

# APRENDIZADO DE MÁQUINAS

Algoritmos de regras  
de classificação



# TÓPICOS

1. Regras como representação do conhecimento
2. Sistemas baseados em regras
3. Tipos de encadeamentos
4. Resolução de conflitos
5. Encadeamento para frente
6. Encadeamento para trás
7. Sistemas Especialistas
8. Algoritmo RETE
9. CLIPS
10. Expert SINTA

# REGRAS COMO REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Uma das maneiras de representar conhecimento é pelo uso de regras que expressem o que deva acontecer, ou o que realmente acontece diante de certas condições. Regras são geralmente expressas na forma de instruções SE ... ENTÃO ..., tal como:

**SE premissa, ENTÃO conclusão**

**Se o carro não ligar**

**Então o problema pode estar no sistema elétrico**

**Se o problema pode estar no sistema elétrico**

**E a voltagem da bateria está abaixo de 10 volts**

**Então a falha é uma bateria ruim**

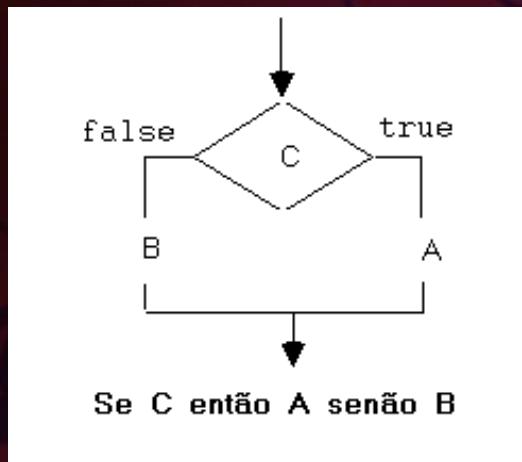
**Inclusão do SENÃO**

**SE você tem um alto salário**

**OU suas deduções são errôneas,**

**ENTÃO sua chance de sofrer auditoria da Receita Federal é alta,**

**SENÃO sua chance de sofrer auditoria é baixa**



# SISTEMAS BASEADOS EM REGRAS

Nos sistemas baseados em regras ou sistemas baseados em conhecimento (SBC), há uma separação clara entre conhecimento e raciocínio.

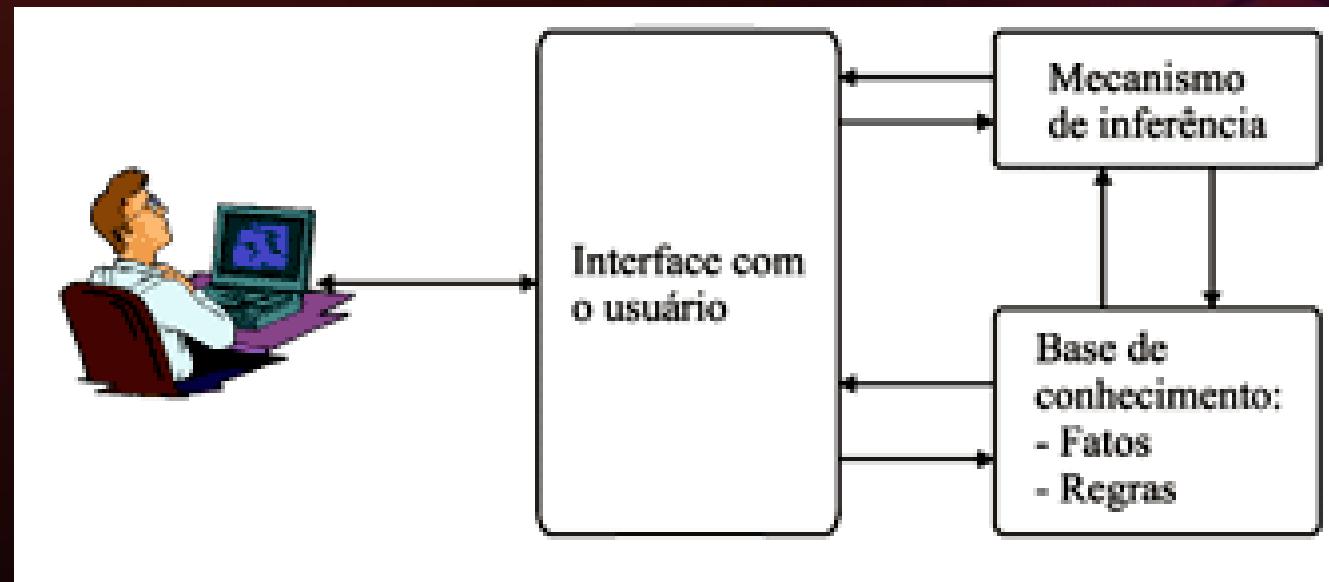
O controle do programa não se mistura com a especificação do conhecimento.

Conhecimento é um conjunto integrado de fatos e relações que, quando devidamente interpretado, produz um desempenho eficiente.



