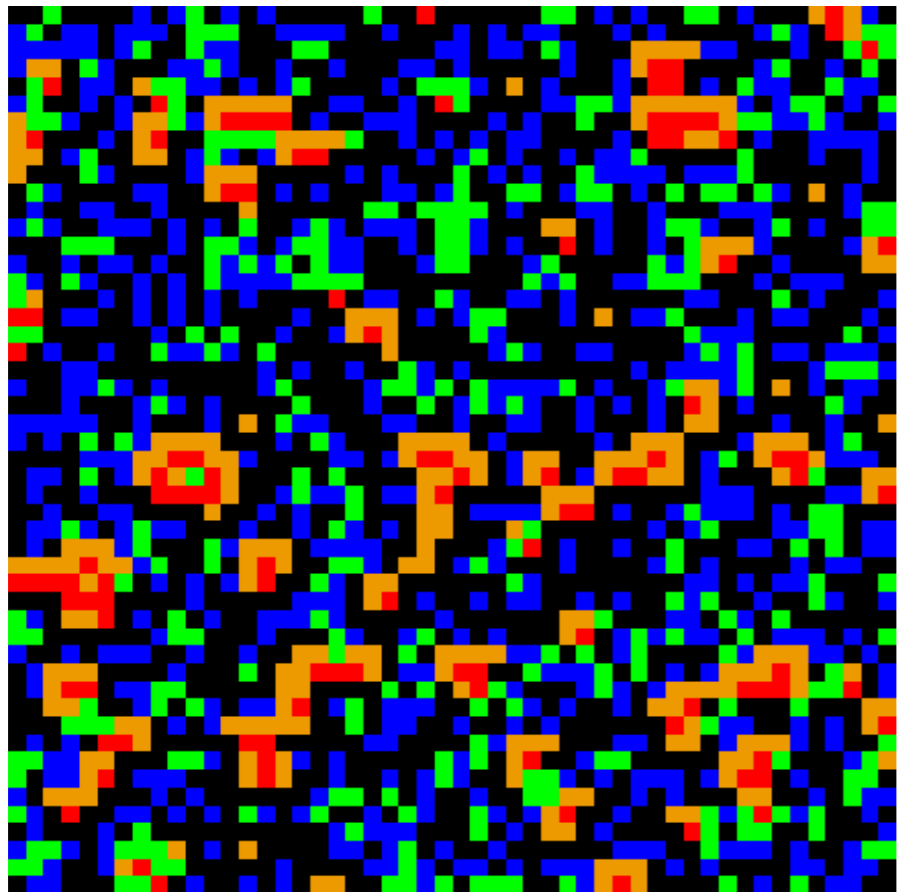
Modelagem de Sistemas Complexos

- ❖ Autômato Celulares: Vírus Influenza A.



Modelagem de Sistemas Complexos

- ❖ Autômato Celulares: Vírus Influenza A.



Código: mutantes de 2a. ordem.

