



III Colóquio de Controle e Automação  
UTFPR- Cornélio Procópio  
7 de Novembro de 2011

# *Sistemas Inteligentes*

Introdução e alguns projetos na UnB



*Prof. Adolfo Bauchspiess*



Laboratório de Automação e Robótica  
Departamento de Engenharia Elétrica  
Universidade de Brasília



# Conteúdo

1- Introdução

2 - UnB – Brasília

3 - Sistemas Inteligentes

Redes Neurais Artificiais

Sistemas Fuzzy

4 - Alguns Projetos na UnB

VANT de inspeção de linhas de transmissão

Economia de Energia utilizando controle fuzzy distribuído

Ambientes Inteligentes

5 - Perspectivas

6 - Conclusões

# *Brasília*

- 1960 – Presidente J. Kubitschek, Arquiteto O. Niemeyer
- ~1.000 m acima do nível do mar
- ~2,6 milhões de habitantes (Distrito Federal)
- ~1,2 milhões de carros
- Lago Paranoá (artificial)



# *Universidade de Brasília*

(Oscar Niemeyer, 1961)

800 m – Instituto Central de Ciências

FT

An aerial photograph of the University of Brasília campus. The image shows a large, modern building complex with a long, curved structure labeled "800 m – Instituto Central de Ciências". In the foreground, a smaller building is circled in red and labeled "FT". The campus is surrounded by green lawns, trees, and roads. In the background, a large body of water (Lake Paranoá) is visible, along with a residential area and hills under a clear blue sky.

# *UnB - Faculdade de Tecnologia*

UnB - 2010

27.419 estudantes

1757 docentes

103 cursos

FT ~10% da UnB

FT Campus Brasília:

4 Departamentos

- Eng. Elétrica
- Eng. Mecânica
- Eng. Civil
- Eng. Florestal

9 Cursos (40 vagas/semestre)

- Eng. Elétrica
- Eng. Controle e Automação  
(Mecatrônica)
- Eng. Redes de Comunicações
- Eng. de Computação
- Eng. Mecânica
- Eng. de Produção
- Eng. Civil
- Eng. Ambiental
- Eng. Florestal

FT Campus Gama:

5 cursos novos

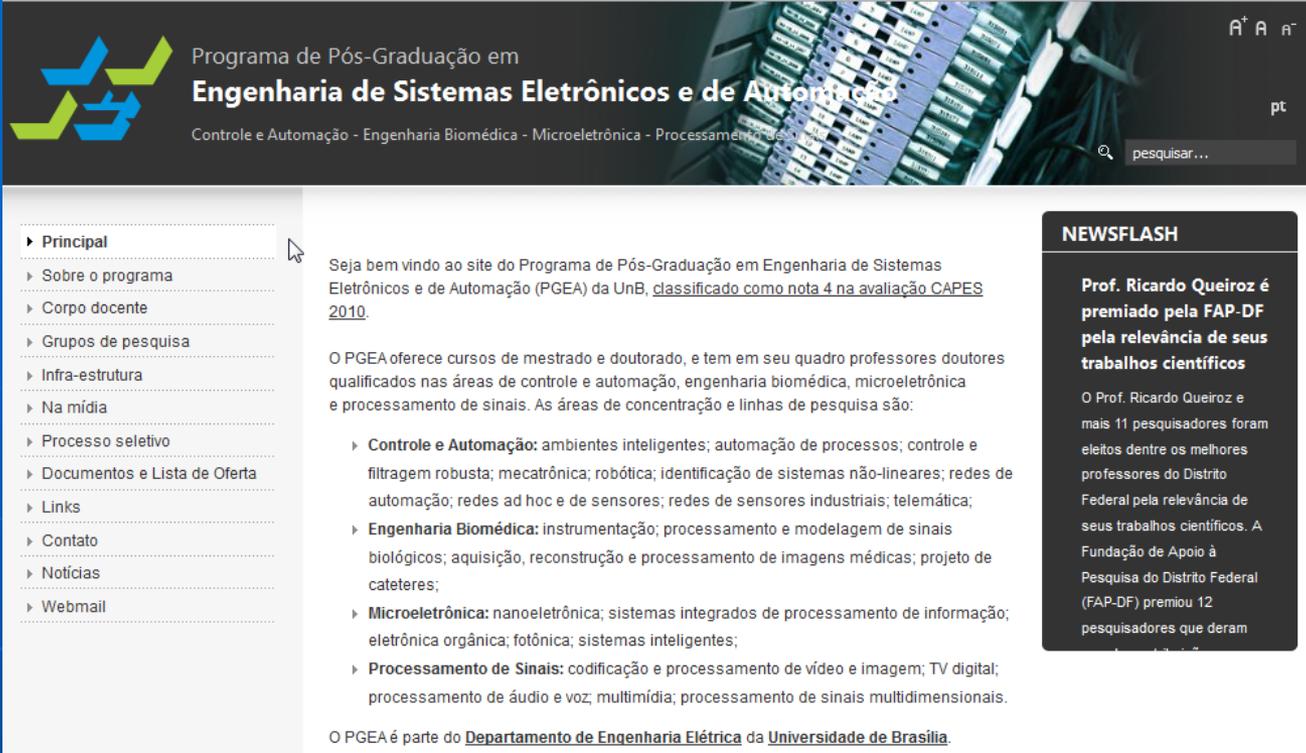


# EnE/UnB

Pós Graduação em  
Eng. Elétrica  
desde 1979

Mestrado e  
Doutorado

2 Programas:  
[www.pgea.unb.br](http://www.pgea.unb.br)  
[www.ppgee.unb.br](http://www.ppgee.unb.br)



Programa de Pós-Graduação em  
**Engenharia de Sistemas Eletrônicos e de Automação**

Controle e Automação - Engenharia Biomédica - Microeletrônica - Processamento de Sinais

pt

pesquisar...

- Principal
- Sobre o programa
- Corpo docente
- Grupos de pesquisa
- Infra-estrutura
- Na mídia
- Processo seletivo
- Documentos e Lista de Oferta
- Links
- Contato
- Notícias
- Webmail

Seja bem vindo ao site do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Eletrônicos e de Automação (PGEA) da UnB, [classificado como nota 4 na avaliação CAPES 2010](#).

O PGEA oferece cursos de mestrado e doutorado, e tem em seu quadro professores doutores qualificados nas áreas de controle e automação, engenharia biomédica, microeletrônica e processamento de sinais. As áreas de concentração e linhas de pesquisa são:

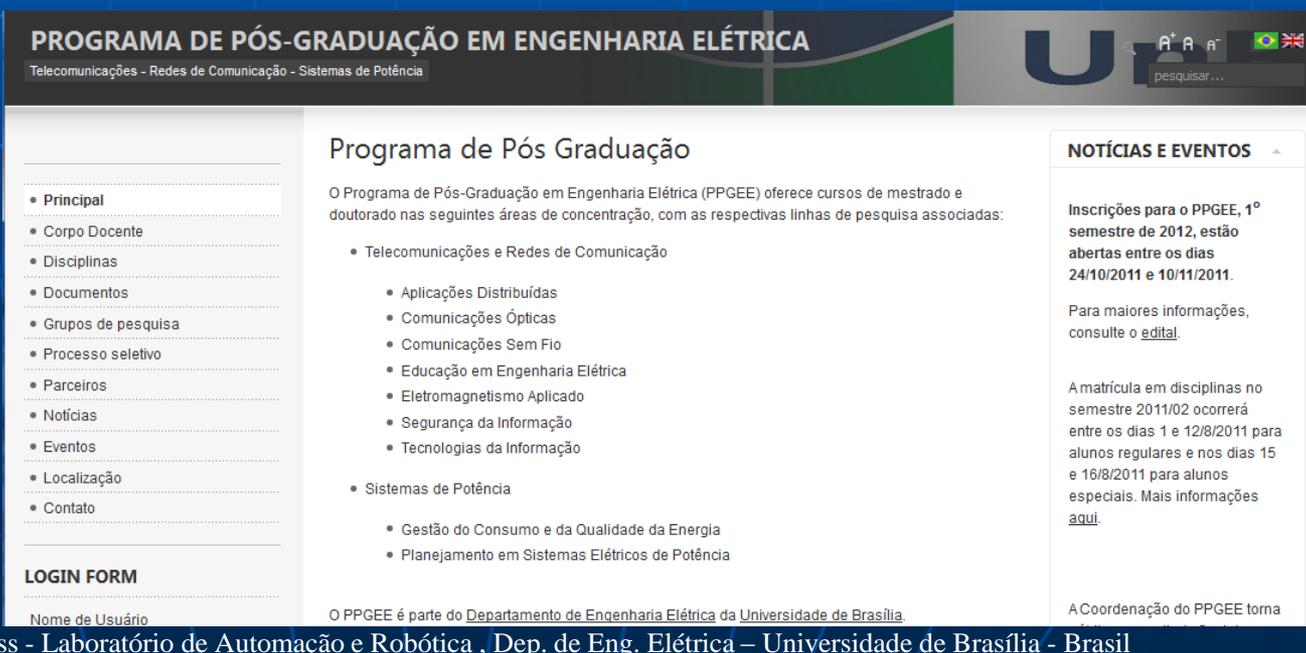
- Controle e Automação:** ambientes inteligentes; automação de processos; controle e filtragem robusta; mecatrônica; robótica; identificação de sistemas não-lineares; redes de automação; redes ad hoc e de sensores; redes de sensores industriais; telemática;
- Engenharia Biomédica:** instrumentação; processamento e modelagem de sinais biológicos; aquisição, reconstrução e processamento de imagens médicas; projeto de cateteres;
- Microeletrônica:** nanoeletrônica; sistemas integrados de processamento de informação; eletrônica orgânica; fotônica; sistemas inteligentes;
- Processamento de Sinais:** codificação e processamento de vídeo e imagem; TV digital; processamento de áudio e voz; multimídia; processamento de sinais multidimensionais.

O PGEA é parte do [Departamento de Engenharia Elétrica](#) da [Universidade de Brasília](#).

**NEWSFLASH**

**Prof. Ricardo Queiroz é premiado pela FAP-DF pela relevância de seus trabalhos científicos**

O Prof. Ricardo Queiroz e mais 11 pesquisadores foram eleitos dentre os melhores professores do Distrito Federal pela relevância de seus trabalhos científicos. A Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF) premiou 12 pesquisadores que deram



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

Telecomunicações - Redes de Comunicação - Sistemas de Potência

UnB

pesquisar...

**Programa de Pós Graduação**

O Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE) oferece cursos de mestrado e doutorado nas seguintes áreas de concentração, com as respectivas linhas de pesquisa associadas:

- Telecomunicações e Redes de Comunicação
  - Aplicações Distribuídas
  - Comunicações Ópticas
  - Comunicações Sem Fio
  - Educação em Engenharia Elétrica
  - Eletromagnetismo Aplicado
  - Segurança da Informação
  - Tecnologias da Informação
- Sistemas de Potência
  - Gestão do Consumo e da Qualidade da Energia
  - Planejamento em Sistemas Elétricos de Potência

O PPGEE é parte do [Departamento de Engenharia Elétrica](#) da [Universidade de Brasília](#).

**NOTÍCIAS E EVENTOS**

**Inscrições para o PPGEE, 1º semestre de 2012, estão abertas entre os dias 24/10/2011 e 10/11/2011.**

Para maiores informações, consulte o [edital](#).

A matrícula em disciplinas no semestre 2011/02 ocorrerá entre os dias 1 e 12/8/2011 para alunos regulares e nos dias 15 e 16/8/2011 para alunos especiais. Mais informações [aqui](#).

A Coordenação do PPGEE torna

- Principal
- Corpo Docente
- Disciplinas
- Documentos
- Grupos de pesquisa
- Processo seletivo
- Parceiros
- Notícias
- Eventos
- Localização
- Contato

**LOGIN FORM**

Nome de Usuário



ENE: ~62 professores em 5 áreas:

Controle e Automação, Telecomunicações, Eletrônica, Potência e Redes

Áreas organizadas em grupos de pesquisa:

## **LARA** – *Laboratorio de Automação e Robótica*

Docentes (11) :

*Prof. Dr. Adolfo Bauchspiess (Erlangen.de)*

*Prof. Dr. Alex da Rosa (Unicamp)*

*Prof. Dr. Flávia Maria S.G. A. Oliveira (USC.usa)*

*Prof. Dr. Geovany de A. Borges (Montpellier.fr)*

*Prof. Dr. Gerson Henrique Pfitscher (Lorraine.fr)*

*Prof. Dr. Henrique César Ferreira (USP)*

*Prof. M.Sc. Lélío Ribeiro Soares (UnB)*

*Prof. Dr. João Yoshiyuki Ishihara (USP)*

*Prof. Dr. José Alfredo Ruiz Vargas (ITA)*

*Prof. Dr. Marco A. F. Egito Coelho (Unicamp)*

*Prof. Dr. Renato Alves Borges (Unicamp)*



[lara.unb.br](http://lara.unb.br)

# *Sistemas Inteligentes*

## Contexto:

- **Inteligência Artificial**
- **Sistemas Inteligentes**
- **Soft computing**
  - Fuzzy systems
  - Neural networks
  - Evolutionary computing
  - Probabilistic reasoning
- **Inteligência Computacional**
- **Ambientes Inteligentes**

# *Paradigmas de SI*

- **Sistemas Fuzzy → imprecisão**
- **Redes Neurais → aprendizado**
- **Probabilistic reasoning → incerteza**
- **Computação Evolucionária → otimização**

# *Algumas Publicações na Área de Sistemas Inteligentes*

- Congressos Nacionais
  - Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente
  - Congresso Brasileiro de Redes Neurais
  - Congresso Brasileiro de Inteligência Computacional
  - .....
- Revistas Internacionais
  - Neural Networks, IEEE Transactions on
  - Fuzzy Systems, IEEE Transactions on
  - Intelligent Systems Engineering
  - Intelligent Systems, IEEE
  - Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on
  - .....

# *Inteligência Artificial*

Ramo da ciência que estuda o conjunto de **paradigmas** que pretendem justificar como um

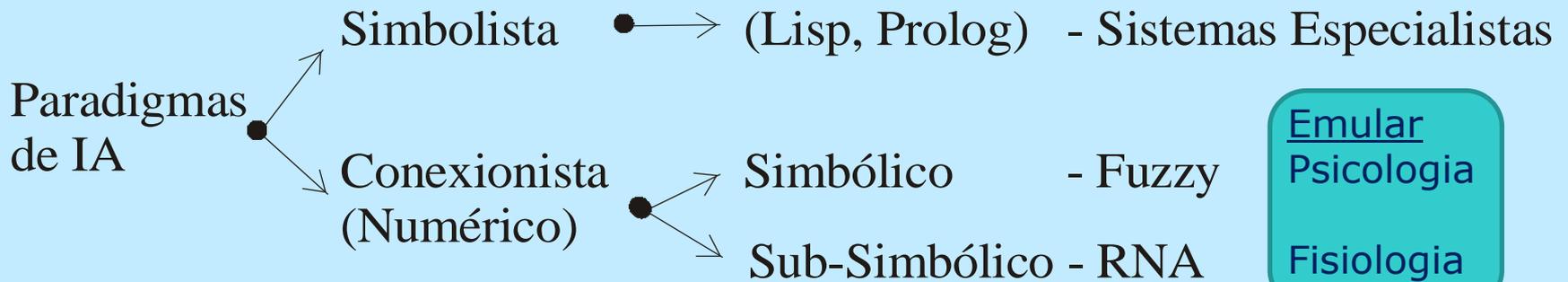
**comportamento inteligente**  
pode **emergir**

de implementações artificiais, em computadores.

**Inteligência:**  
**aprendizado, adaptação, compreensão**

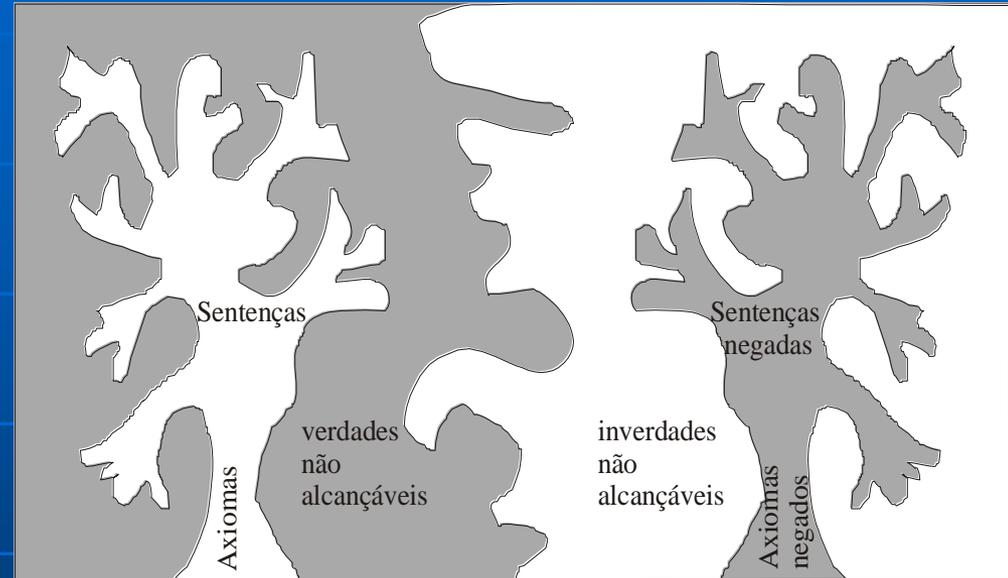
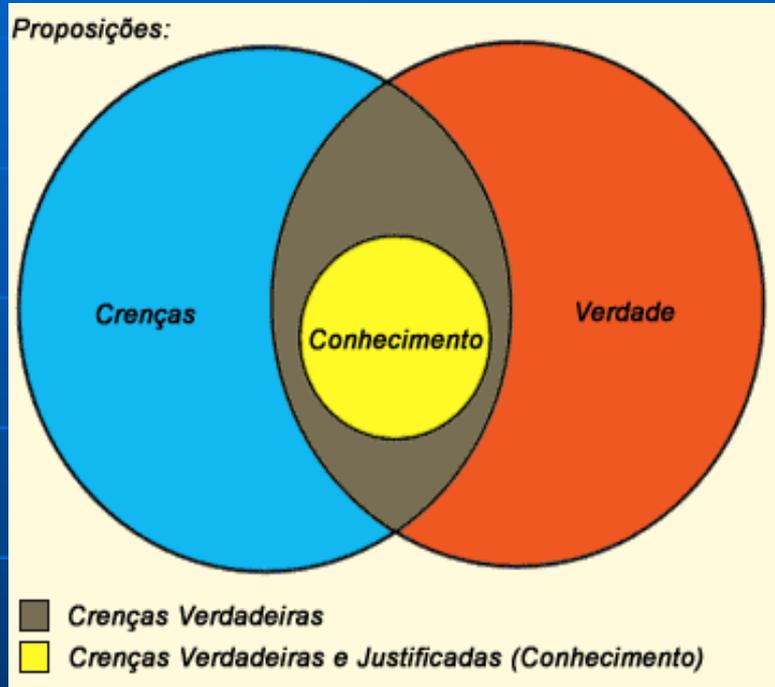
# Paradigmas de IA

O processo computacional deve reproduzir  
a capacidade do cérebro de se auto-organizar ⇒ **aprender!**



# Epistemologia

## – “Filosofia do Conhecimento”



### Conjectura de Gödel

Kurt Gödel apresentou em 1931 uma conjectura que abalou a convicção matemática dominante. De maneira simplificada a conjectura de Gödel é:

*“Toda formulação axiomática livre de contradições da teoria dos números contém sentenças que não podem ser verificadas e tampouco negadas”*

# *Dislexia?*

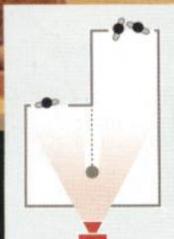
De acordo com uma pesquisa de uma universidade inglesa, não importa a ordem pela qual as letras de uma palavra entram, a única coisa importante é que a primeira e última letras estejam no lugar certo.