# SISTEMAS BASEADOS EM REGRAS

Sistemas baseados em regras, ou sistemas de produção, são sistemas computacionais que usam regras para fornecer recomendações, diagnósticos, ou para determinar uma linha de ação em uma situação particular, ou para solucionar um problema específico.

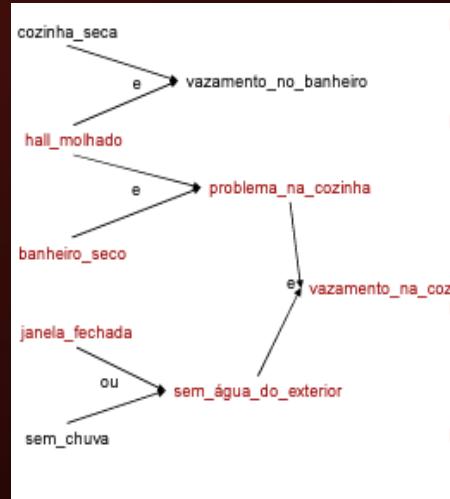


# TIPOS DE ENCADEAMENTO

Encadeamento para frente  
(Raciocínio progressivo ou  
forward chaining)



Parte dos dados em direção às metas



- ❑ No encadeamento progressivo, iniciamos a partir de evidências (e não hipóteses)
- ❑ Iniciar com alguns dados, por exemplo, se observarmos que o hall está molhado e o banheiro está seco podemos concluir que há um problema na cozinha
- ❑ Além disso, se observarmos que a janela da cozinha está fechada, podemos inferir que não há água vindo do exterior
- ❑ Isto nos leva à conclusão final que há um vazamento na cozinha

Encadeamento para trás  
(Raciocínio regressivo ou  
backward chaining)



Parte das metas em  
direção aos dados

- ❑ Tarefas especialistas são usualmente mais complicadas e uma combinação de ambos raciocínios pode ser utilizada
- ❑ Em medicina, por exemplo, algumas observações iniciais do paciente disparam o raciocínio do médico na direção progressiva para gerar alguma hipótese inicial
- ❑ Esta hipótese inicial deve ser confirmada ou rejeitada por evidências adicionais, que podem ser obtidas utilizando raciocínio regressivo



# RESOLUÇÃO DE CONFLITOS

## Níveis de prioridades

Atribui prioridades às regras garantindo que a regra de maior prioridade será sempre a escolhida em caso de conflito

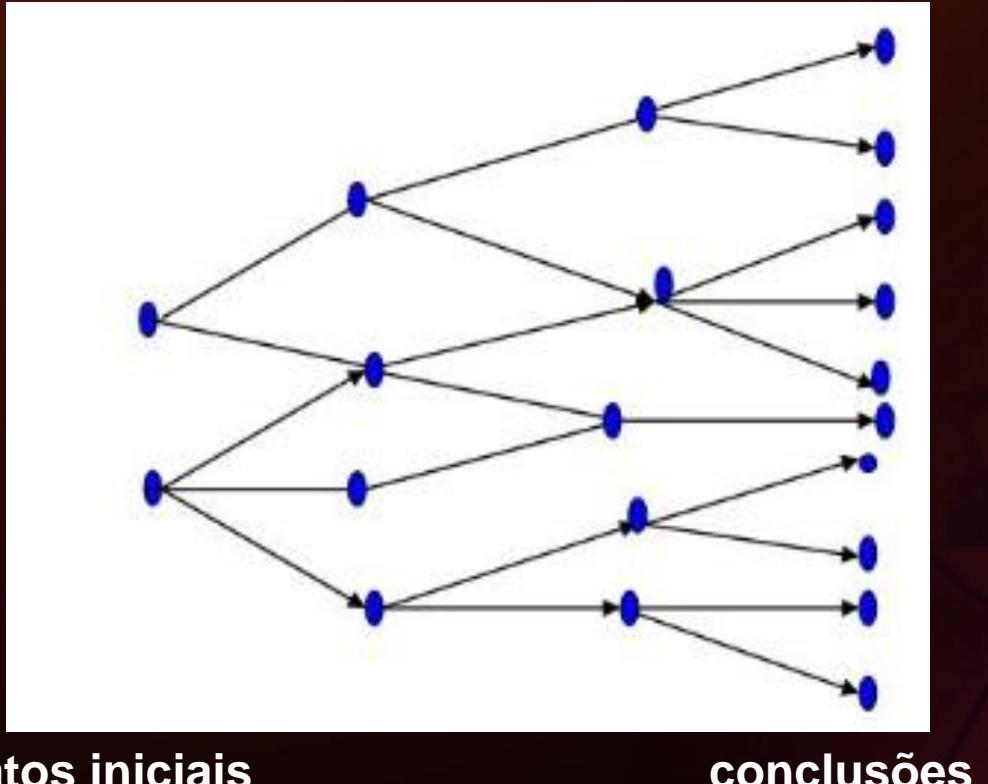
## Níveis de prioridades

Considera que a regra mais longa é mais específica e, portanto, a que melhor atende à situação de conflito



# ENCADEAMENTO PARA FREnte

O sistema parte de um conjunto de fatos e de um conjunto de regras e tenta encontrar um meio de usar tais regras e fatos para deduzir uma conclusão, ou traçar uma linha de ação apropriada.