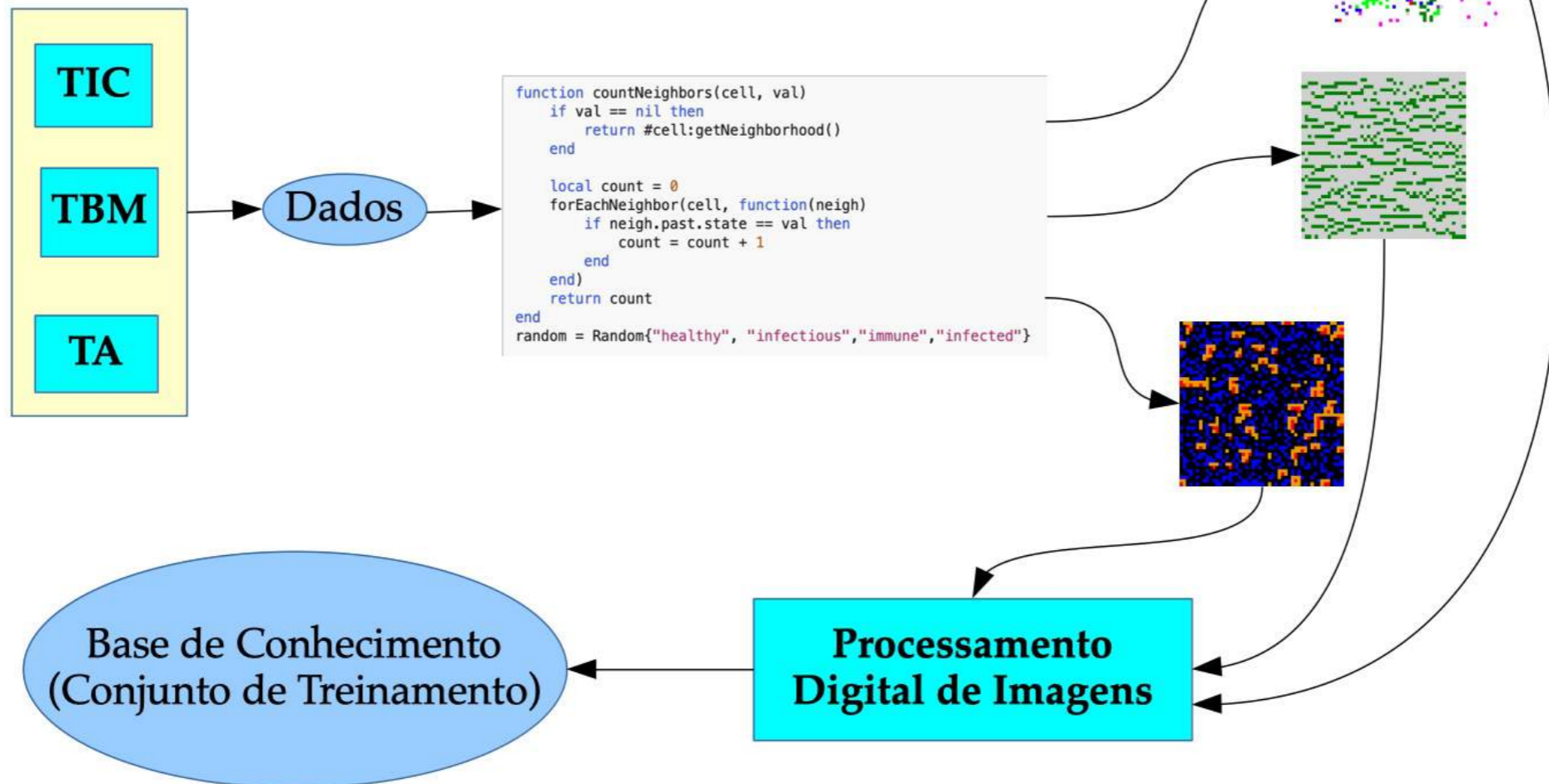
Metodologia DaOBML

- ❖ Test **D**ata Generation and **O**racle via Knowledge **B**ase and **M**achine Learning (DaOBML).
- ❖ Técnicas de Geração de Dados de Teste: Teste de Interação Combinatória (TIC), Teste Baseados em Modelos (TBM), Teste Aleatório (TA).
- ❖ Processamento Digital de Imagens.
- ❖ Aprendizado de Máquina: principal componente do Procedimento do Oráculo.

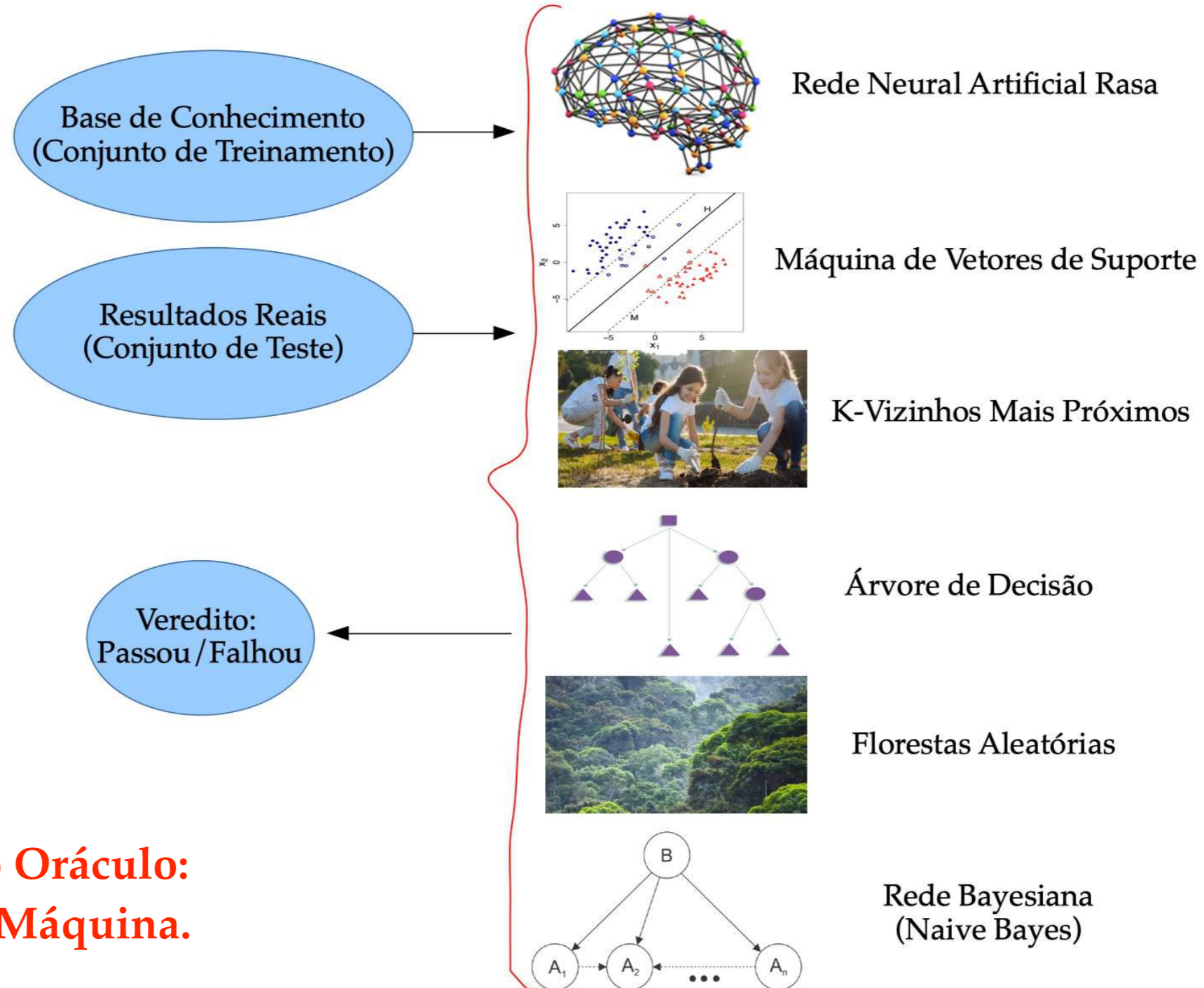
Metodologia DaOBML

❖ Geração de Base de Conhecimento.