O resto pode ser uma total confusão que você pode ainda ler sem grandes problemas.

Isso é porque nós não lemos cada letra isolada, mas a palavra como um todo.

Você acha que isso tem algum fundamento?

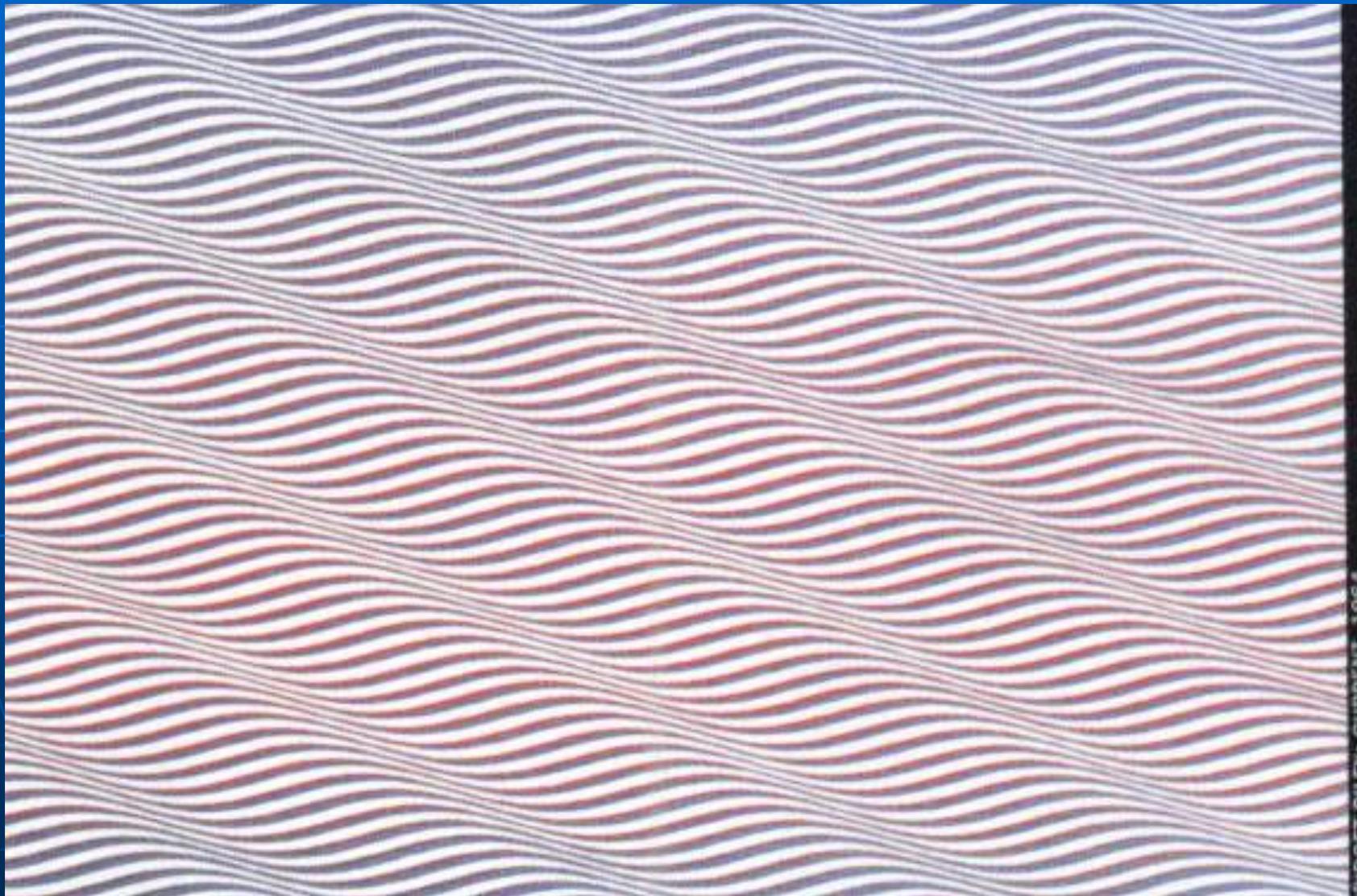
# *Gigante x Ilusão 3D?*



## Extrapolação

As 3 pessoas tem a mesma estatura. A coluna esconde diferentes profundidades do ambiente.

# *Ondas?*



BRIDGET RILEY: CURRENT, 1964

# *Simpática?*



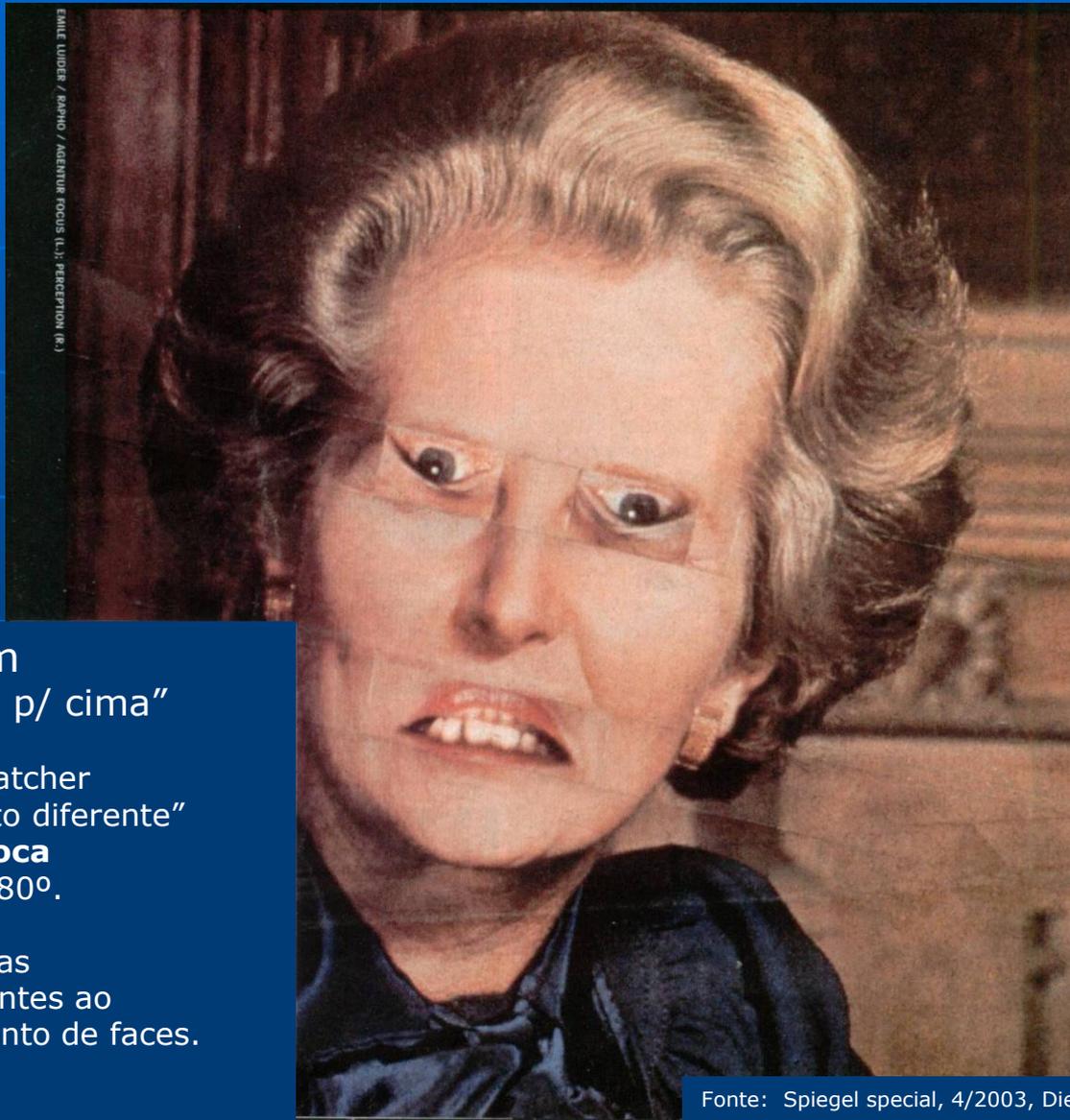
Montagem  
"de cabeça p/ baixo"

Margaret Thatcher  
parece "diferente"  
– **olhos e boca**  
girados de 180°.

Características muito  
relevantes ao  
reconhecimento de faces.

LUJDER / RAPHO / AGENTUR FOCUS (L.); PERCEPTION (R.)

# *Antipática?*



## Montagem "de cabeça p/ cima"

Margaret Thatcher  
parece "muito diferente"  
– **olhos e boca**  
girados de 180°.

Características  
muito relevantes ao  
reconhecimento de faces.

# *Paradigma Conexionista*

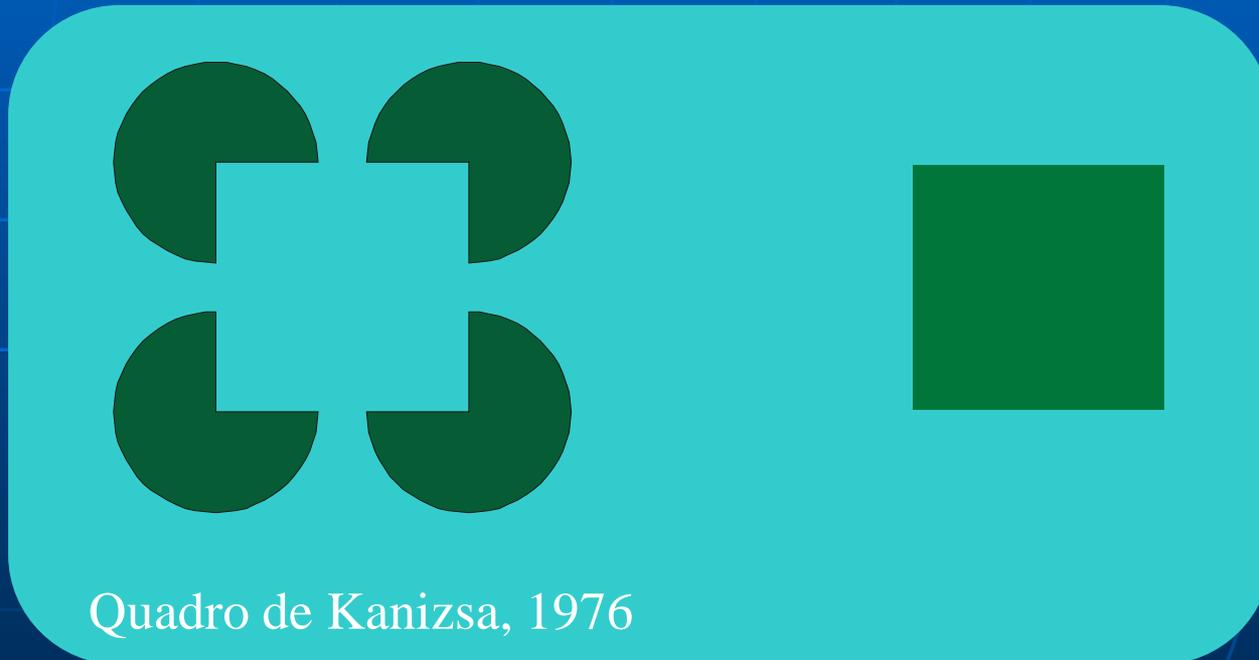
Considera ser virtualmente impossível  
*transformar em algoritmos* -

i.é, reduzir a uma seqüência de passos lógicos e aritméticos –  
diversas tarefas que a mente humana executa com facilidade e  
rapidez, como por exemplo:

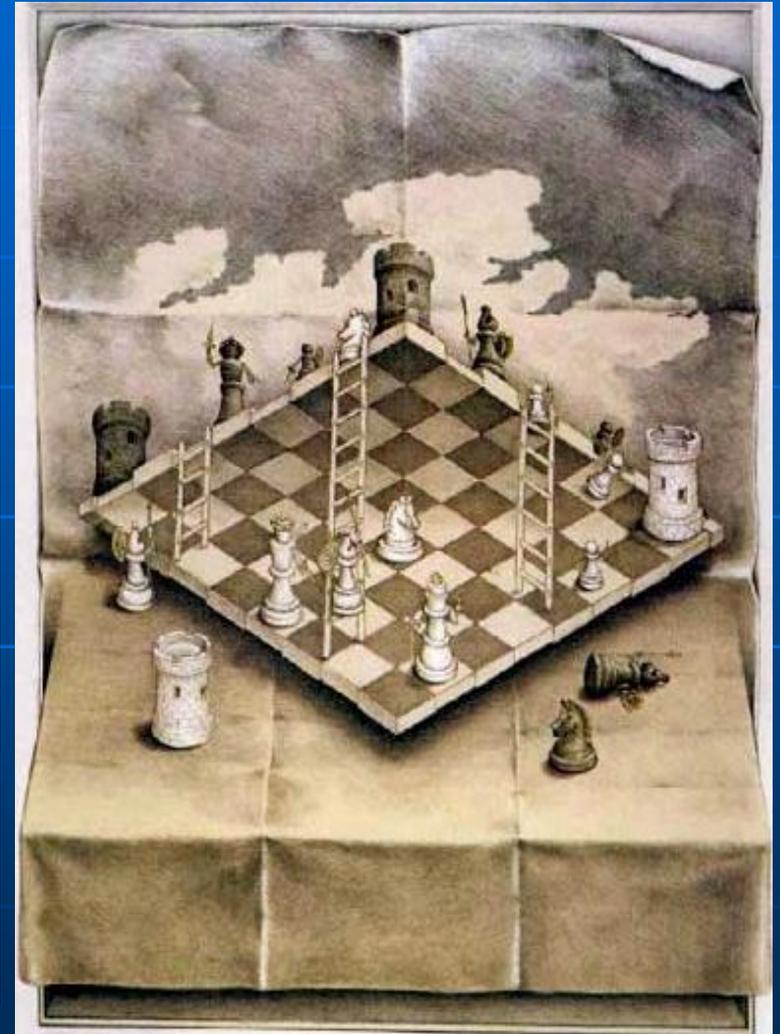
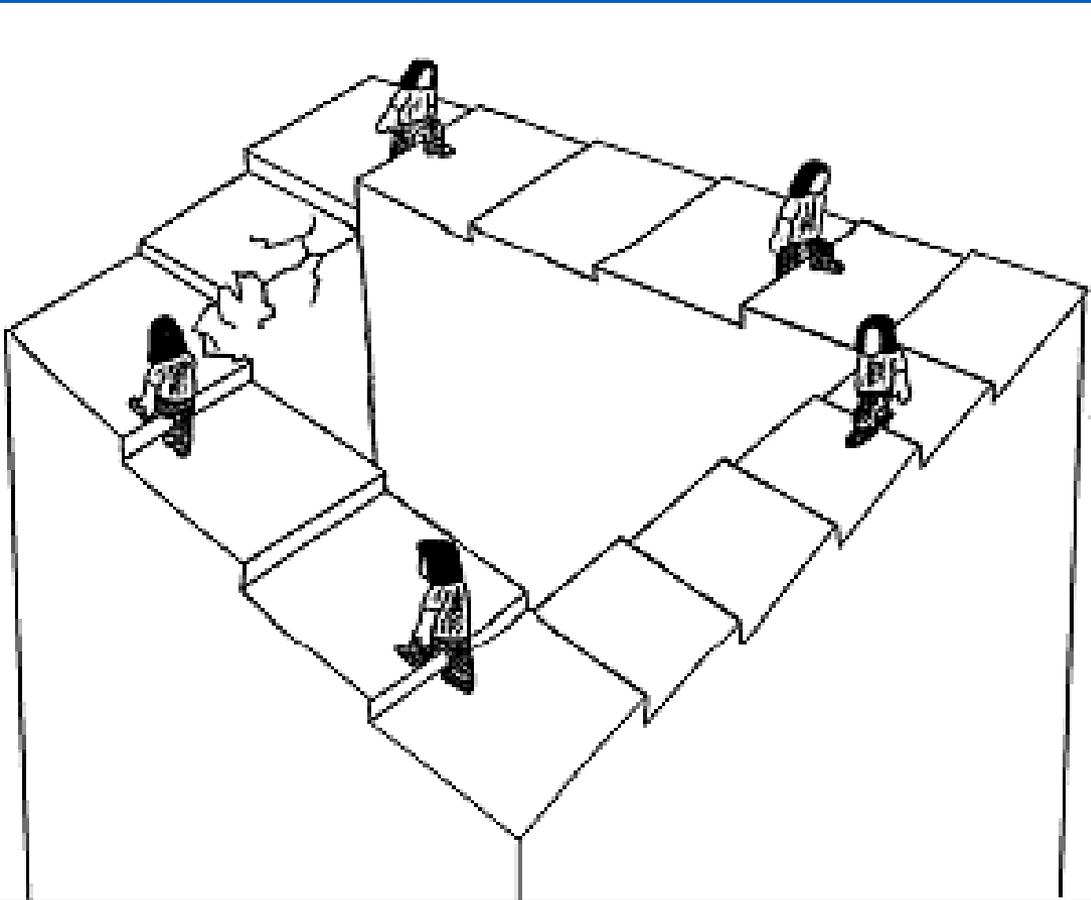
- **Reconhecer rostos,**
- **Compreender e traduzir línguas,**
- **Evocação de memória pela associação,**
- **Jogos...**

# *Paradigma Simbolista versus Conexionalista*

-Percepção



# “Coerência Local - Paradoxo Global”



Sandro del Prete. Enigmas Visuais. Rio de Janeiro, 2004, p. 45

# *M.C. Escher*



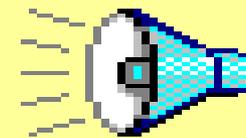
“Verdade Positiva X Verdade Negativa”

# Paradigma Simbolista x Conexionista

- J.S. Bach      “Coerência Local - Paradoxo Global”

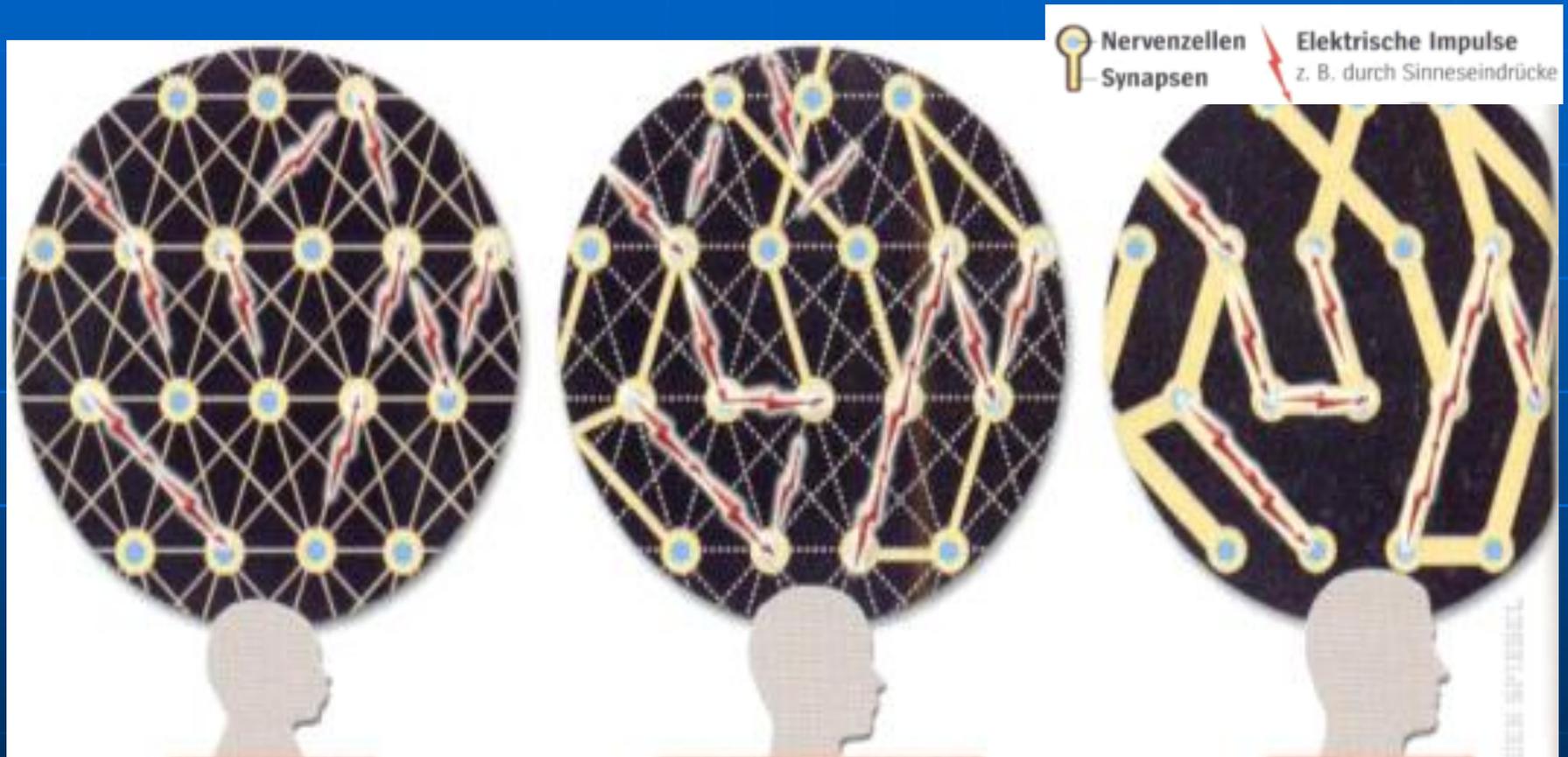
The image shows a musical score for J.S. Bach's piece, divided into three systems. The first system is labeled 'c-moll' and the third system is labeled 'd-moll'. The score consists of three staves (treble, alto, and bass clefs) with various musical notations including notes, rests, and accidentals. The piece is in a minor key and features complex rhythmic patterns.