**Dos dados à conclusão**  
Três etapas:

- Busca
- Casamento (unificação)
- Resolução de conflitos

Estratégia de inferência muito rápida

# ENCADEAMENTO PARA TRÁS

## Da hipótese aos dados

Parte da hipótese que se quer provar, procurando regras na Base de Regras cujo consequente satisfaz essa hipótese.

Usa as regras da BR para responder às perguntas

Busca provar se uma pergunta é verdadeira

Ex.: West = criminoso?

Só processa as regras relevantes para a pergunta

Duas etapas:

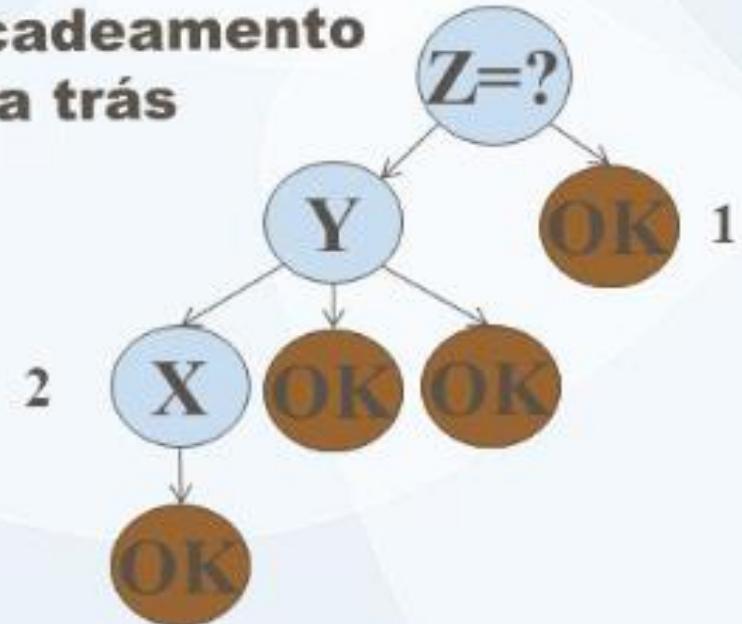
Busca e Casamento (unificação)

Utilizado em sistemas de aconselhamento

trava um “diálogo” com o usuário

ex.: MYCIN

## Encadeamento para trás



# SISTEMAS ESPECIALISTAS

## Definição

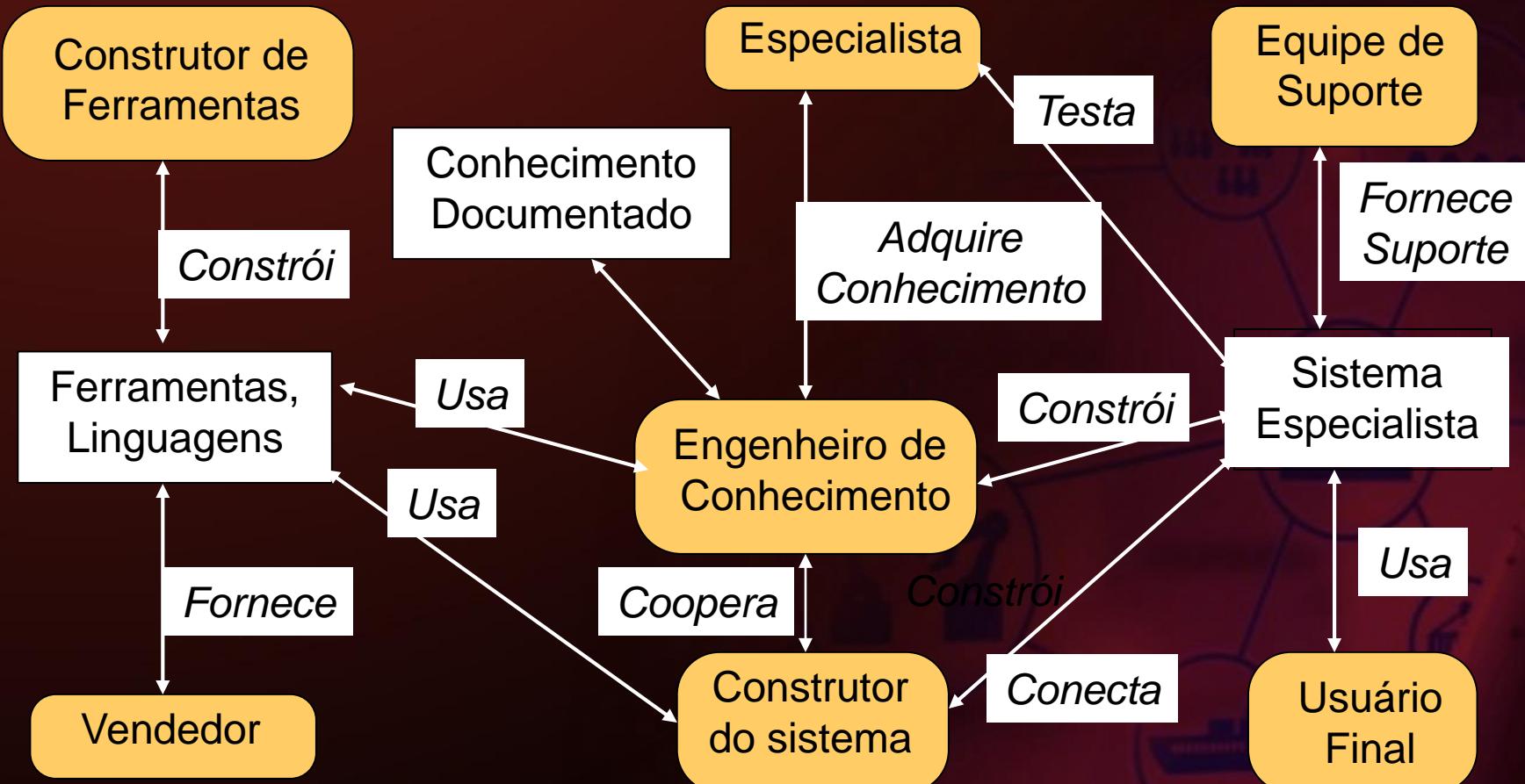
**Sistemas que empregam o conhecimento humano para resolver problemas que requerem a presença de um especialista.**