Geração de Dados de Teste

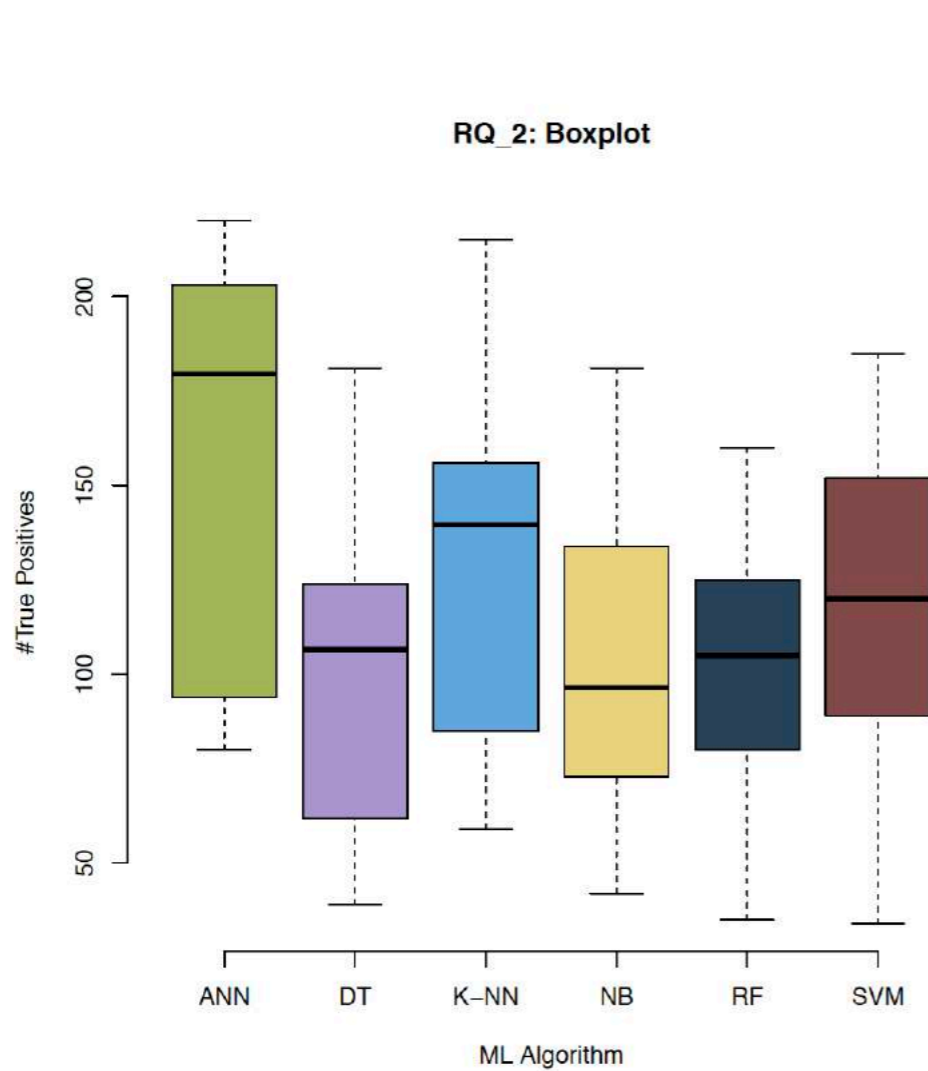


Metodologia DaOBML

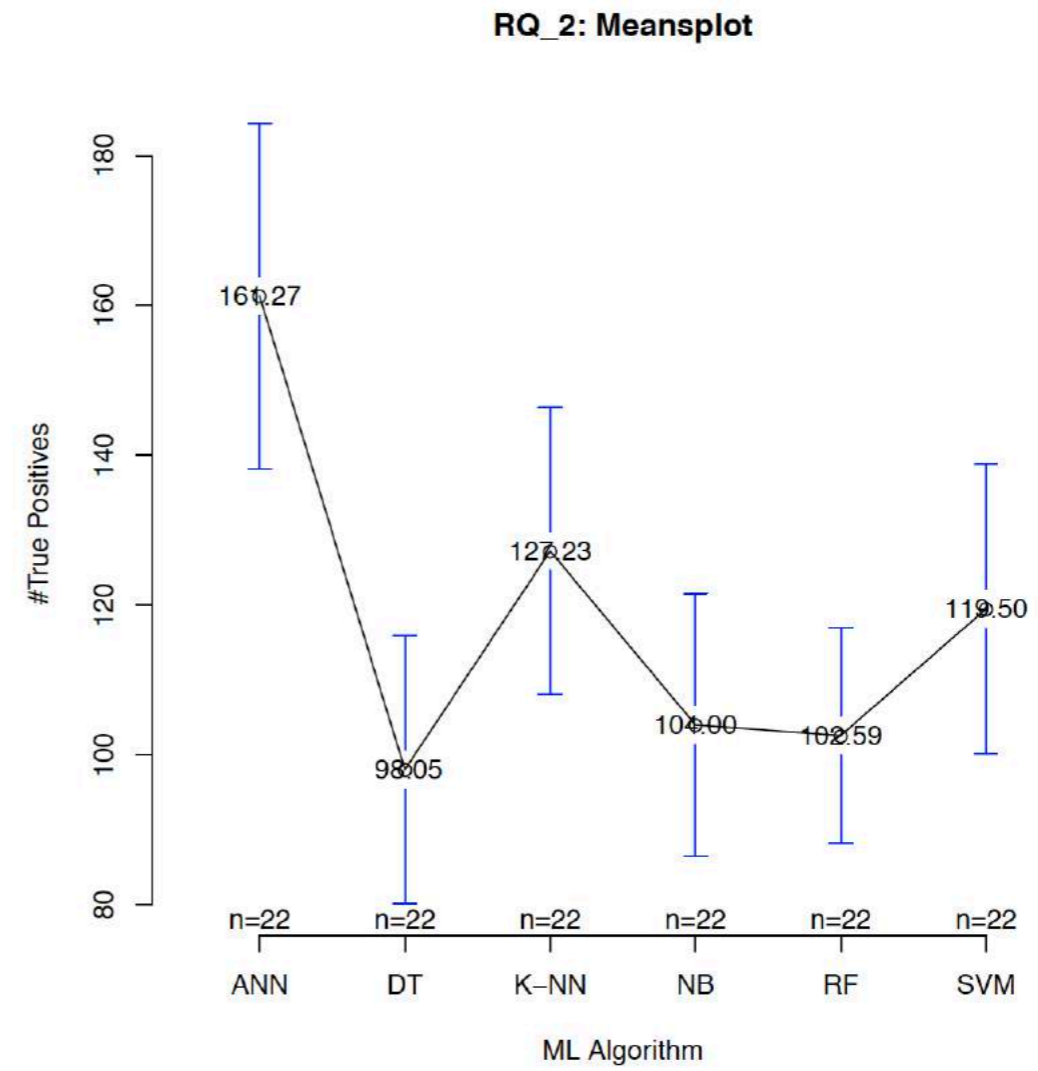


**Procedimento do Oráculo:
Aprendizado de Máquina.**

Avaliação Experimental



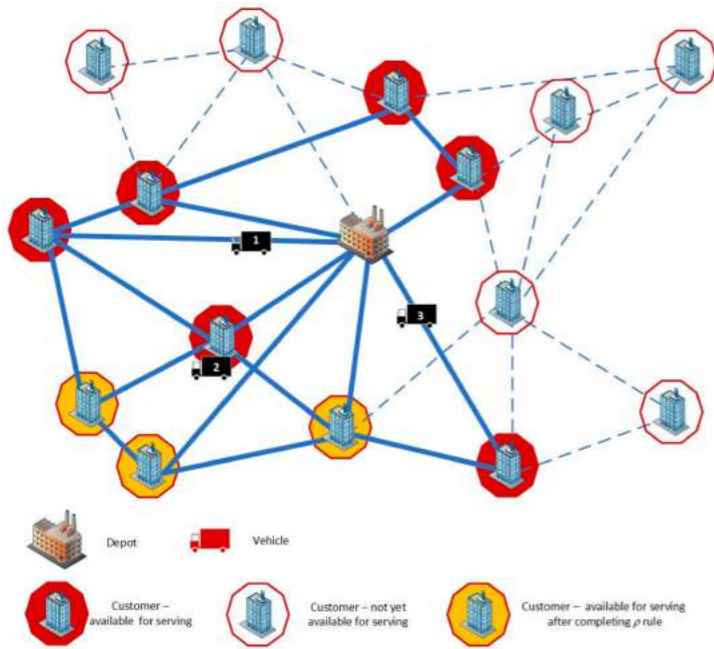
(a) Bloxpot



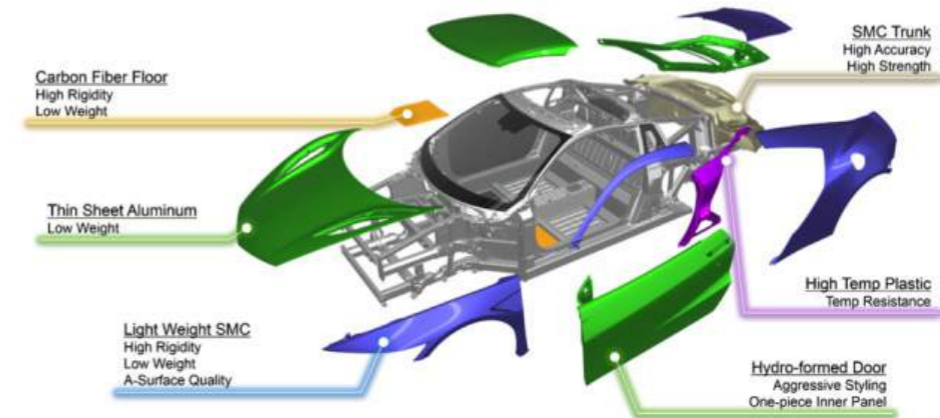
(b) Meansplot

Melhor: Rede Neural Artificial Rasa (ANN).