Shepard's scale



Pseudo-rising scale  
played on a vibraphone

# Formação das Sinapses



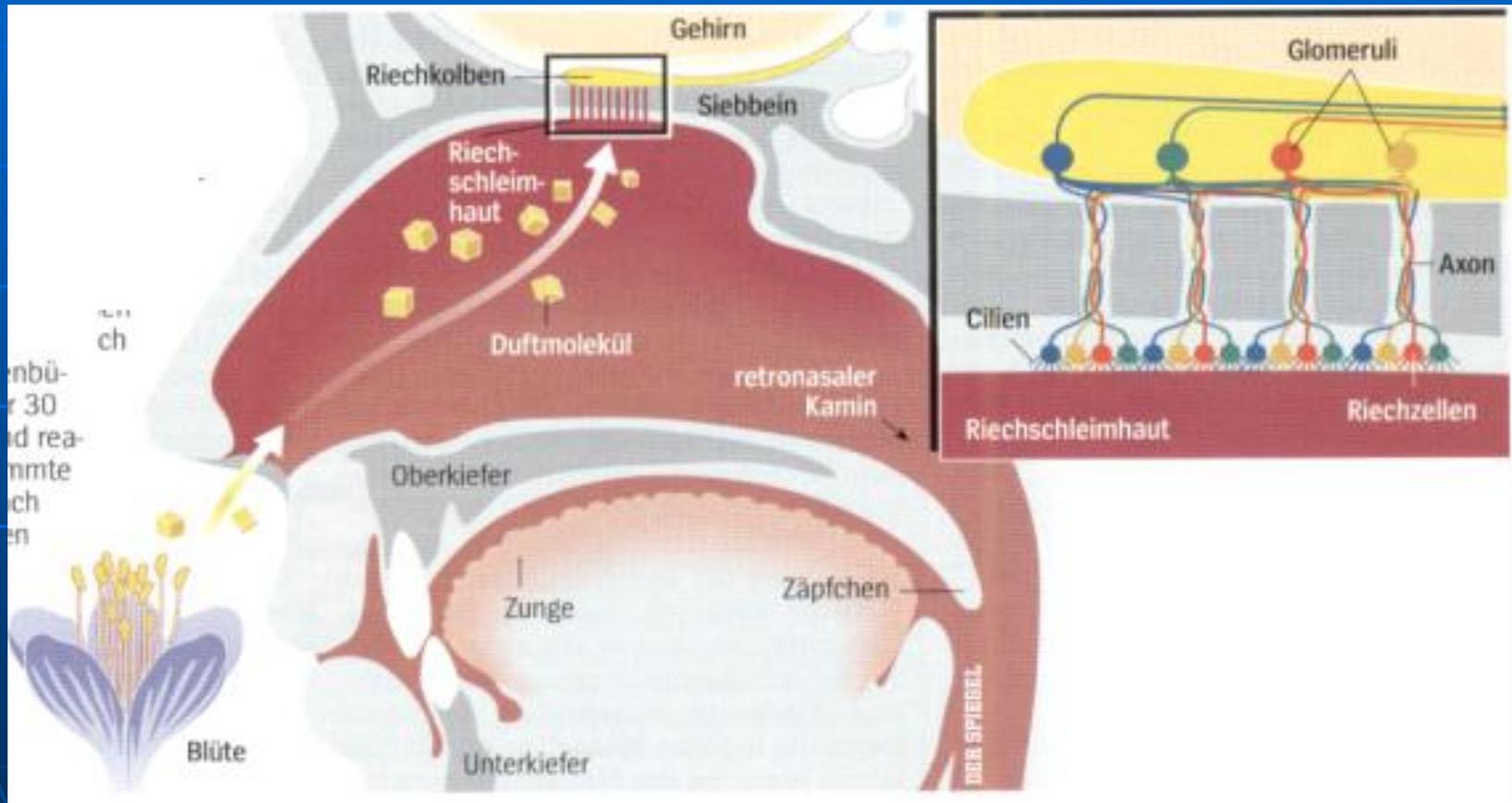
0-2 Anos

2 Anos até a Puberdade

Adulto

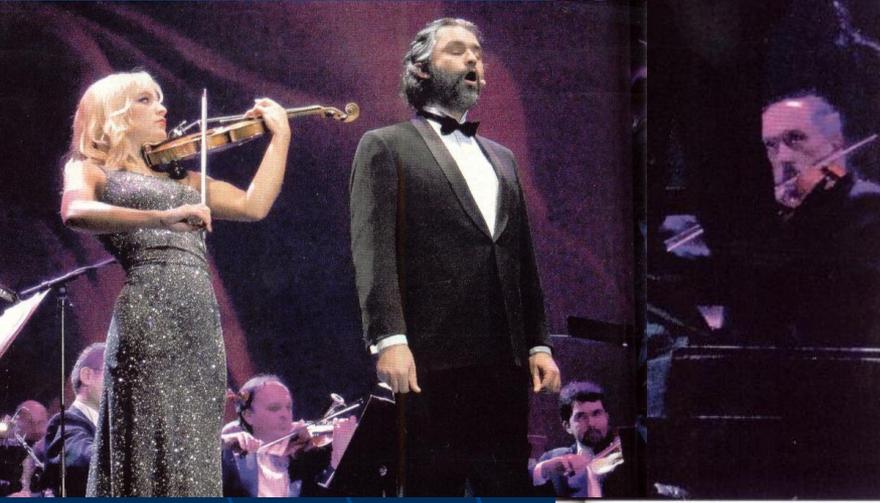
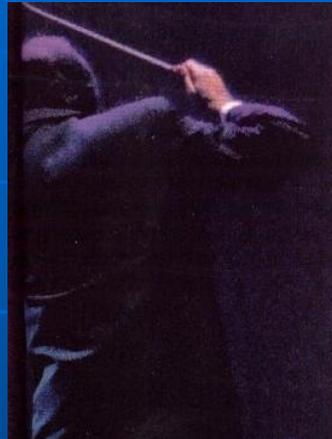
Fonte: Spiegel special, 4/2003, Die Entschlüsselung des Gehirns

# Processamento da informação olfativa



Fonte: Spiegel special, 4/2003, Die Entschlüsselung des Gehirns

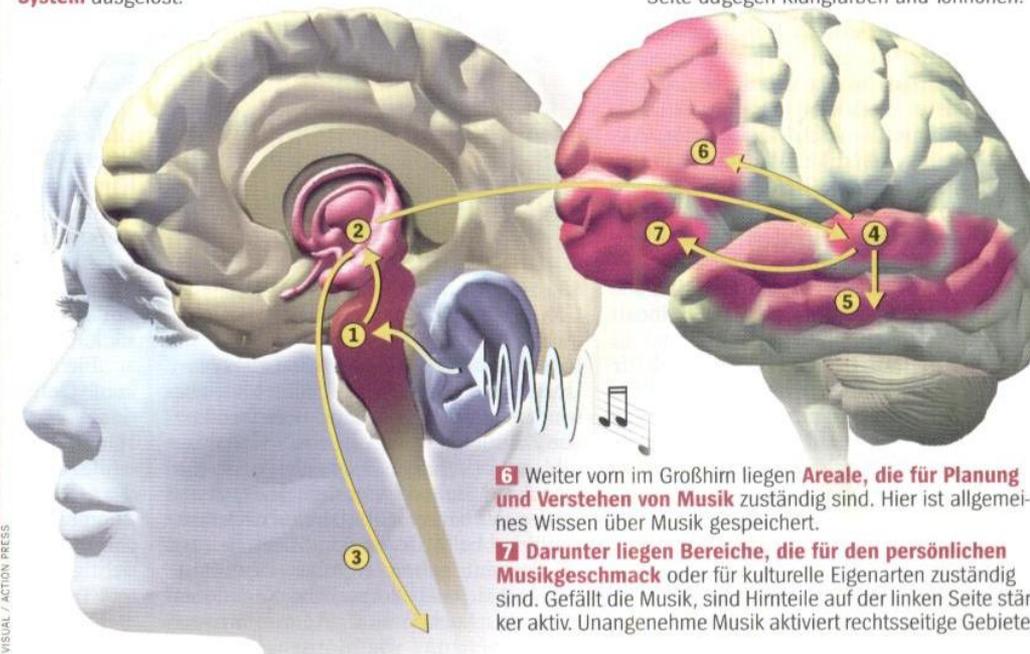
# Processamento da informação auditiva



## Klangwelten im Kopf Wege der Musik durch das Gehirn

- 1** Der Hörmerv leitet Klanginformationen an den **Hirnstamm** weiter.
- 2** Einige Signale erreichen das so genannte **limbische System**, das eine wichtige Rolle in der Verarbeitung von Gefühlen spielt. Schöne Musik stimuliert jene Bereiche, die auch beim Sex oder beim Schokoladeessen aktiv sind.
- 3** Auch körperliche Reaktionen auf Musik wie Weinen, Magendrücken oder Gänsehaut werden im **limbischen System** ausgelöst.

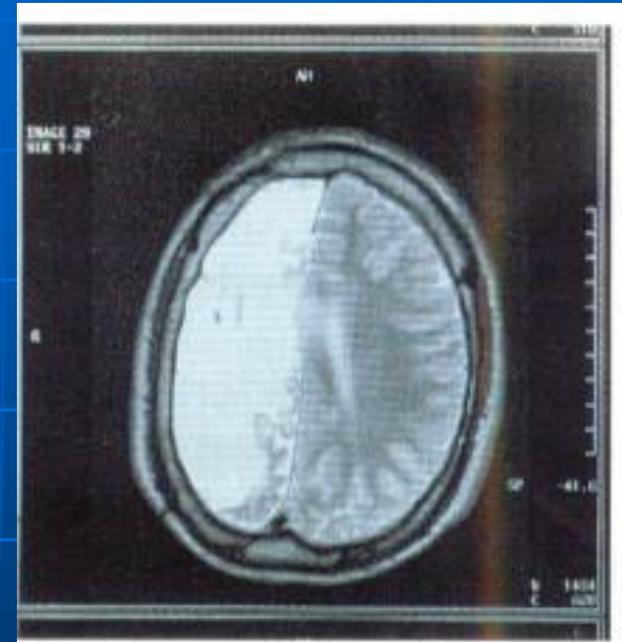
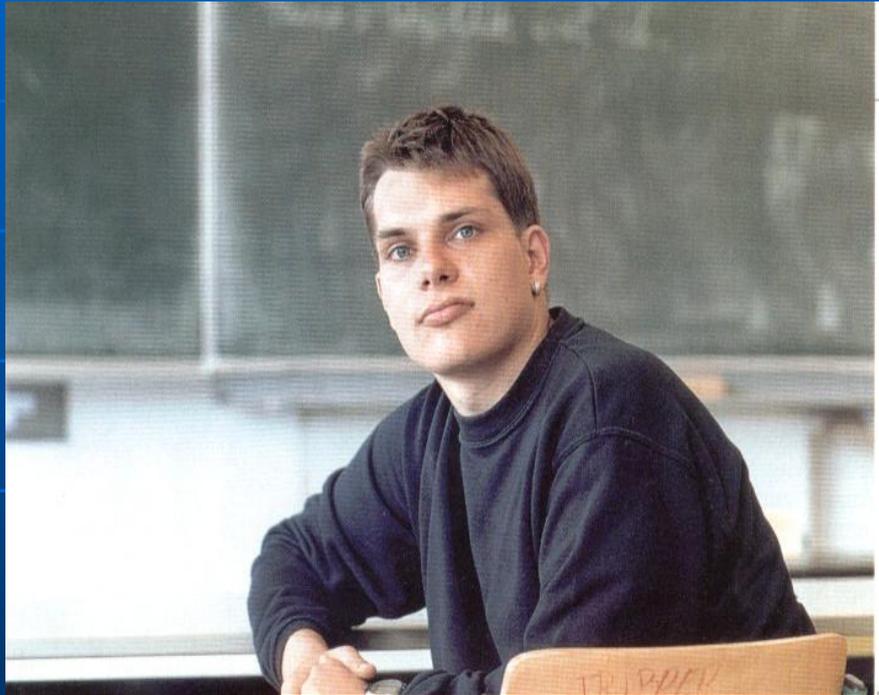
- 4** Die Informationen gelangen in die **primäre Hörrinde** im Großhirn, die Schaltzentrale des Hörens.
- 5** Umliegend finden sich die **sekundären Hörareale**. In der linken Hirnhälfte werden eher Rhythmen verarbeitet, auf der rechten Seite dagegen Klangfarben und Tonhöhen.



Fonte: Spiegel special, 4/2003, Die Entschlüsselung des Gehirns

# *Paciente de Epilepsia*

– sem hemisfério esquerdo desde os 12 anos



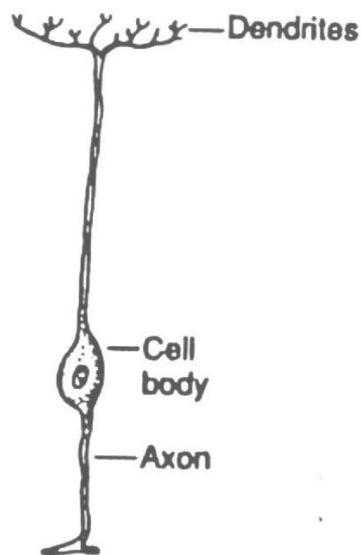
## **Leben ohne links**

Seit zwölf Jahren lebt Philipp Dörr mit einem halben Großhirn. Trotzdem spielt er Schach, liest Goethe und taucht – ein verblüffendes Beispiel für die Wandlungsfähigkeit des Denkkorgans.

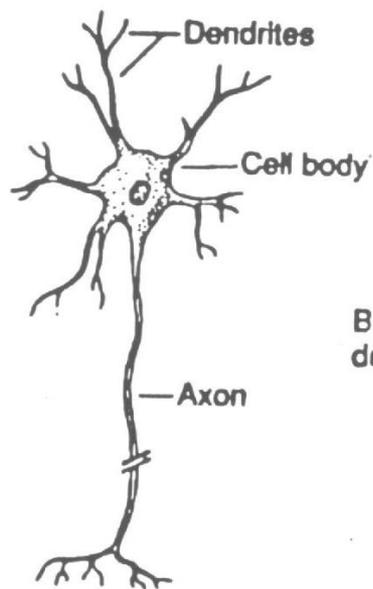
Fonte: Spiegel special, 4/2003, Die Entschlüsselung des Gehirns

# Fundamentos Biológicos

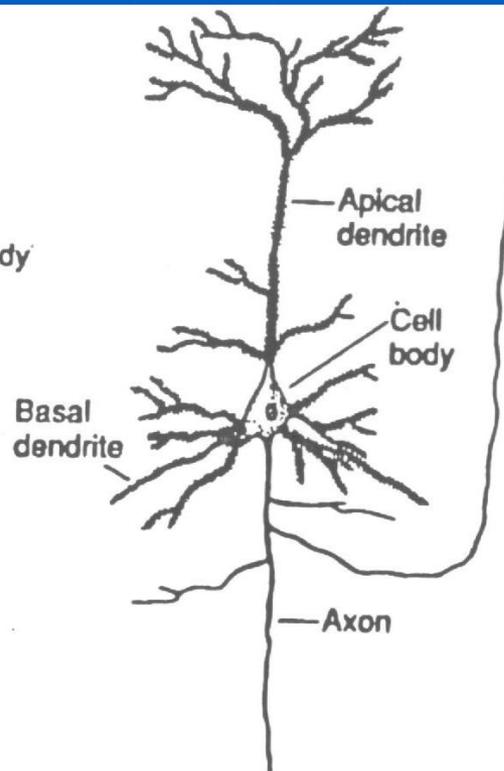
## Tipos de Neurônios:



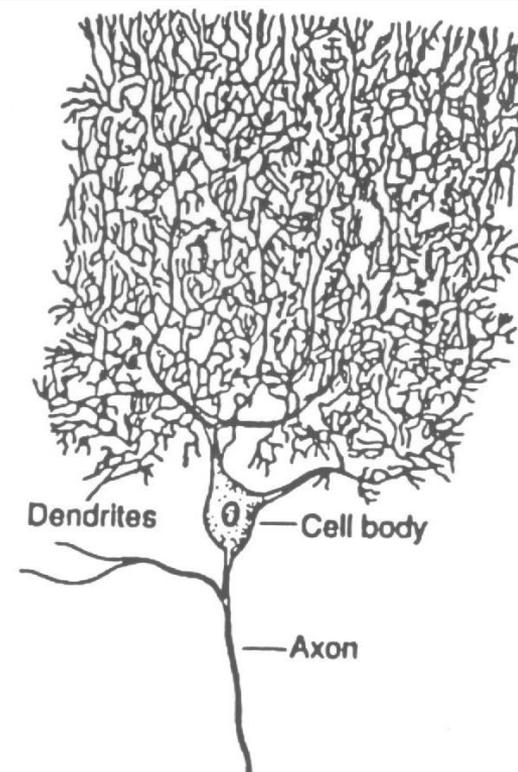
Retinal bipolar cell



Spinal motor neuron



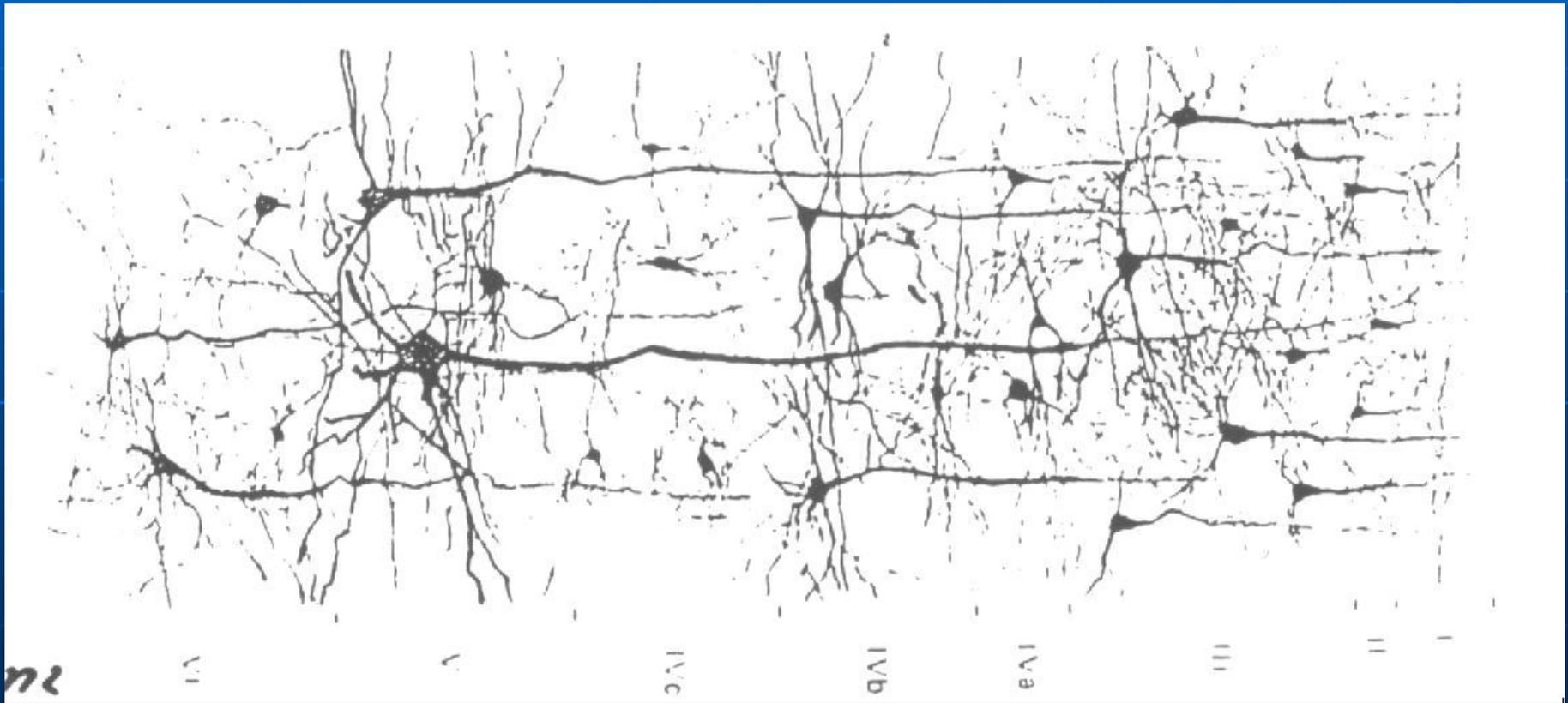
Hippocampal pyramidal cell



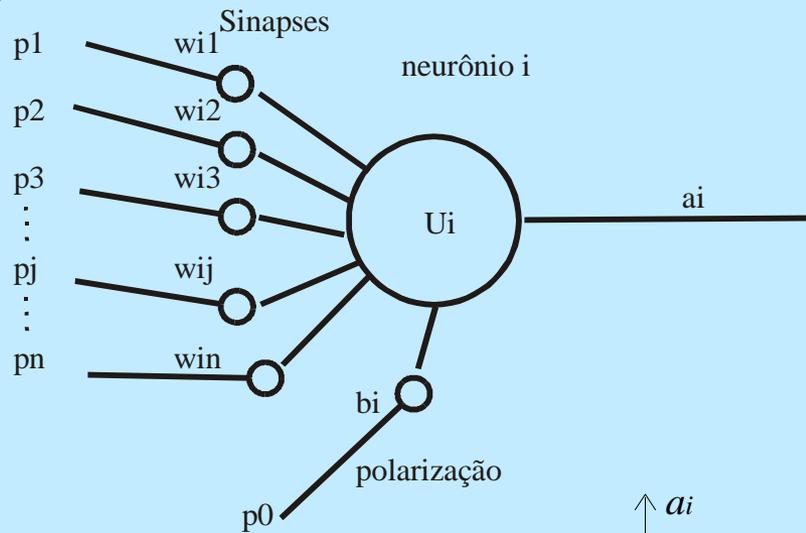
Purkinje cell of cerebellum

# *Fundamentos Biológicos*

- Padrão de conexão: em camadas



# Modelo básico do neurônio artificial

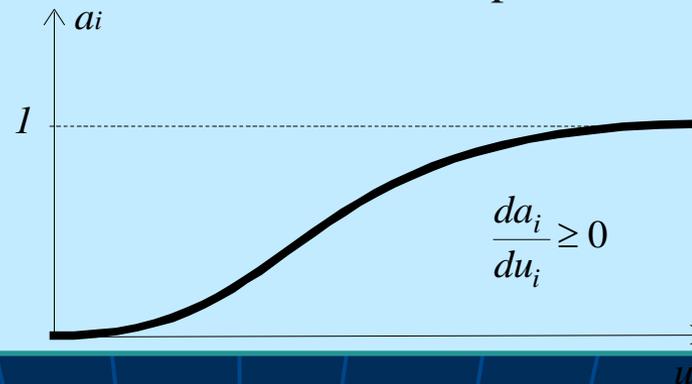


$$u_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} p_j + b_i = \mathbf{w}_i^t \mathbf{p} + b_i$$

$$\mathbf{p} = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{w} = \begin{bmatrix} w_{i1} \\ w_{i2} \\ \vdots \\ w_{in} \end{bmatrix}$$

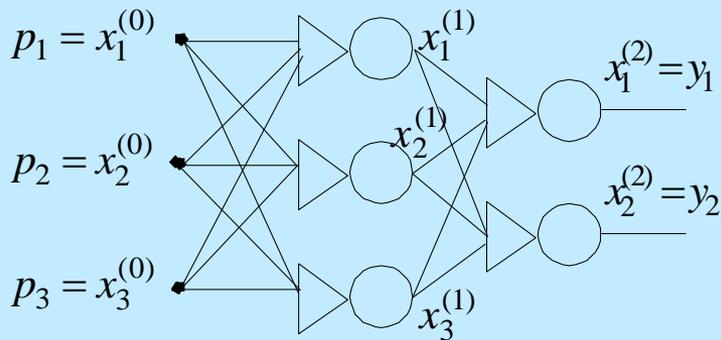
Sinapse excitatória  $w_{ij} > 0$ ,  
Sinapse inibitória  $w_{ij} < 0$ .

Função de  
activação sigmóide



# *O Perceptrón Multicamadas e o algoritmo “backpropagation”*

Rumelhart, Hinton e Williams, 1986



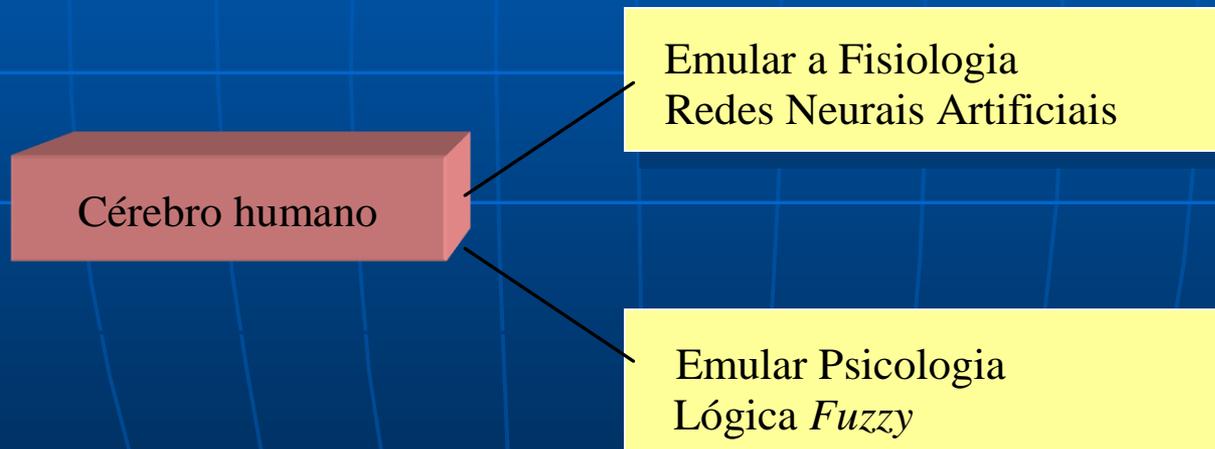
O *errr derivativo quadrático* é definido por

$$\delta_j^{(k)} = -\frac{1}{2} \frac{\partial \varepsilon^2}{\partial s_j^{(k)}}$$

$$\nabla_j^{(k)} = -2\delta_j^{(k)} \mathbf{x}_j^{(k-1)}$$

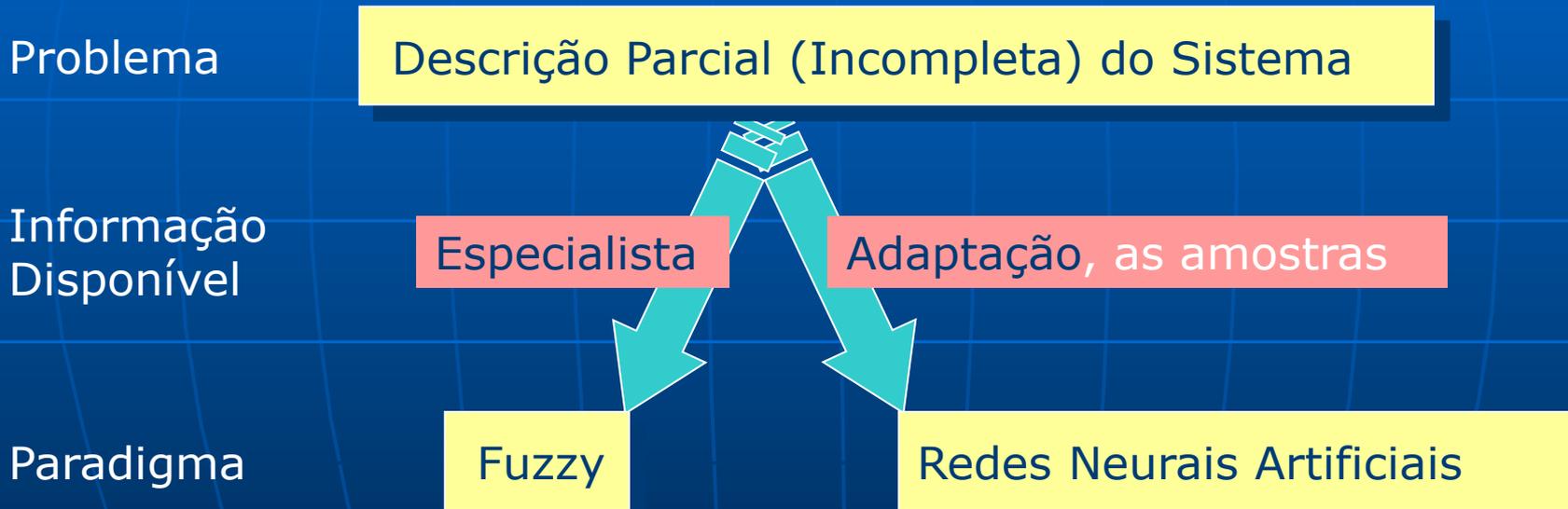
# *Lógica Fuzzy*

- Aa teoria dos conjuntos *fuzzy* foi proposta por Lotfi Zadeh em 1965.
- Foi mal compreendida de início.
- Em meados dos anos 80 Mamdani a utiliza para projetar controladores *fuzzy*.



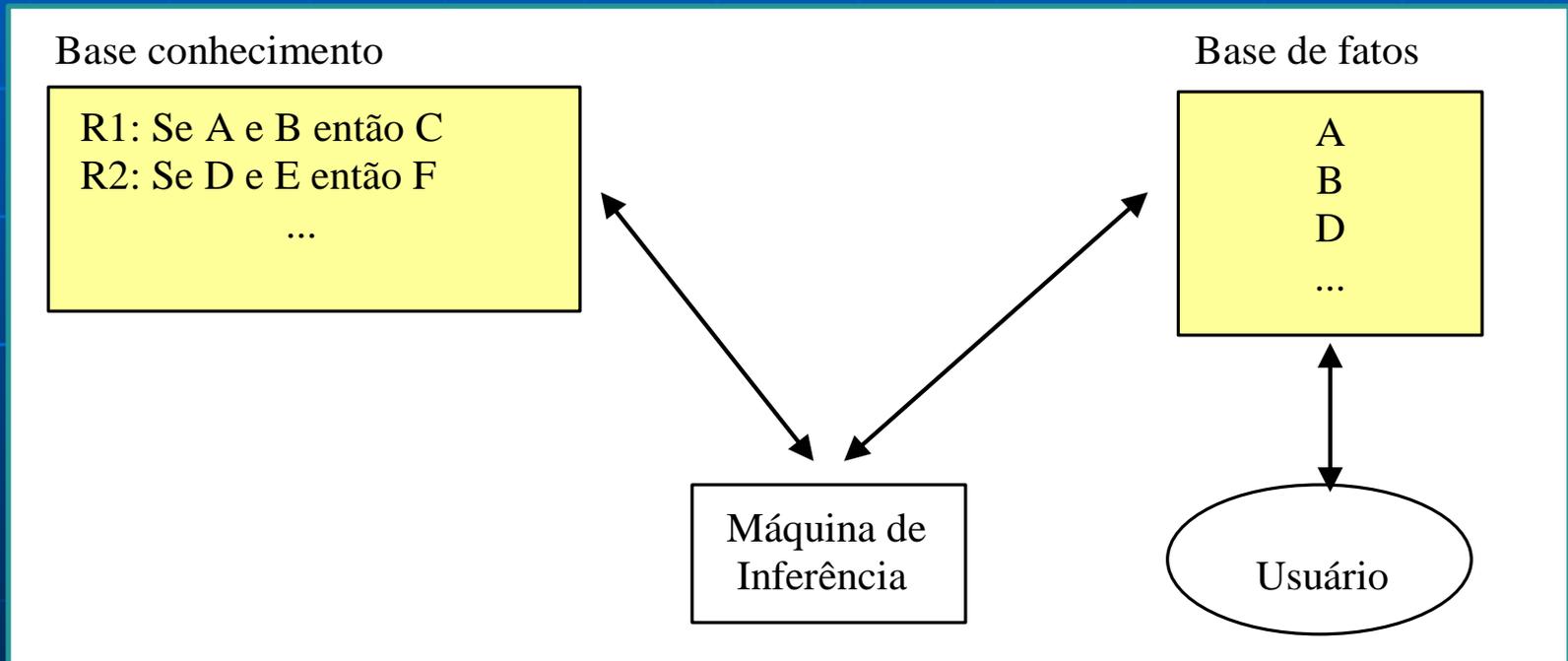
# Lógica Fuzzy

De acordo com a disponibilidade de um especialista ou amostras de um sistema o paradigma fuzzy ou RNA é mais adequado.



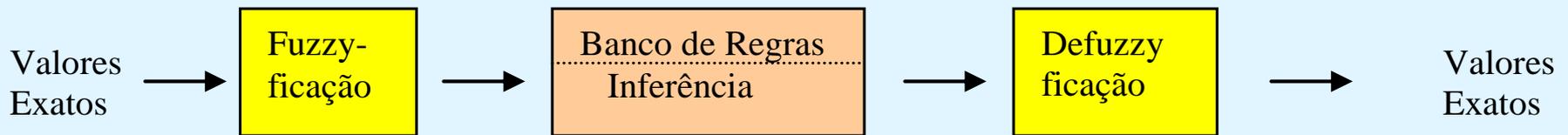
# Sistemas Fuzzy

- Sistemas fuzzy são sistemas baseados em conhecimento (Sistemas Especialistas).

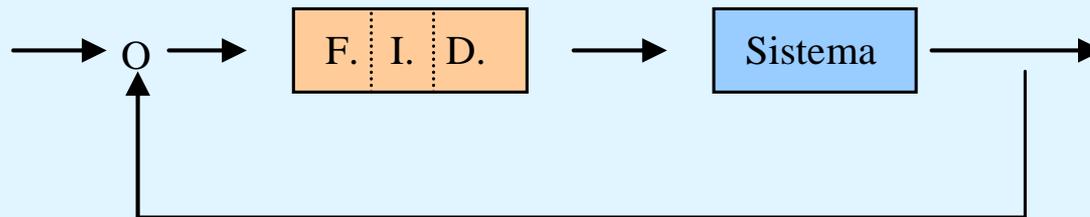


# A interação com o mundo real

## ”Fuzzyficação e Defuzzyficação”



Um controle em malha fechada utilizando lógica fuzzy (inteligente) tem a seguinte estrutura, onde F. I. D.: Fuzzyficação, Inferência e Defuzzyficação.



# *Um exemplo de controle fuzzy*

## Banco de regras

- Se T é Frio e U é Seco então P é Baixa
- Se T é Quente e U é Úmido então P é Alta
- Se T é Morno e U é Média então P é Alta
- Se T é Quente e U é Seco então P é Média
- .....