**Área de aplicação de mais sucesso da IA faz parte dos chamados *knowledge-based systems***

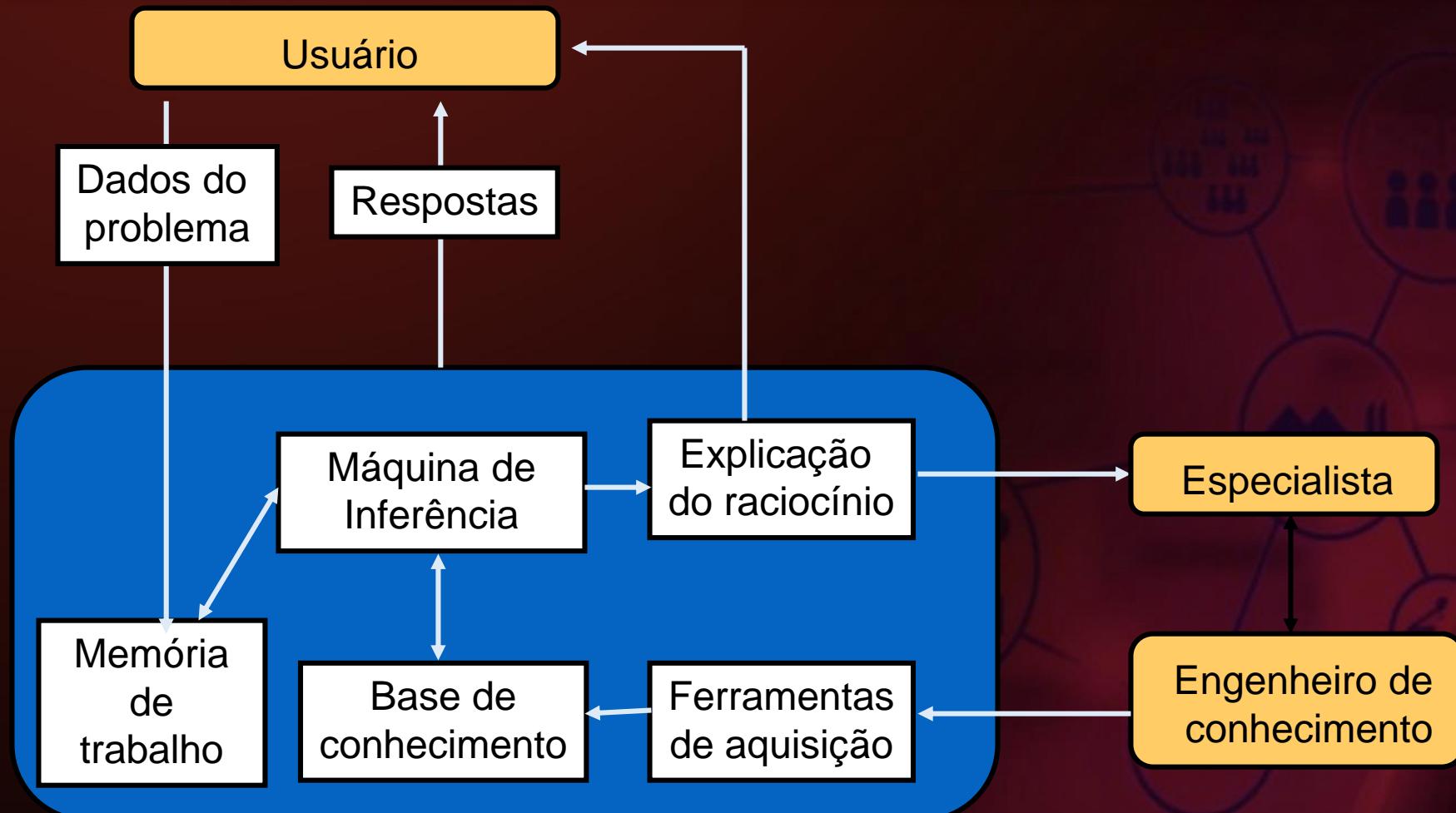
## Utilidade

- **capacitar não especialistas**
- **servir de assistente aos especialistas**