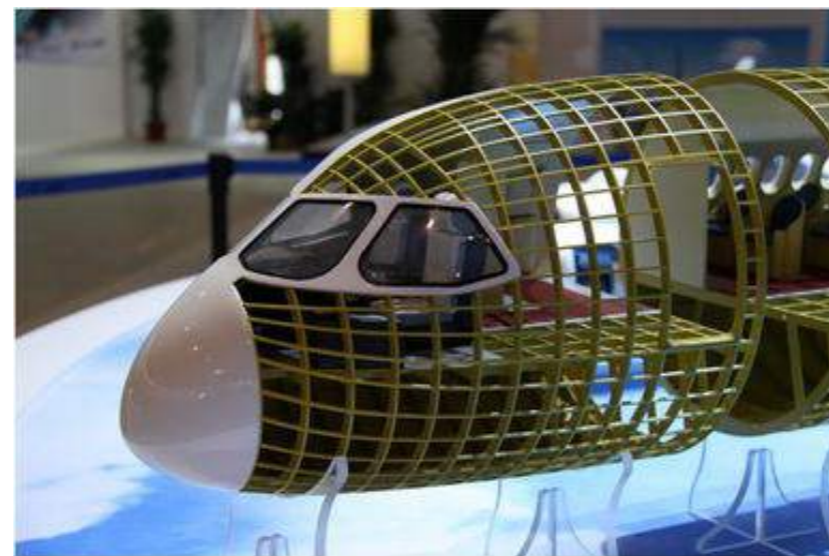
Otimização



Roteamento de Veículos



Indústria Automotiva



Indústria Aeroespacial

Otimização em Teste de Software

- ❖ Testar um produto de software: problema de Otimização.
- ❖ Objetivos de teste se assemelham a funções objetivo.
- ❖ Exemplo: Geração de Casos de Teste de Integração.