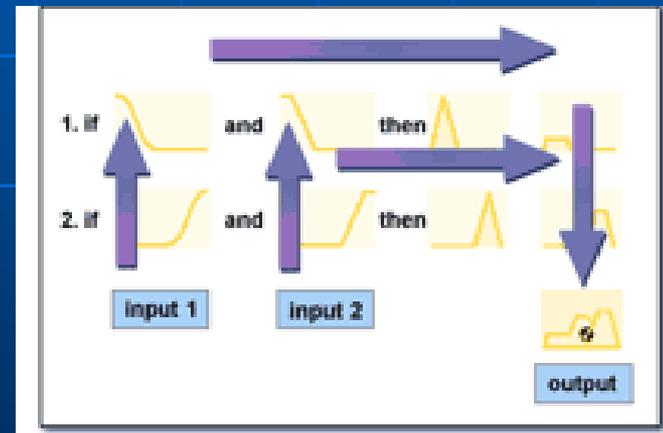
# Ferramentas Computacionais



<http://www.imse.cnm.es/Xfuzzy/download.htm>

Sistema XFuzzy para Unix desenvolvido pelo  
Instituto de Microelectrónica de Sevilla – Espanha

<http://www.mathworks.com> MatLab®



<http://www-rocq.inria.fr/scilab/> SciLab

# FP-3000

- Processador digital
- Principal processador fuzzy da Omron
- Grande aceitação comercial



- 24MHz
- Compatível com várias CPUs
- Um único chip para as operações fuzzy
- 128 regras por inferência
- Monitoramento de resultados parciais
- Execução das operações em tempo fixo
- Input/output => família TTL/CMOS

# *Algumas aplicações comerciais*



# Processamento Distribuído nas 2 últimas décadas:

Embedded Systems mid 1980s

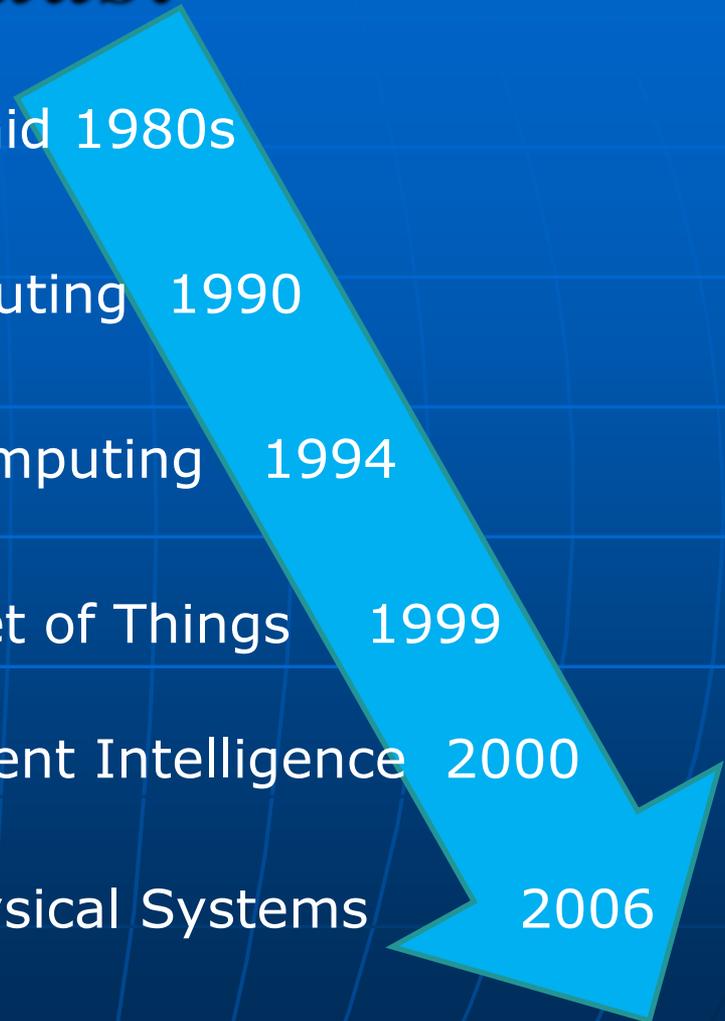
Ubiquitous Computing 1990

Pervasive Computing 1994

Internet of Things 1999

Ambient Intelligence 2000

Cyber Physical Systems 2006



# 4 - Alguns Projetos na UnB

## RNA

- Inspeção de Linhas de Transmissão
- Localização –  
Robô móvel em Ambiente Inteligente

## Fuzzy

- Ambientes Inteligentes
- Economia de Energia com  
air condicionado híbrido

Vista parcial – LARA/UnB



# *VANT para Inspeção de linhas de transmissão elétrica*

- Empresa Concessionária StateGrid
- Fundos Setoriais ANEEL



# *Inspeção Tradicional de Linhas de Transmissão*

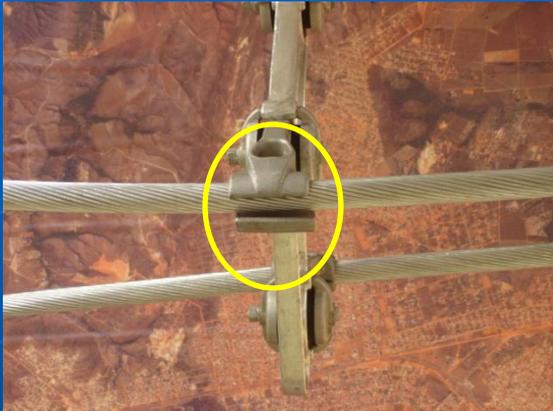
- Inspeção aérea com helicóptero + Pessoal de terra
- Caro, Complexo e Arriscado



# VANT UnB-StateGrid



# Exemplos de imagens –



falha



falha



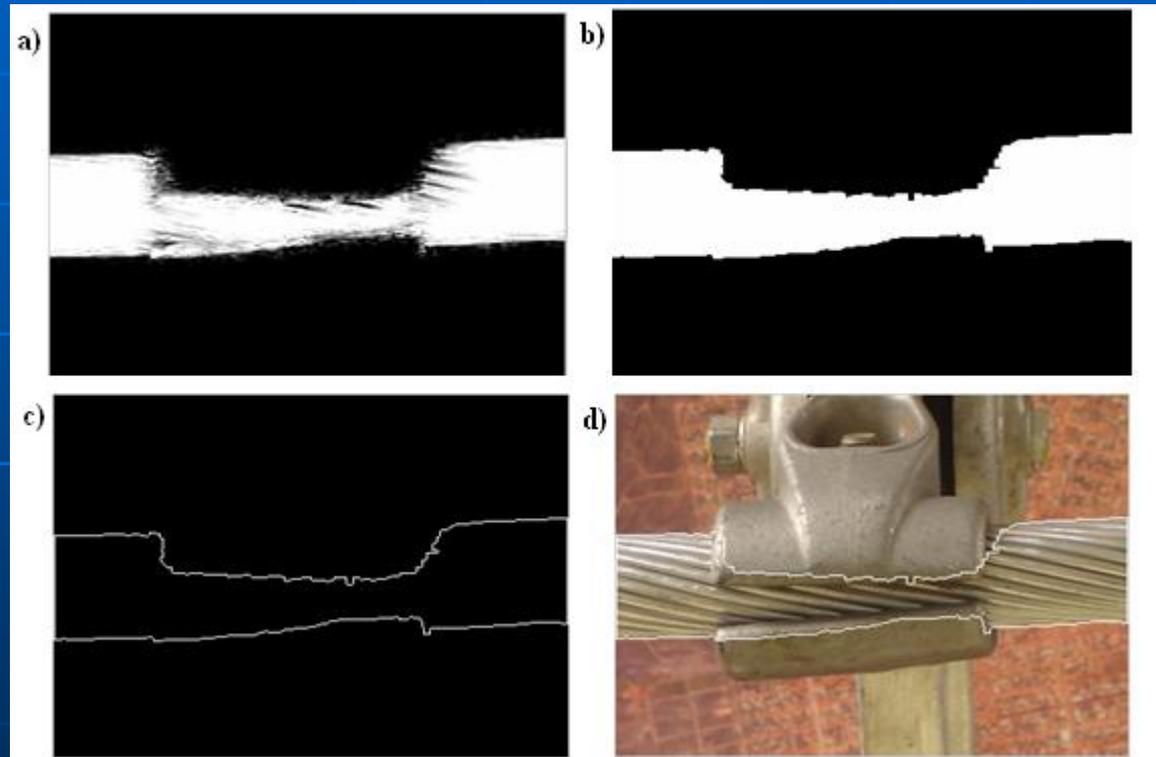
falha



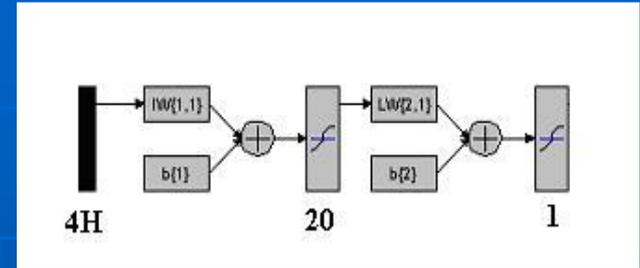
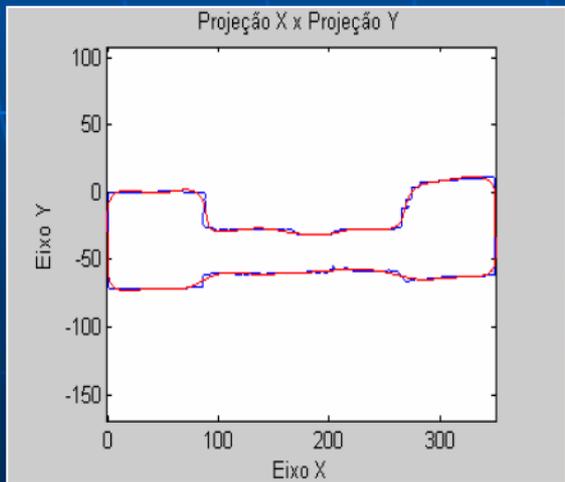
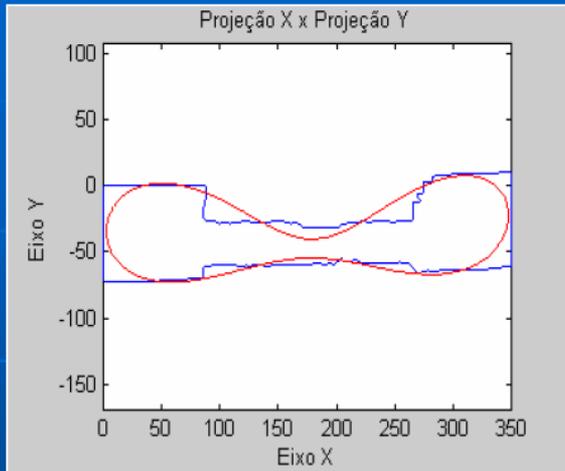
OK

# Processamento de Imagens

## Detecção de Borda na Região de Interesse



# Classificação das Falhas - RNA



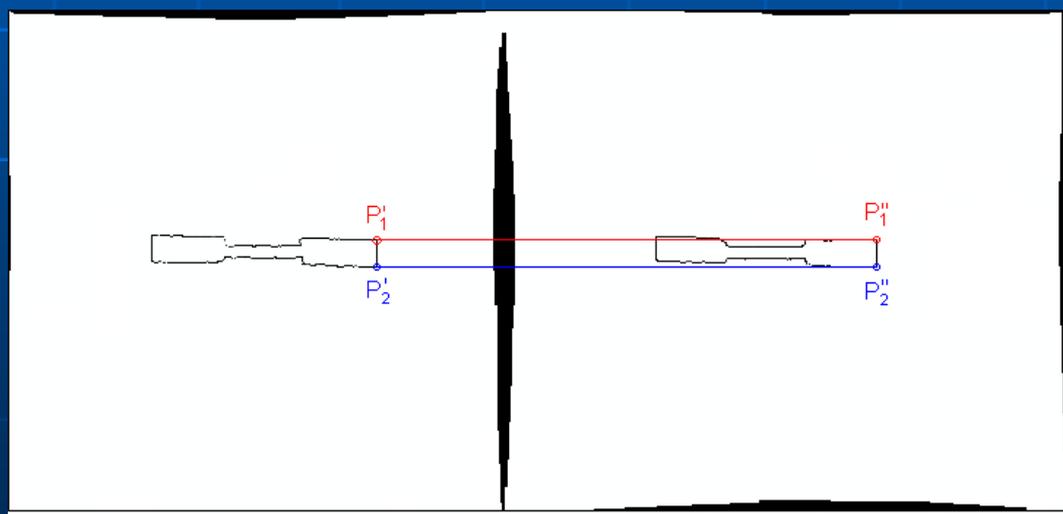
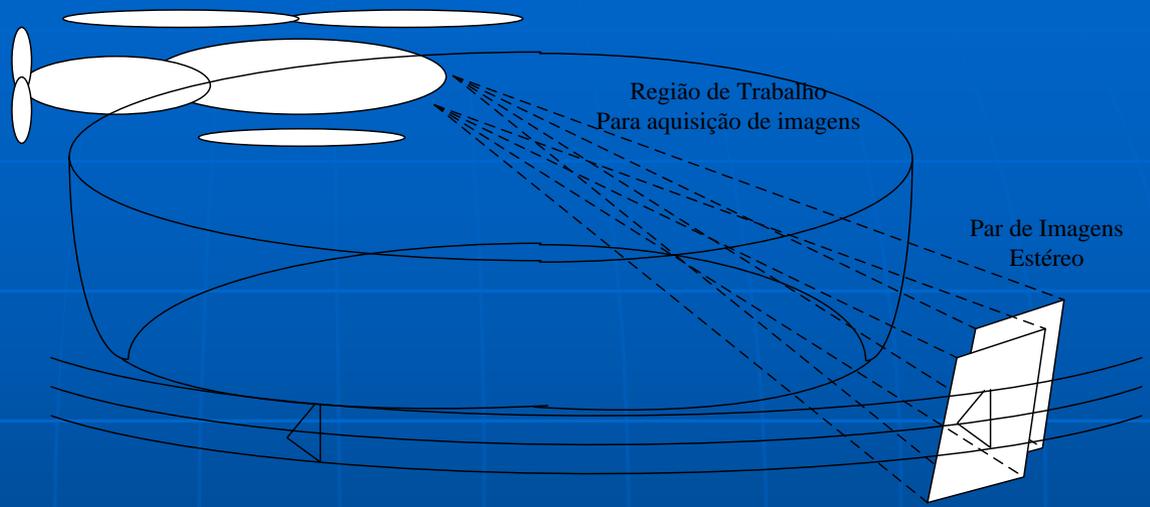
- treinamento: 70 imagens
- teste: 25 imagens
- validação: 25 imagens

- Reconstrução com 10 harmônicos
  - Erro de classificação - 2 imagens
- Reconstrução com 12 harmônicos
  - Erro de classificação - 1 imagem

# Inspeção com reconstrução 3D



Diferentes perspectivas da ROI



Correspondência – Borda ROI em par estéreo

# Automação Predial Inteligente

- Conforto Térmico e Economia de Energia
- Fatores
  - temperatura,
  - umidade,
  - temperatura externa,
  - radiação solar ,
  - Salas vizinhas,
  - Presença de pessoas,
  - Móveis,
  - fontes de calor (e.g., computadores),
  - janelas,
  - aquecedores
  - Ar condicionado
  - etc.