- **servir de repositório de conhecimento “valioso” para a empresa**
- **etc.**

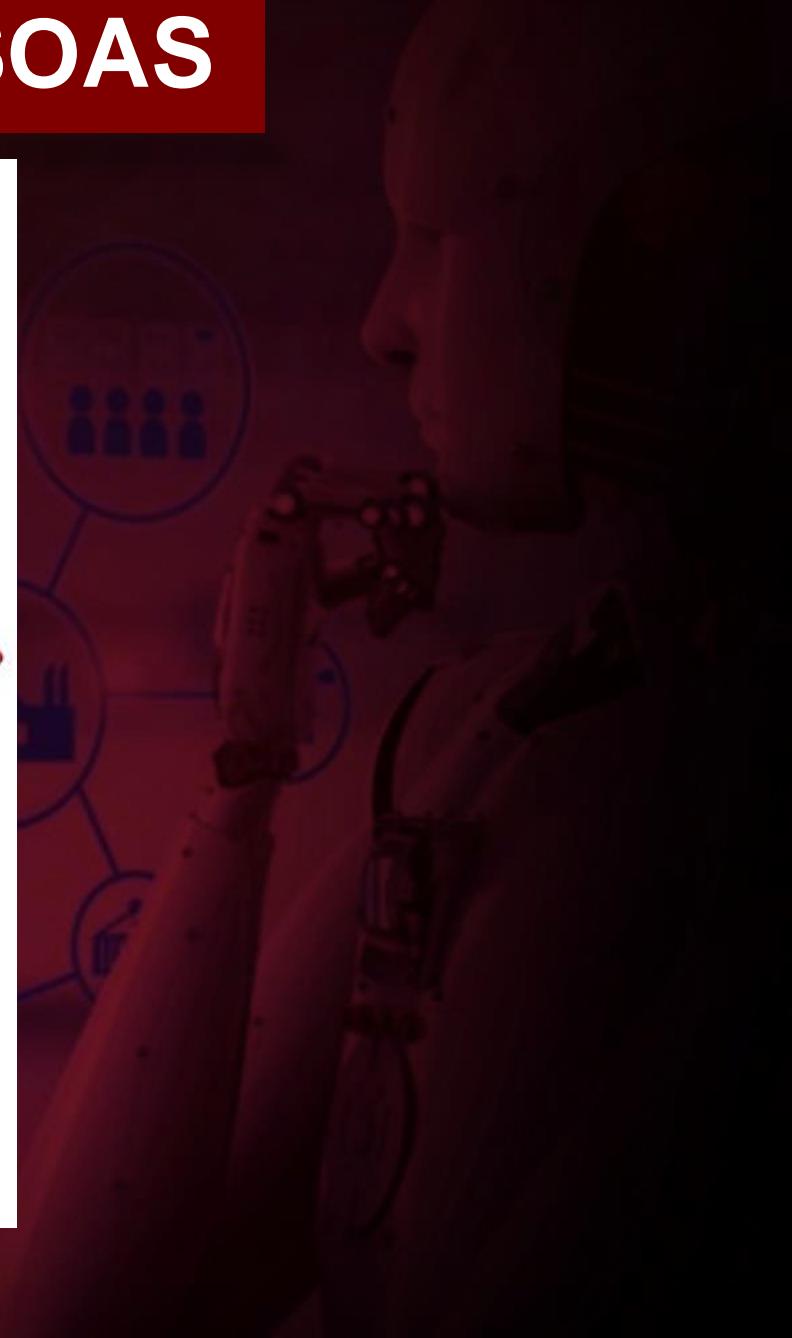
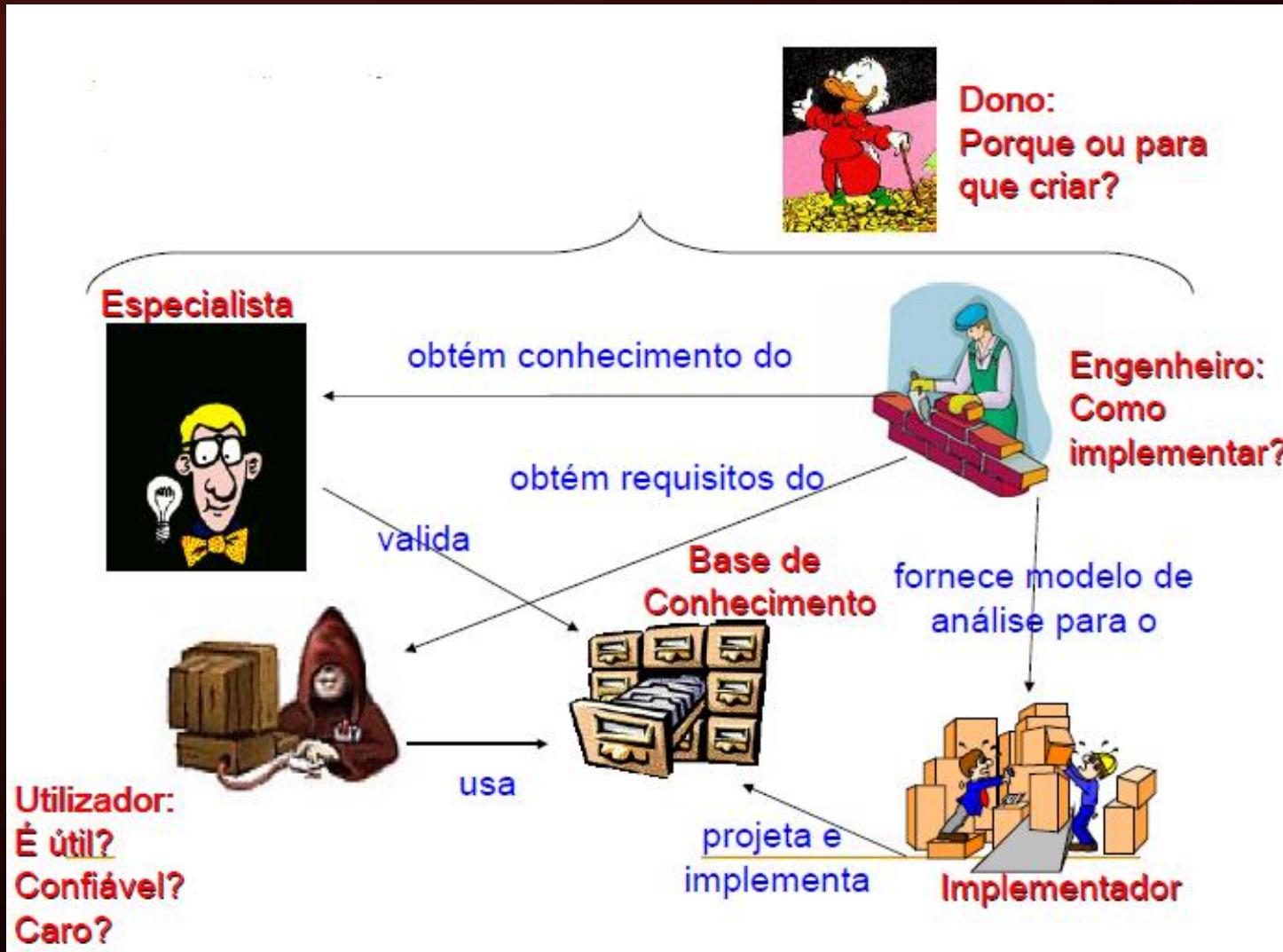
# SISTEMAS ESPECIALISTAS