Método InMeHy

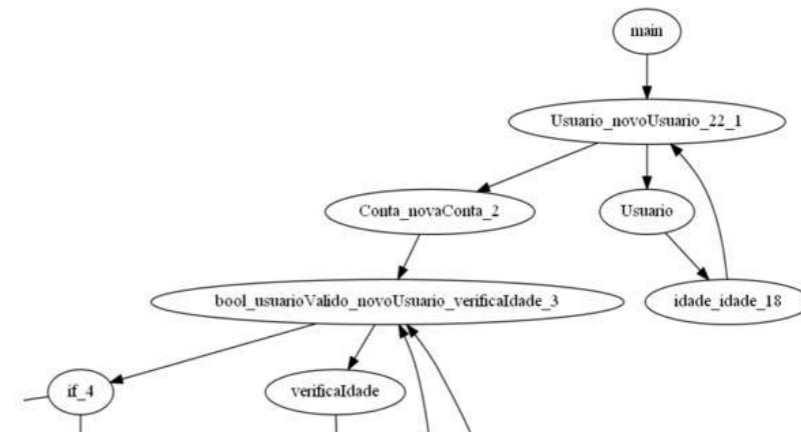
- ❖ Software **I**ntegration Testing via **M**etaheuristics and **H**yper-heuristics (InMeHy).

Código-Fonte em C++

```

1 #include "conta.hpp"
2 #include "usuario.hpp"
3
4 int main()
5 {
6     Usuario novoUsuario (22);
7     Conta novaConta;
8
9     bool usuarioValido = novoUsuario.verificaIdade();
10
11     if (usuarioValido)
12     {
13         novaConta.inicializa(novoUsuario, 100);
14         novaConta.deposita(10);
15     }
16     return 0;
17 }
    
```

Grafo de Integração das Classes



Casos de Teste de Integração



Meta-heurísticas e Hiper-heurísticas

Funções Objetivo:

- 1.) Cobertura de Arestas (max)
- 2.) Esforço de Execução (min)
- 3.) Inconsistência (min)