SUPER



HORA KMC

16 9

SETPOINT  
24,50 °C



TEMPERATURA EXTERNA  
26,55 °C

TEMPERATURA EXTERNA  
26,55 °C

TEMPERATURA EXTERNA  
32,46 °C

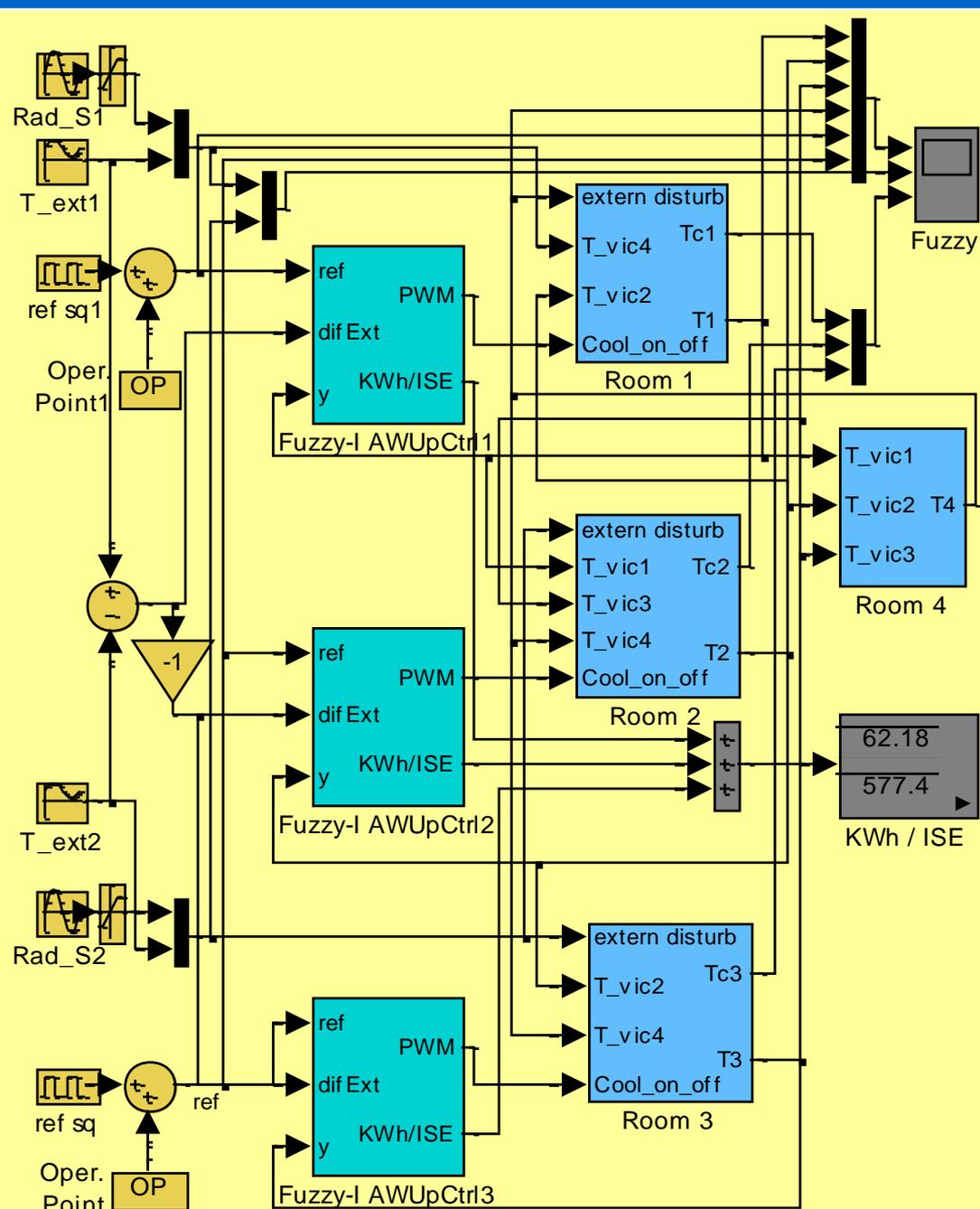
LIG

# SIMULAÇÃO

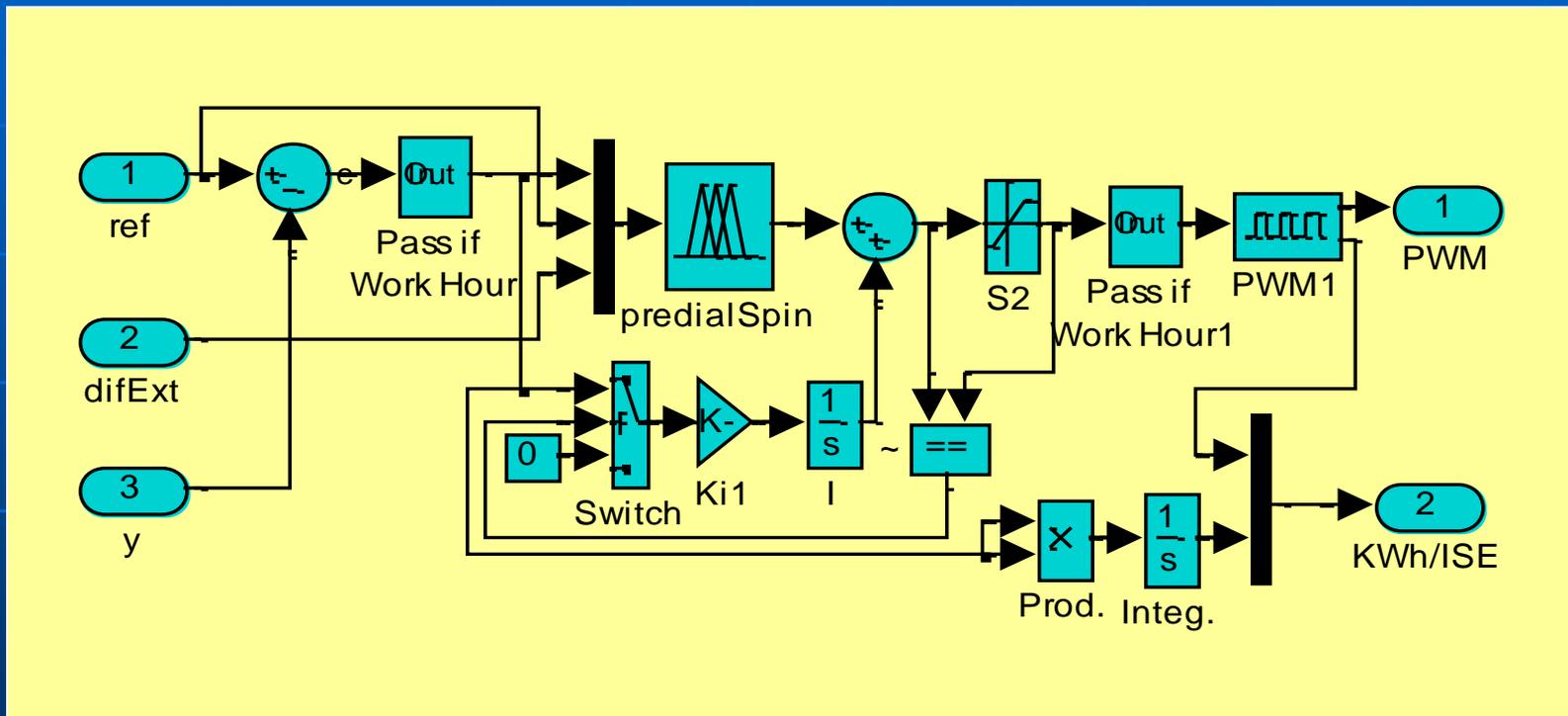
Simulink®

## Processo MIMO:

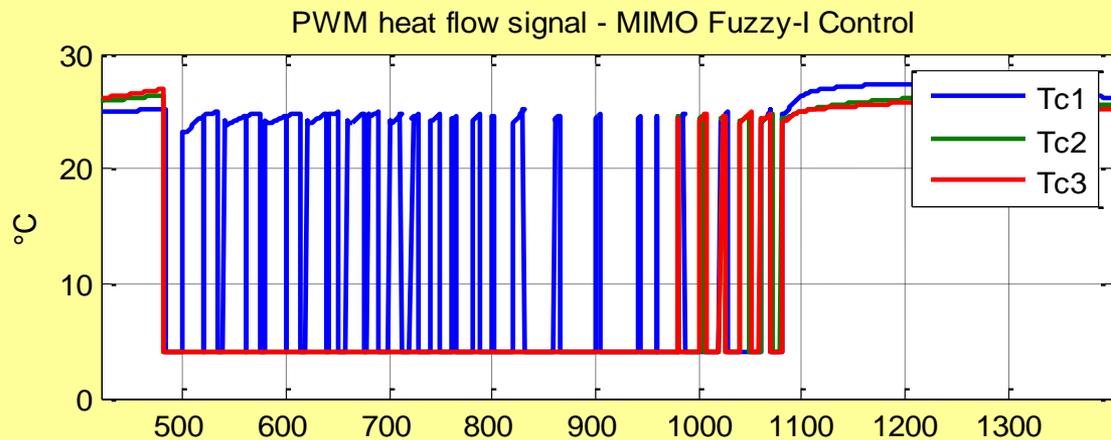
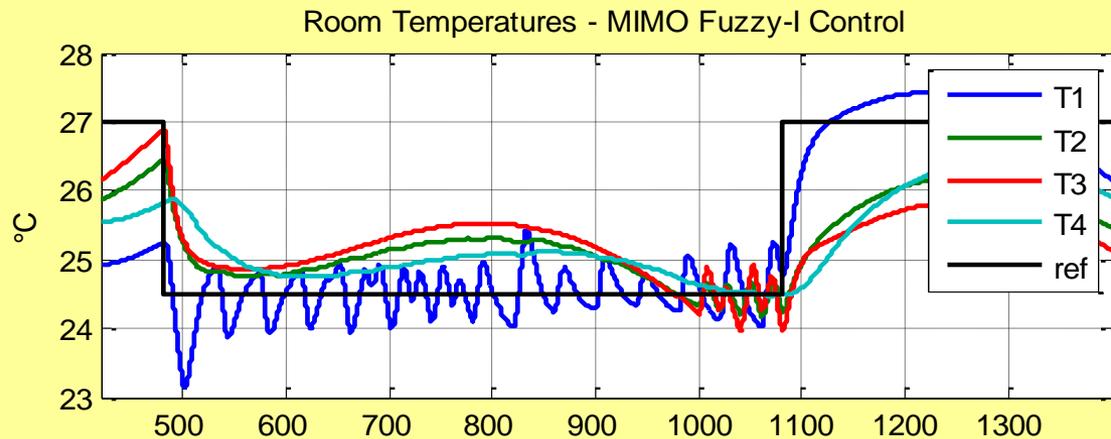
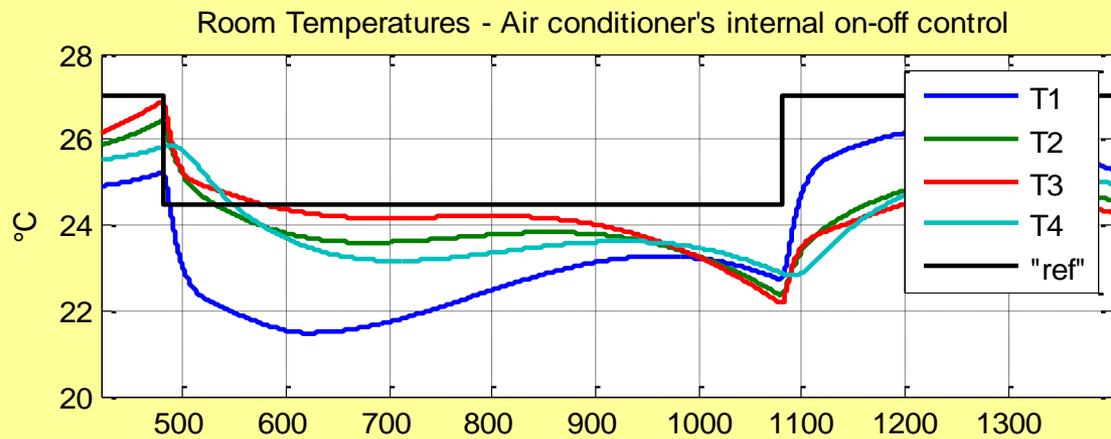
- 4 salas
- 3 condicionadores de ar



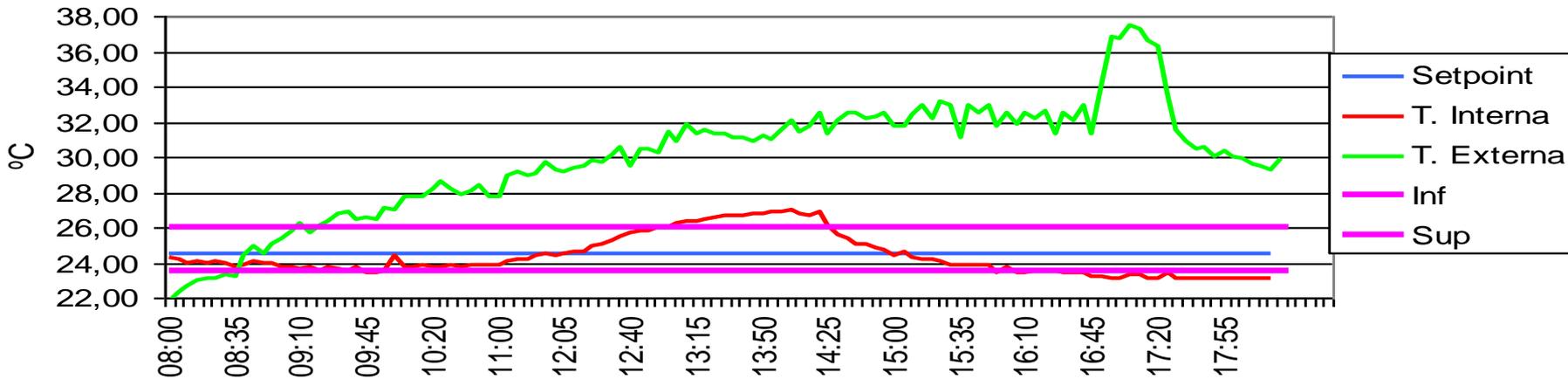
# Controlador Fuzzy-1



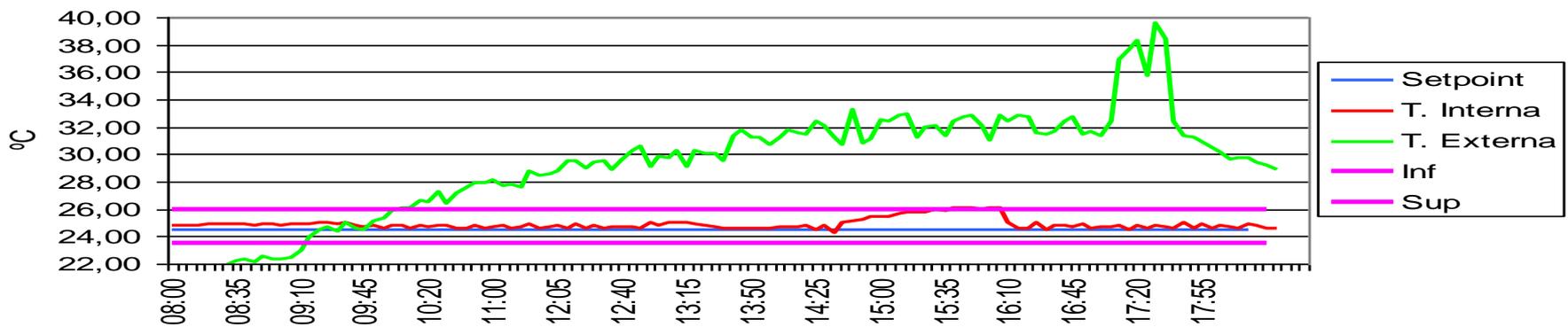
# Resultados da Simulação



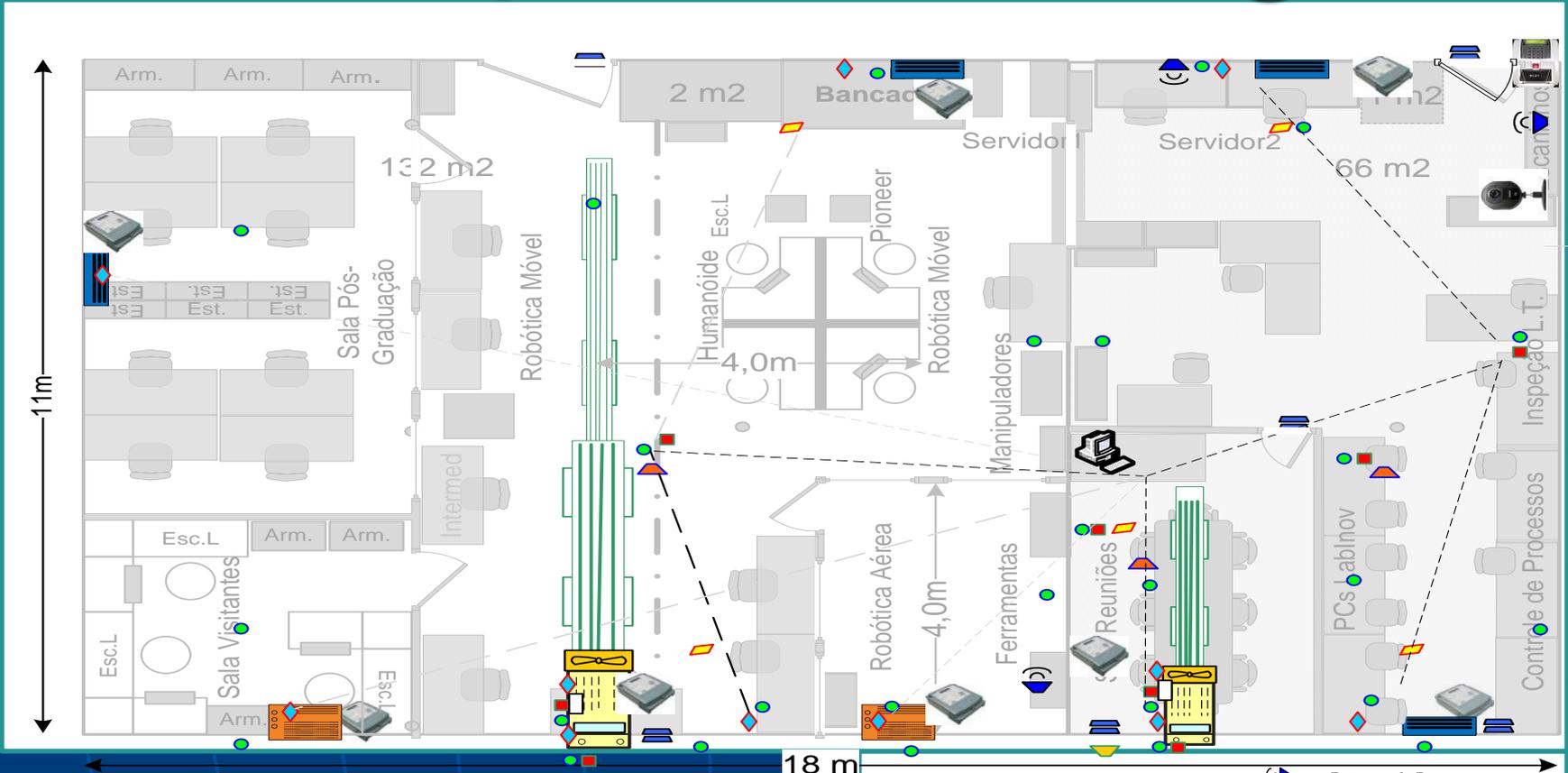
## Liga-Desliga 16-09-2006



## Controle Fuzzy 14-09-2006



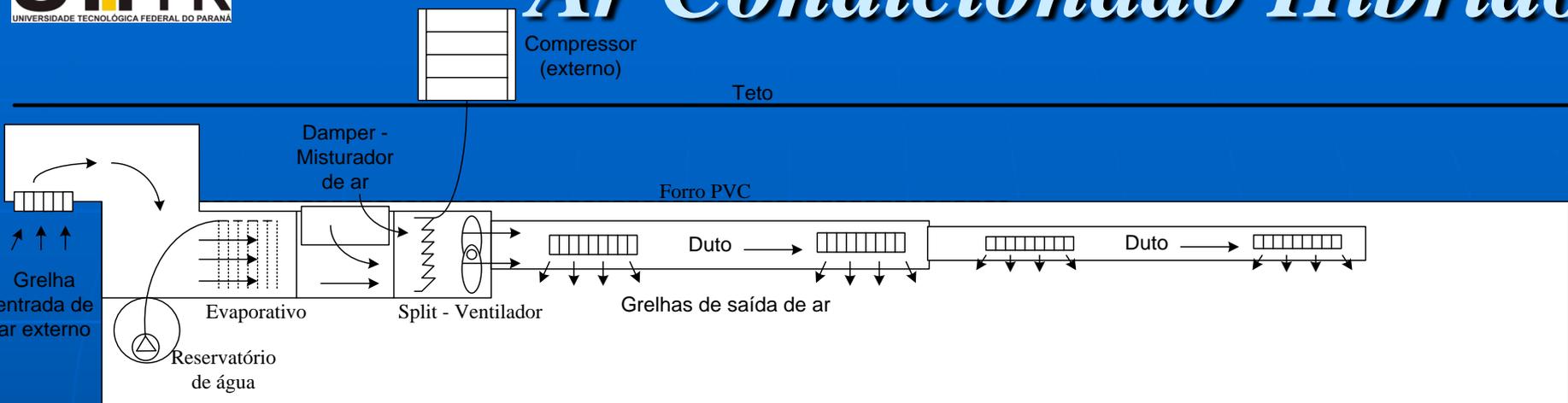
# Automação Predial Inteligente



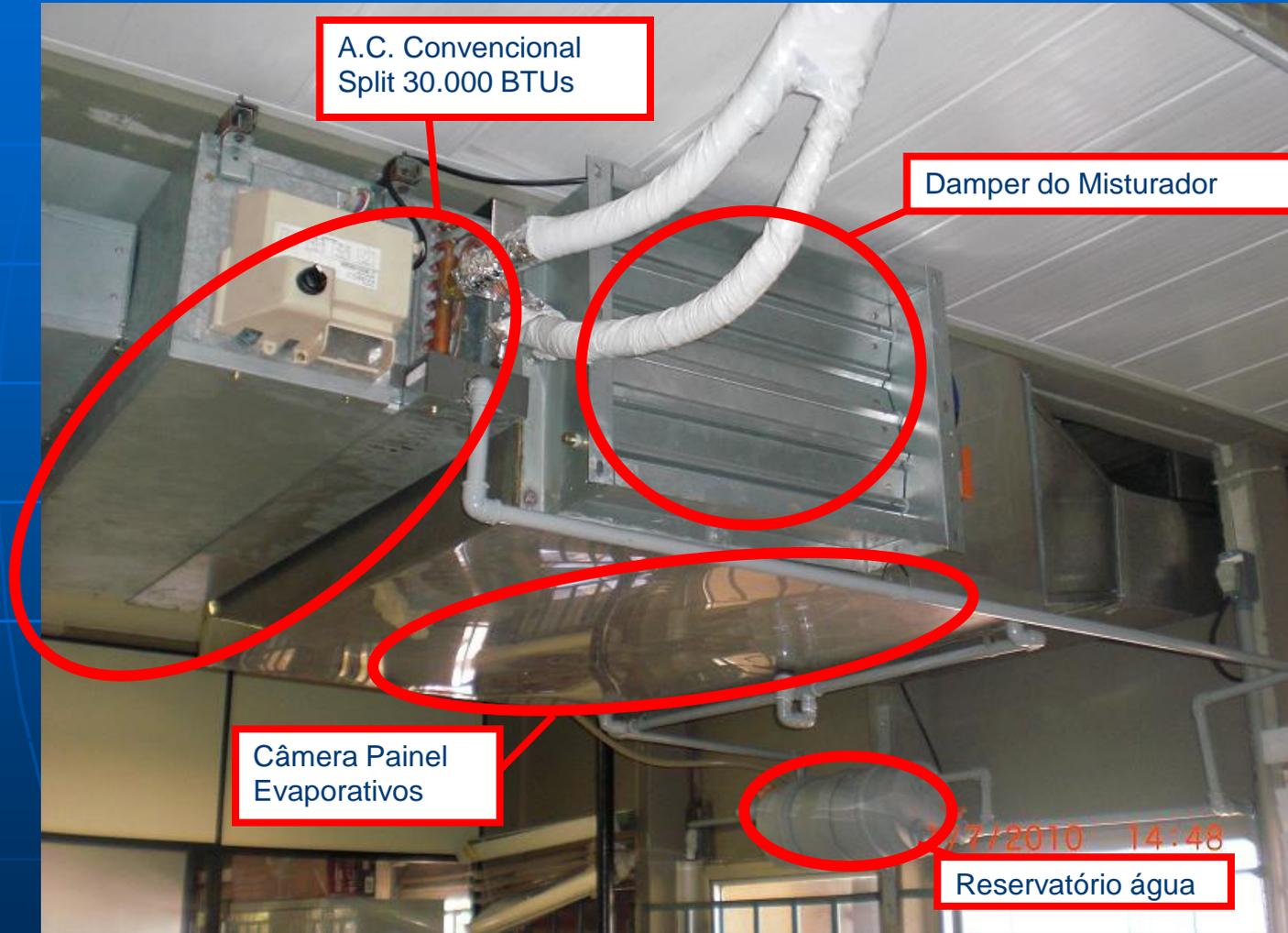
Laboratório de Automação e Robótica - ENE/UnB