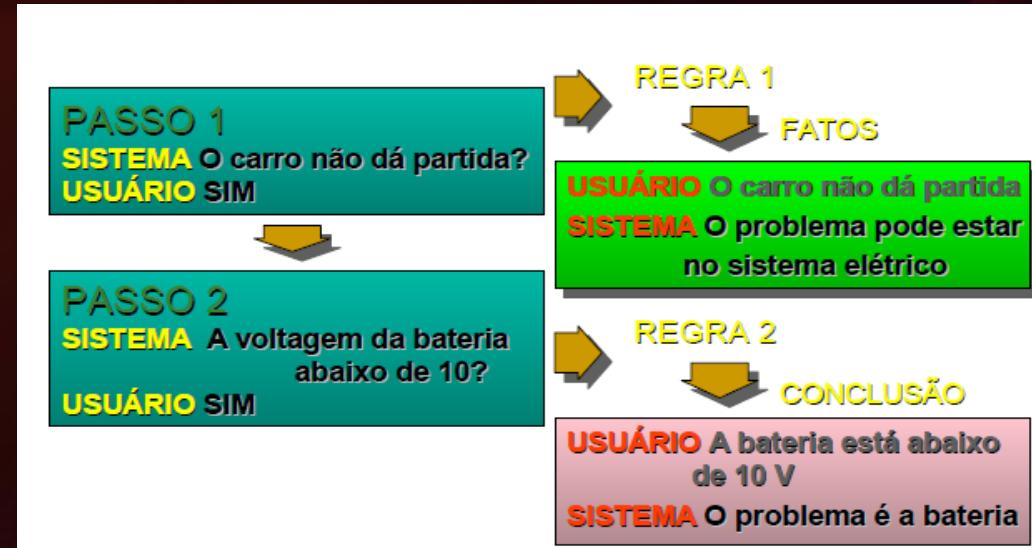
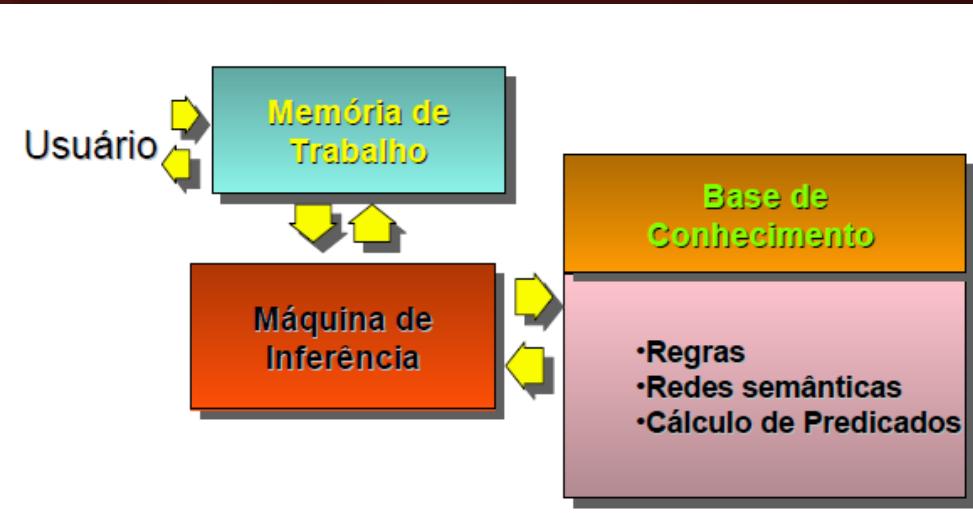
# SISTEMAS ESPECIALISTAS - ARQUITETURA