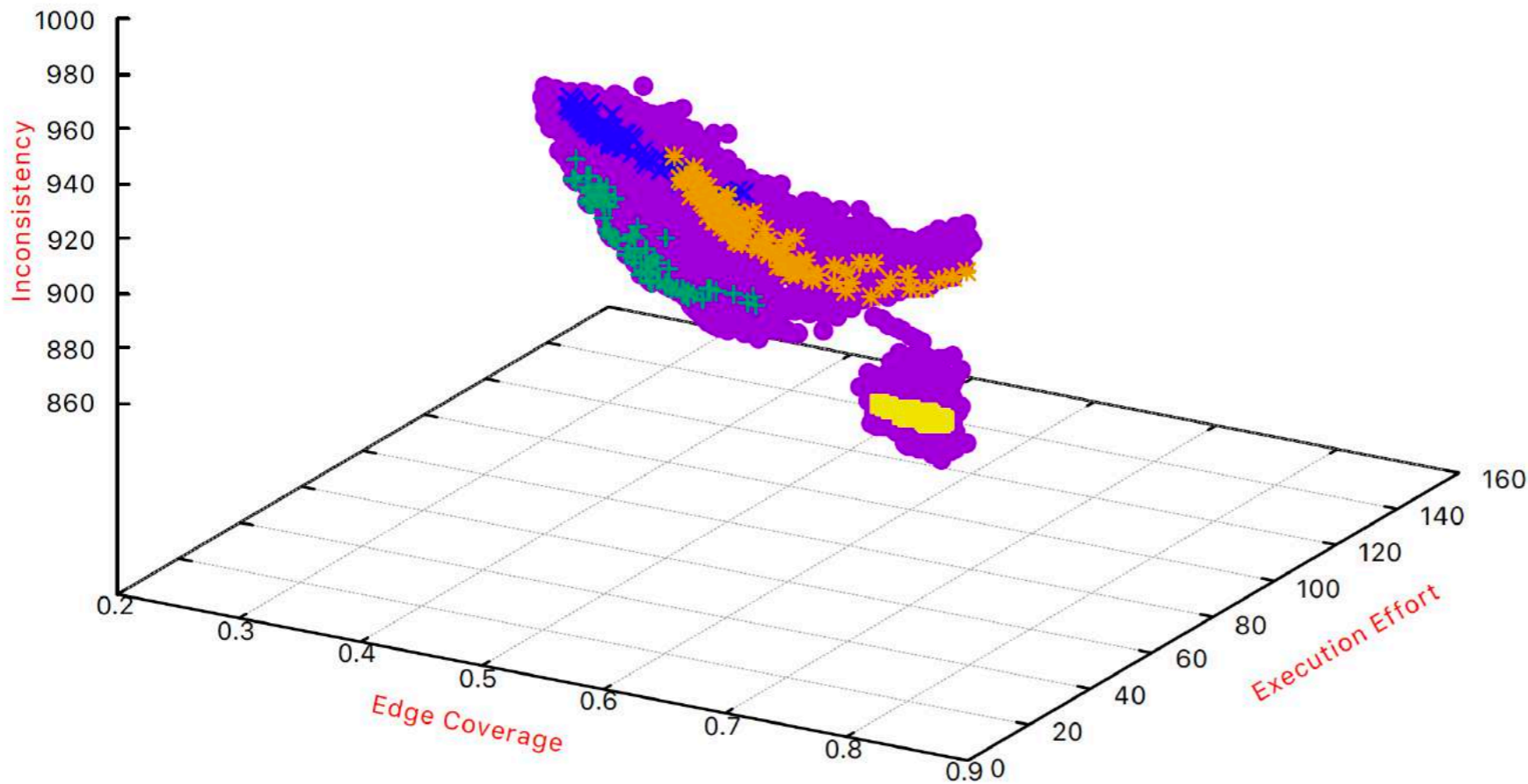
Avaliação Experimental

- ❖ Quatro Meta-heurísticas avaliadas:
 - ❖ Algoritmos Evolutivos Multi-Objetivo: IBEA, SPEA2;
 - ❖ Algoritmos Evolutivos para Vários Objetivos: NSGA-III, MOMBI-II.
- ❖ Estudos de caso: softwares de geoinformática.

Avaliação Experimental

TLGM14_3

- True Known Pareto Front ●
- IBEA +
- NSGA-III ×
- SPEA2 *
- MOMBI-II ■



Melhor: IBEA.

Parte 2: IA para Veículos Aéreos Não Tripulados

Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs)



**Aeromodelo (Drone):
recreativo.**



**Aeronave Remotamente
Pilotada (VANT-ARP):
comercial,
corporativo ou experimental.**



VANTs

- ❖ Menos risco a vidas humanas.
- ❖ Baixo custo.
- ❖ **VANTs Autônomos:** Inteligência e Versatilidade.

VANTs Autônomos: Navegação

- ❖ Sistema Inercial de Navegação (INS) + Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS / GPS).



Jamming: interferência no sinal GNSS.

Intencional ou Não Intencional (Anomalia Magnética do Atlântico Sul).



Spoofing: sinais tipo GNSS para enganar o receptor.

VANTs Autônomos: Navegação

- ❖ Visão Computacional (Processamento Digital de Imagens).



Câmeras (Espectro Visível)



Câmeras Multiespectrais



Sensores LiDAR (Laser)

VANTs Autônomos: Navegação

❖ Visão Computacional (Processamento Digital de Imagens).



Câmeras (Espectro Visível)



Câmeras Multiespectrais

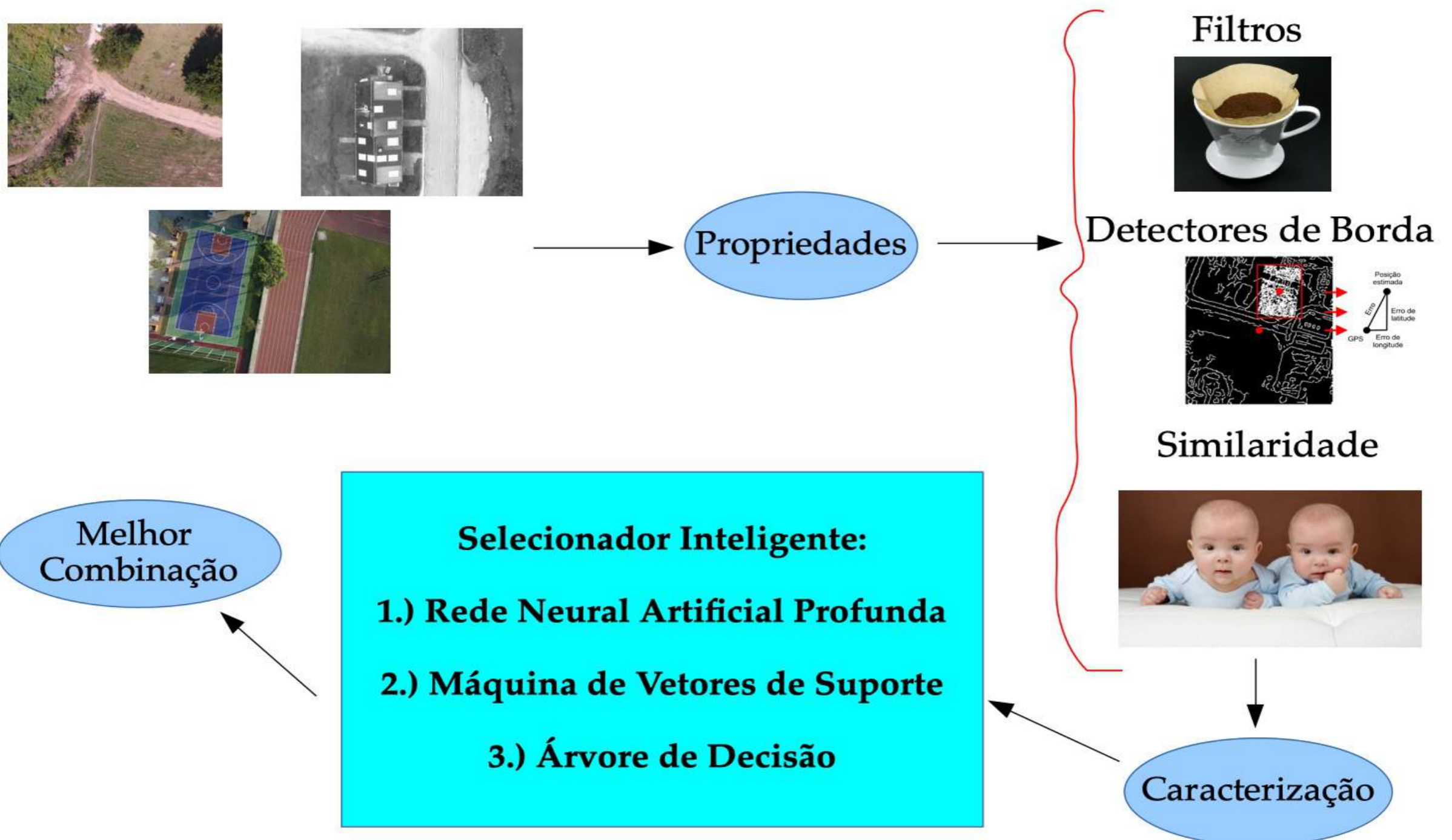


Sensores LiDAR (Laser)