- |  |                               |  |                                  |
|--|-------------------------------|--|----------------------------------|
|  | Sensor de Temperatura         |  | Detector de Presença             |
|  | Sensor de Umidade             |  | Detector Porta/Janela aberta     |
|  | Anemômetro                    |  | Medidor de Energia               |
|  | Sensor Radiação Térmica Média |  | Camera de Vigilância             |
|  | Piranômetro                   |  | Controle de Acesso               |
|  | Atuador Ar Cond.              |  | BAS - Building Automation System |

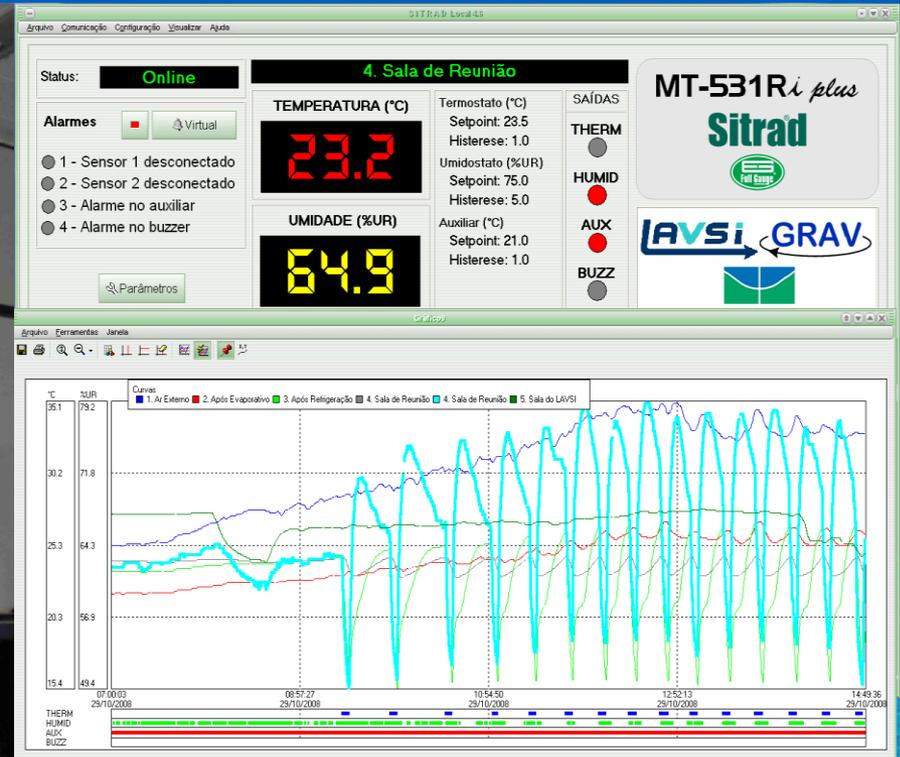
# Ar Condicionado Híbrido



# Ar Condicionado Híbrido

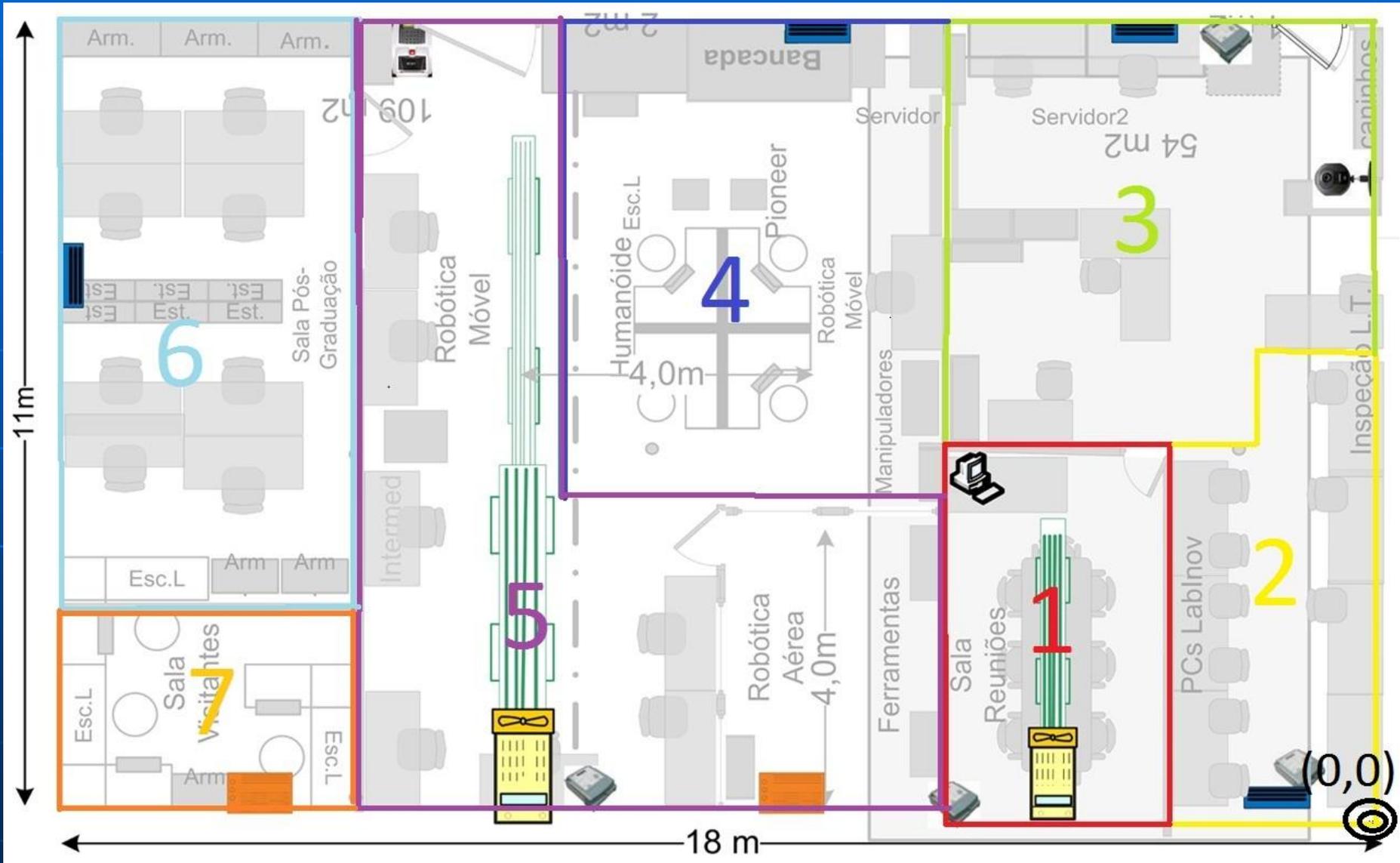


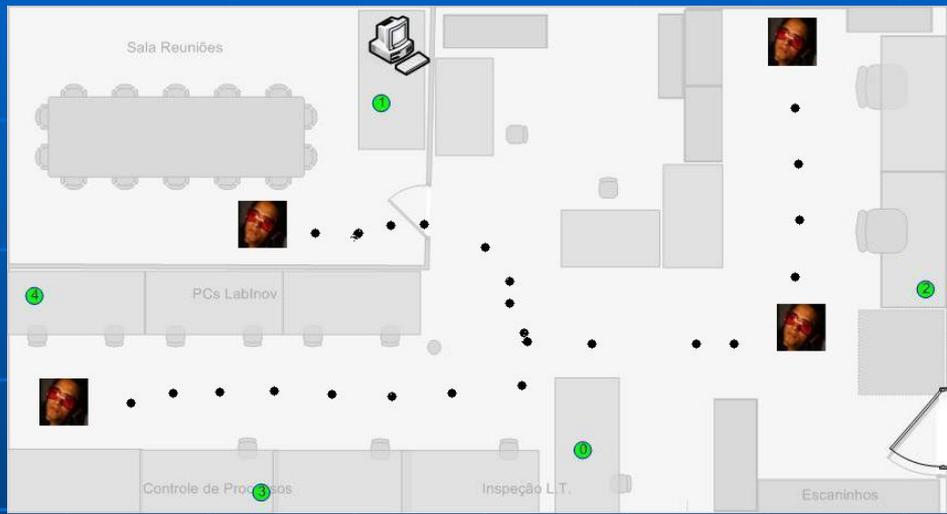
# Ar Condicionado Híbrido: Evaporativo + Convencional



Diss. José L. Olmos Flores, 2009  
Economia de Energia ~70%

# Ambientes - LARA





Posição do usuário

**SCADA ActionView**

Resultados

Sinal para acionamento modbus



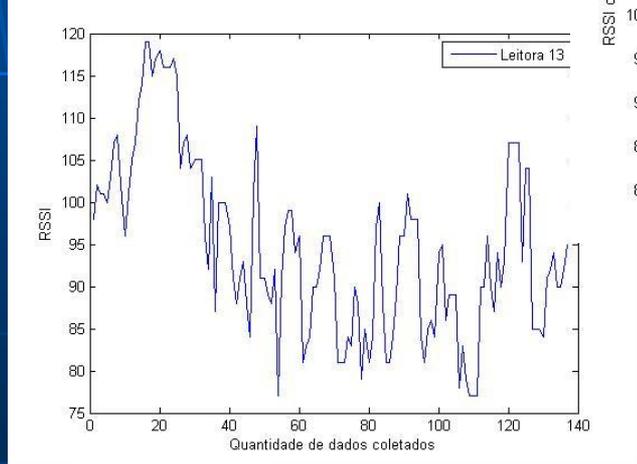
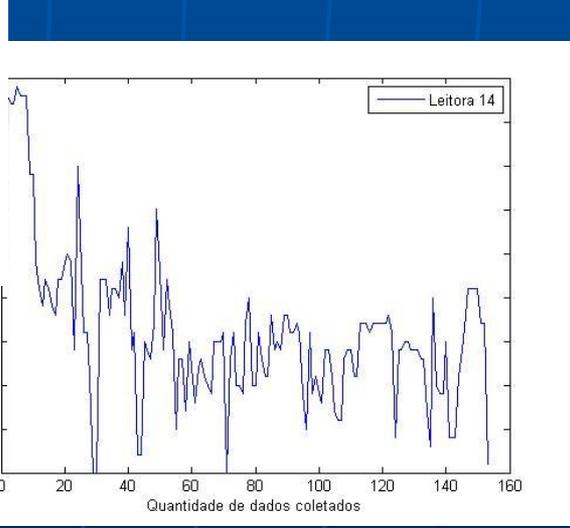
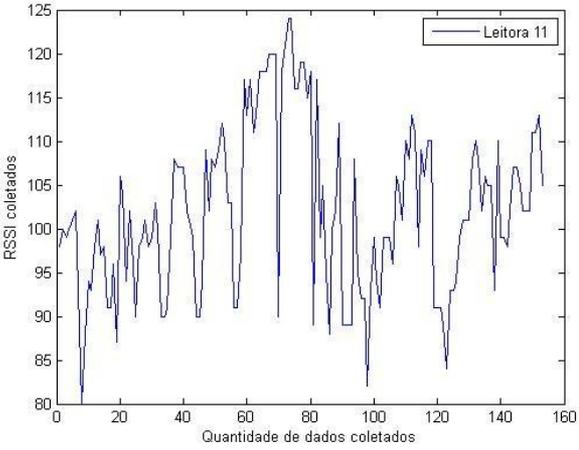
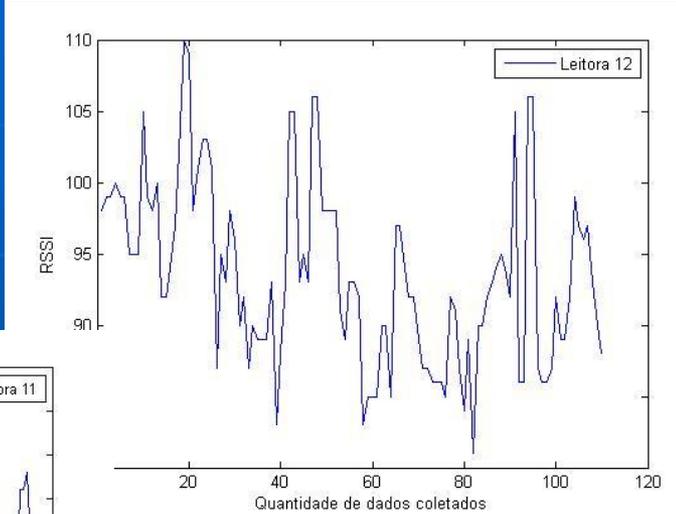
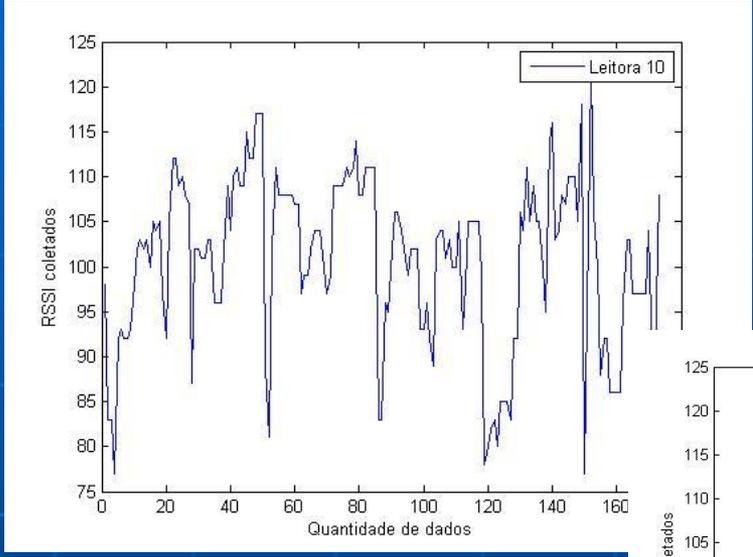
Acionamento



**ERS 1050**

**Ar Condicionado**

# Resultados – Leitoras RFID

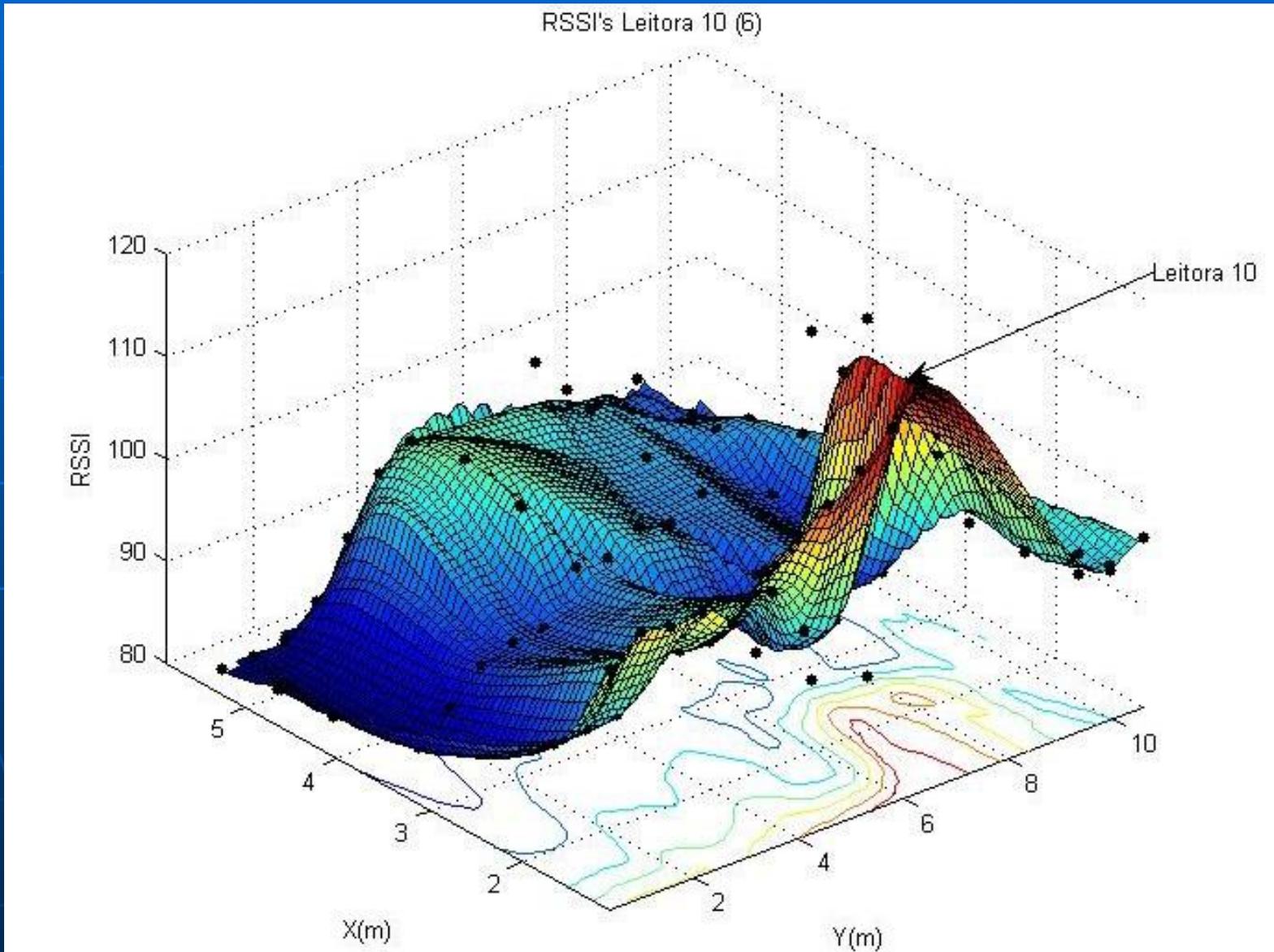


Dados coletados

• Andando com a tag.