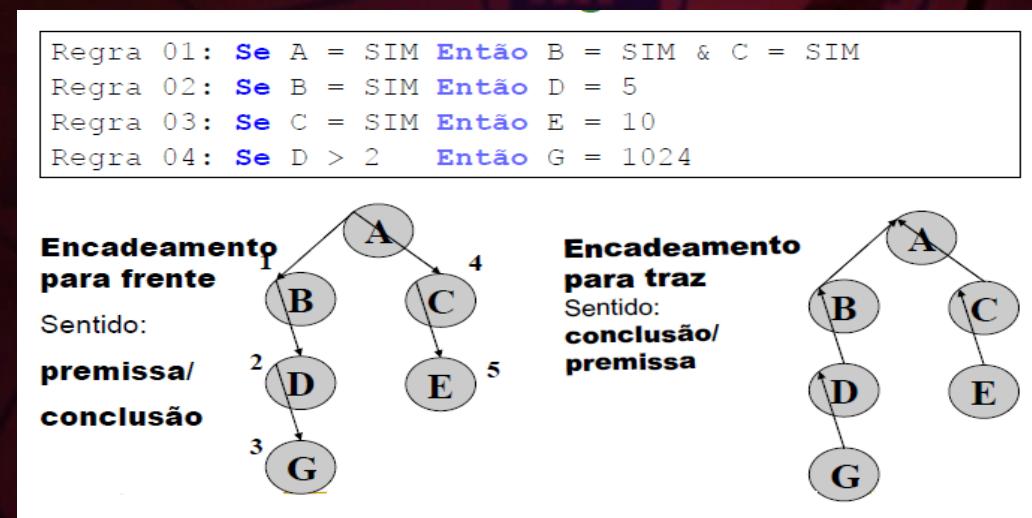
# SISTEMAS ESPECIALISTAS - PESSOAS



# SISTEMAS ESPECIALISTAS - FUNCIONAMENTO



- Considerando uma regra:
  - se as premissas estão contidas na memória de trabalho,
  - então aplica-se a regra, adicionando as conclusões na memória de trabalho
  - senão, passa para a próxima regra
  - quando detecta-se que um objetivo foi atingido ou que mais nenhuma regra se aplica, o processo de raciocínio é encerrado
- As variações nesse mecanismo estão relacionadas à escolha das regras
  - primeira regra, a próxima regra etc.