Navegação via Visão Computacional

- ❖ Motivação:
 - ❖ Falta de estudos para caracterizar diferentes técnicas de filtragem e detecção de bordas de acordo com diversos cenários;
 - ❖ Ausência de um sistema inteligente que possa selecionar, automaticamente, a melhor combinação de técnicas de acordo com o cenário.

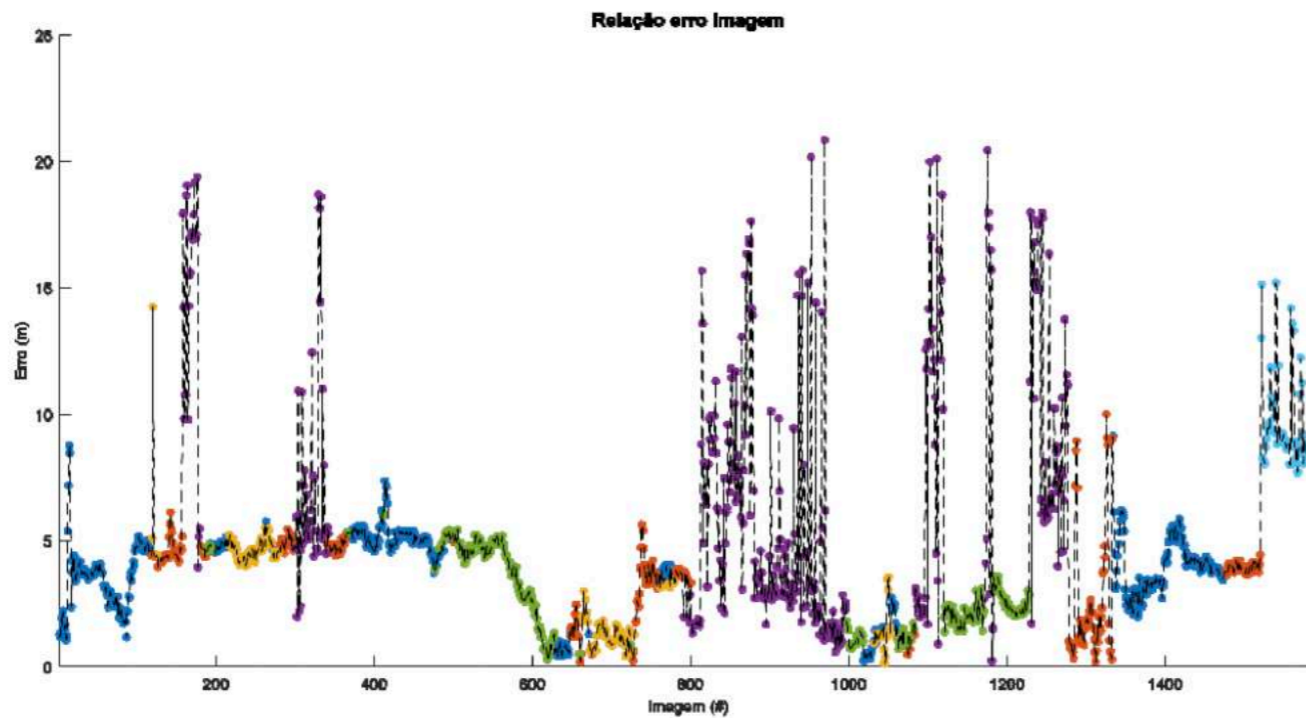
Navegação via Visão Computacional



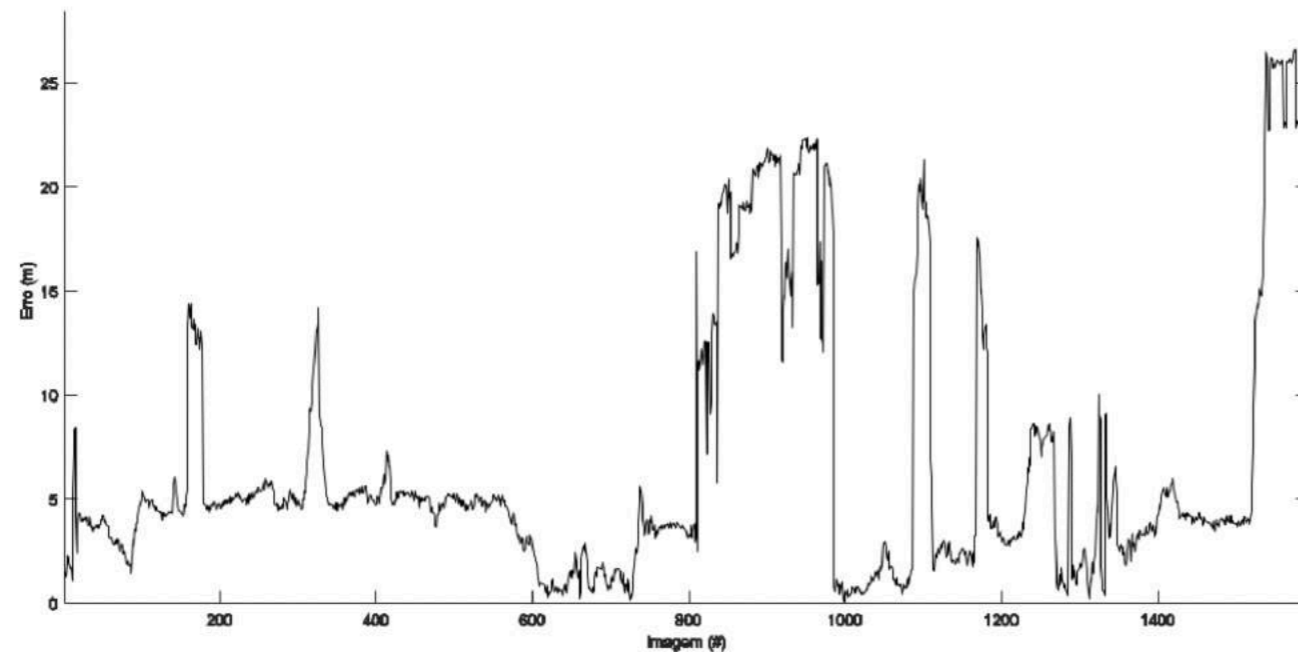
Caracterização de Técnicas

- ❖ Combinações de Filtro, Detector de Borda, Similaridade: **2000**.
- ❖ Voos:
 - ❖ Brasil: 32 m (baixo; mudança frequente de paisagens);
 - ❖ Suécia: 60 m (médio; trajetória única, sem repetição);