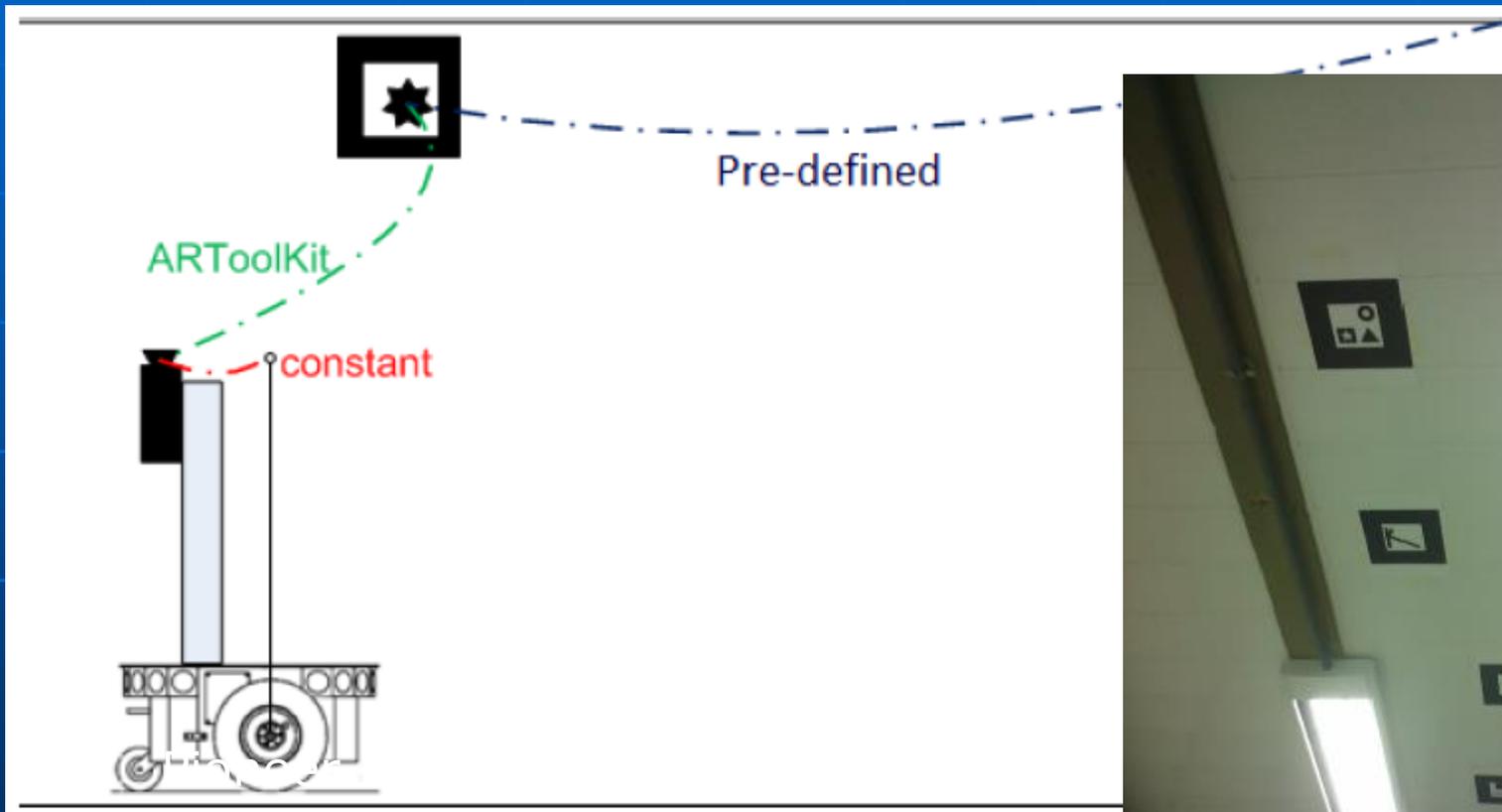


# Resultados – RFID com presença Humana

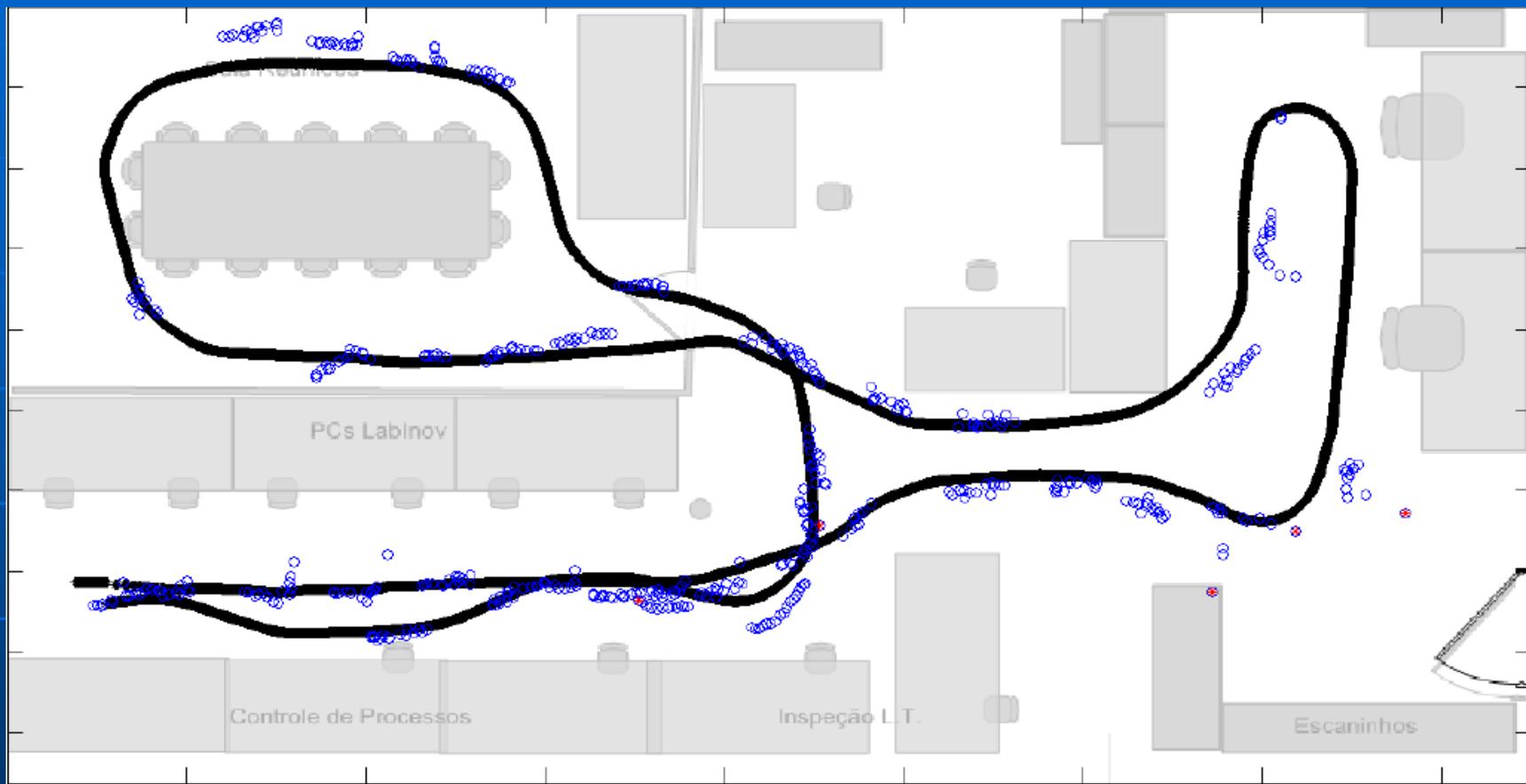


# Robô Móvel

## – Odometria + Visão + RFID

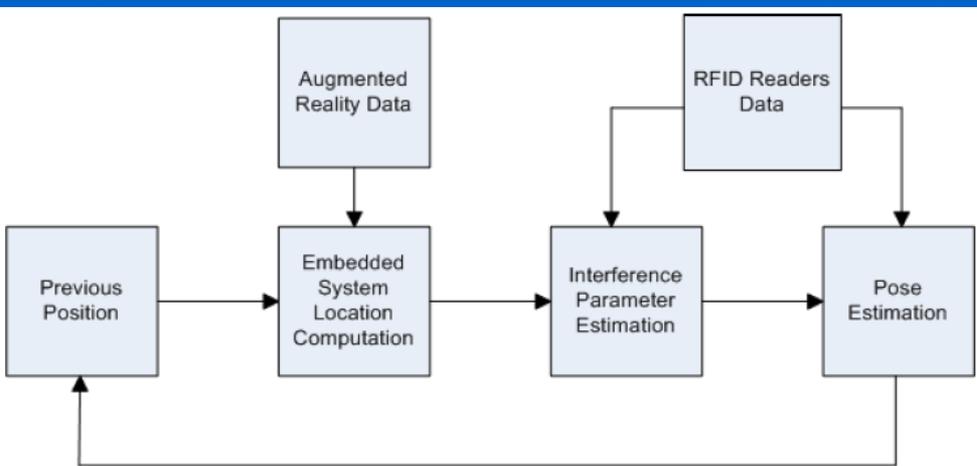


# Trajetoória + Visão

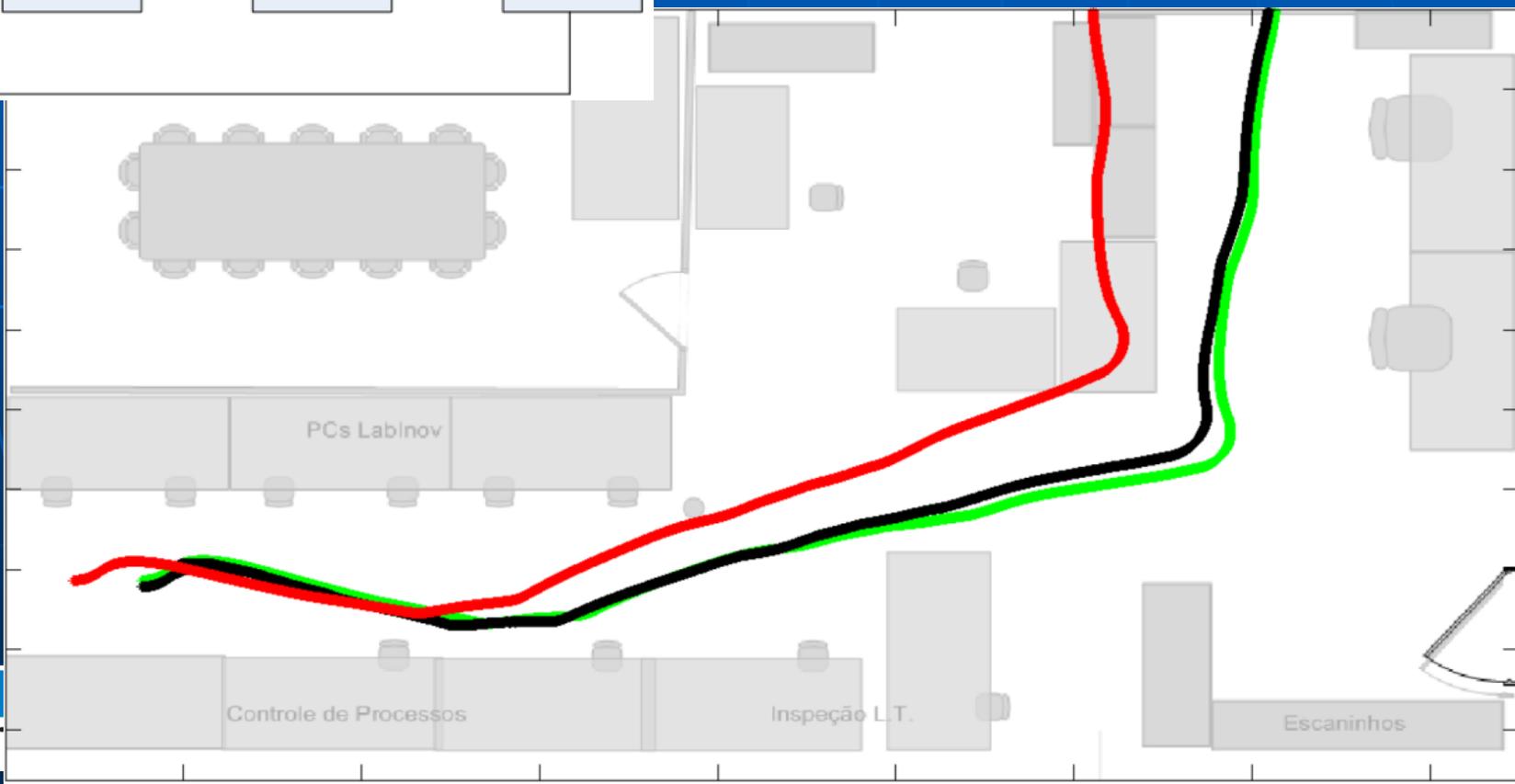


Localização com *ARToolKit*. Pontos azuis representam medidas recebidas. Dentre essas medidas, as descartadas são marcadas em vermelho.

# Fusão Sensorial



Odometria sem correção (em vermelho),  
resultado utilizando *ARToolKit* (preto) e  
resultados utilizando o filtro com RFID (verde).



# 6 – *Conclusões*

- **Diferentes Paradigmas –  
Diferentes formas de se resolver um mesmo problema.**



**Há problemas procurando uma solução!  
Há soluções procurando problemas (aplicações)!**

**Problemas simples tem solução complexa!  
Problemas complexos tem solução simples!**

# PIB Mundial:

## 3.2 - Produto Interno Bruto, por Países - Preços Correntes (US\$ Bilhões)

Nº de Ordem	País	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
01	Estados Unidos	10.960,8	11.712,5	12.455,8	13.178,4	13.807,6	14.264,6	14.002,7	14.657,2
02	Japão	4.234,9	4.608,1	4.557,1	4.363,6	4.384,4	4.923,8	4.992,8	5.488,8
→ 03	China	1.641,0	1.931,6	2.243,7	2.657,8	3.382,4	4.401,6	4.833,0	5.878,3
04	Alemanha	2.444,3	2.744,2	2.791,7	2.915,0	3.320,9	3.667,5	3.060,3	3.315,6
05	França	1.805,0	2.059,7	2.127,2	2.271,3	2.593,8	2.865,7	2.499,1	2.582,5
06	Reino Unido	1.814,6	2.155,2	2.230,6	2.435,7	2.803,4	2.674,1	2.007,0	2.247,4
07	Itália	1.510,1	1.728,9	1.772,8	1.865,1	2.117,5	2.313,9	1.987,8	2.055,1
08	Espanha	884,9	1.044,5	1.128,0	1.233,4	1.440,0	1.611,8	1.397,2	1.409,9
→ 09	<b>BRASIL</b>	<b>553,6</b>	<b>663,8</b>	<b>882,4</b>	<b>1.088,8</b>	<b>1.366,5</b>	<b>1.636,0</b>	<b>1.577,3</b>	<b>2.090,3</b>
10	Canadá	868,5	993,9	1.132,4	1.279,0	1.436,1	1.511,0	1.229,4	
→ 11	Índia	576,5	667,3	780,8	874,8	1.102,4	1.209,7	1.185,7	
→ 12	Rússia	431,4	591,9	763,9	989,4	1.294,4	1.676,6	1.163,6	
13	México	638,7	683,5	767,7	952,3	1.025,4	1.088,1	827,2	
14	Austrália	527,6	639,4	712,4	755,2	909,7	1.010,7	755,1	
15	Países Baixos	539,3	609,0	629,9	678,0	777,2	868,9	743,0	
16	Coréia do Sul	608,3	681,2	791,6	952,0	1.049,3	947,0	727,1	

Fonte: Banco Mundial e FMI ( World Economic Outlook)

→ BRICs

# Engenheiros

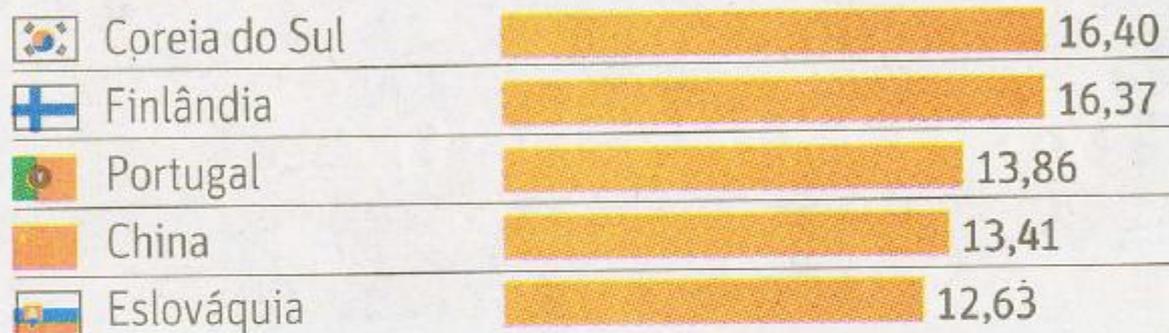
População  
48,6 M.

192 M.

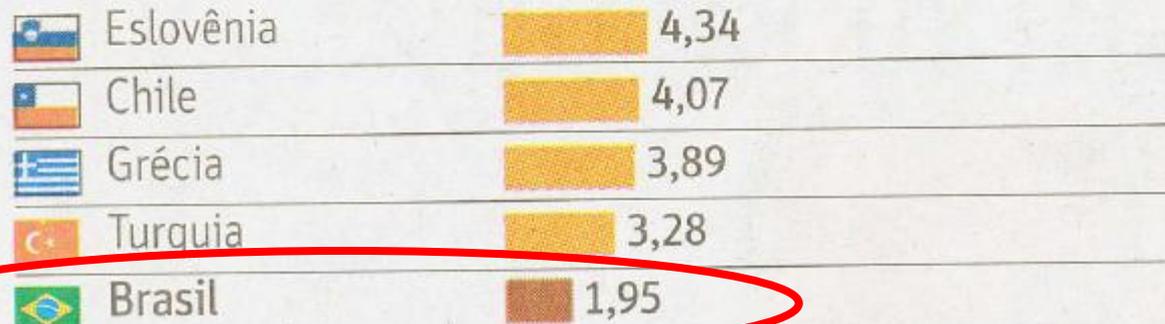
## MENOS ENGENHEIROS

Número de profissionais a cada 10 mil pessoas

### 5 MAIORES

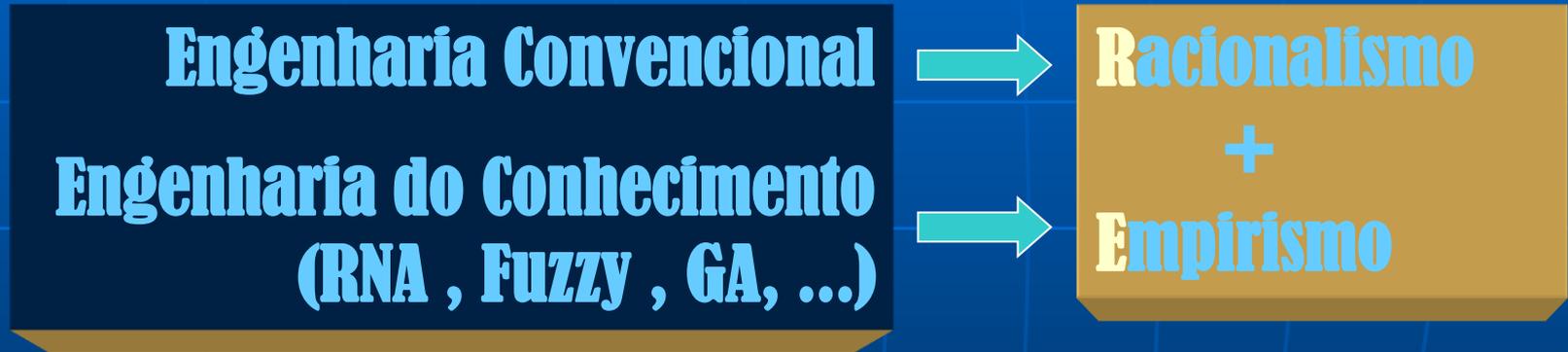


### 5 MENORES



Fonte: OCDE, 2010

# *Oportunidades →* *“Manter portas abertas”*



**Formação Multidisciplinar, Multiparadigmas!**

*Fim*

*Obrigado!*

Adolfo Bauchspiess

[lara.unb.br/~adolfo](http://lara.unb.br/~adolfo)

adolfoobs@lara.unb.br