 - ❖ México 1: 70 m (médio; trajetória em zigue-zague, repetição parcial);
 - ❖ México 2: 45 m (médio; trajetória espiral, repetição total).

Avaliação Experimental



Abordagem Autoadaptativa com Rede Neural Artificial Profunda: Melhor.

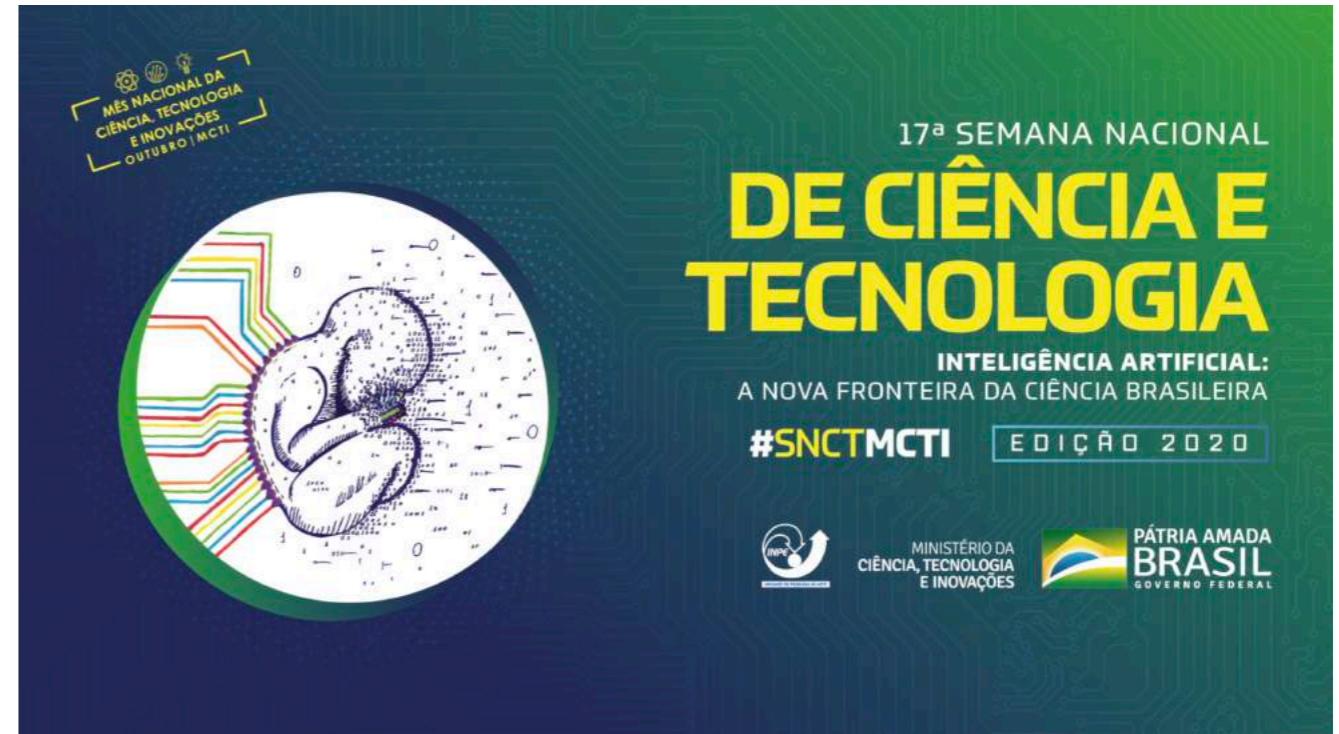


Abordagem Não Adaptativa.

Colaboradores

- ❖ Dr. Elcio Shiguemori (Instituto de Estudos Avançados).
- ❖ Doutorado / CAP: Gabriel Fornari, Juliana Balera.
- ❖ Mestrado / CAP: Camila Sales.
- ❖ Iniciação Científica: Leoni Silva, Hércules Pereira, Renan Medeiros.
- ❖ Dr. Ender Özcan (University of Nottingham, Inglaterra).

Obrigado!



Web: <http://www.lac.inpe.br/~valdivino/>

Email: valdivino.santiago@inpe.br