# SISTEMAS ESPECIALISTAS – ALGORITMO RETE

Inventado por Dr. Charles Forgy em 1979

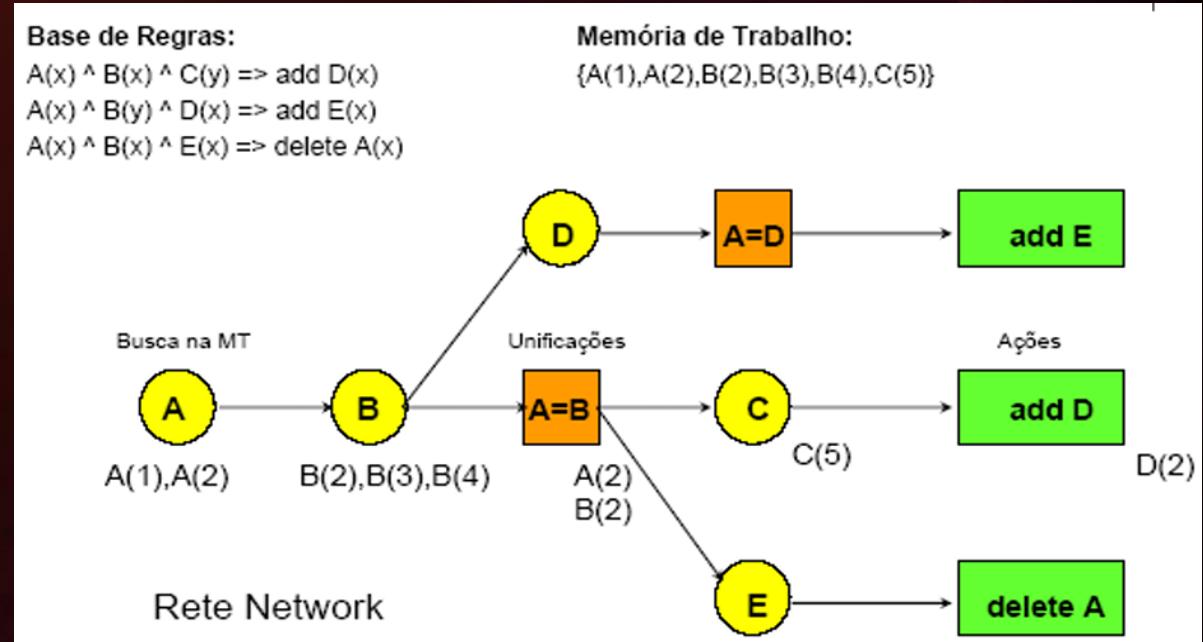
Composto de duas partes:

## Tempo de Compilação

- Descreve como gerar uma rede de discriminação para as regras da base que possa auxiliar a fase de casamento
- A rede de discriminação é utilizada com um “filtro de dados”

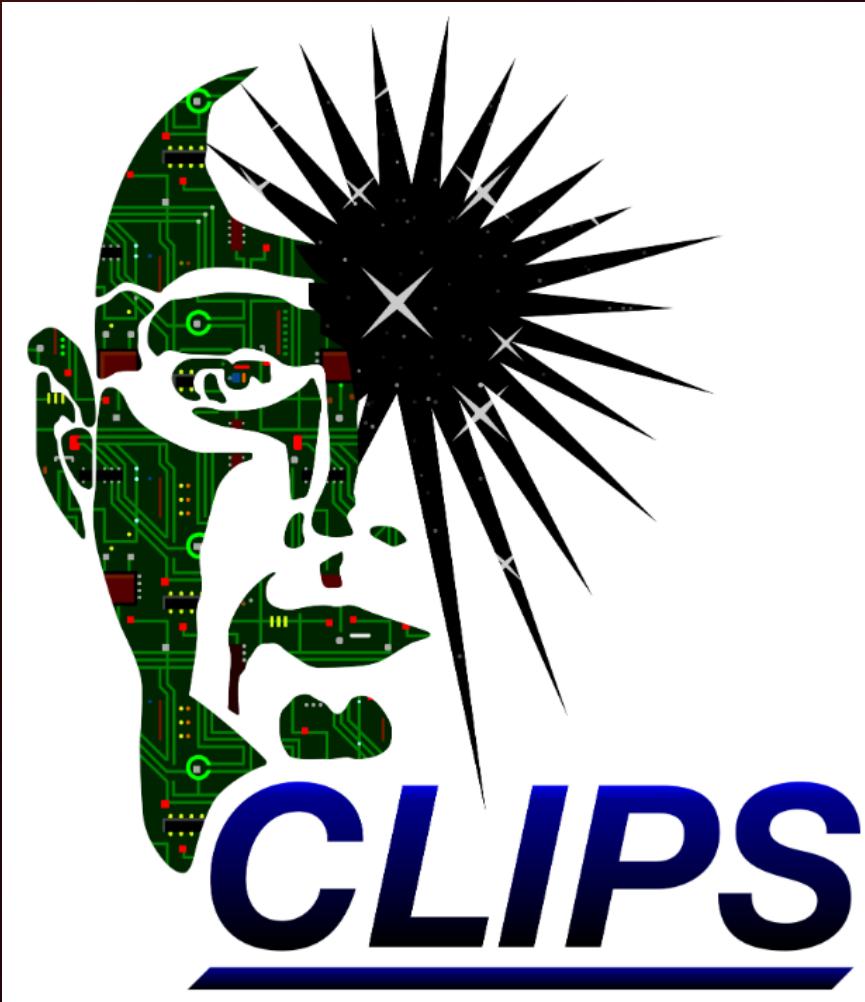
## Tempo de Execução

- A rede é utilizada para unificar a memória de trabalho com as regras da base de forma mais eficiente

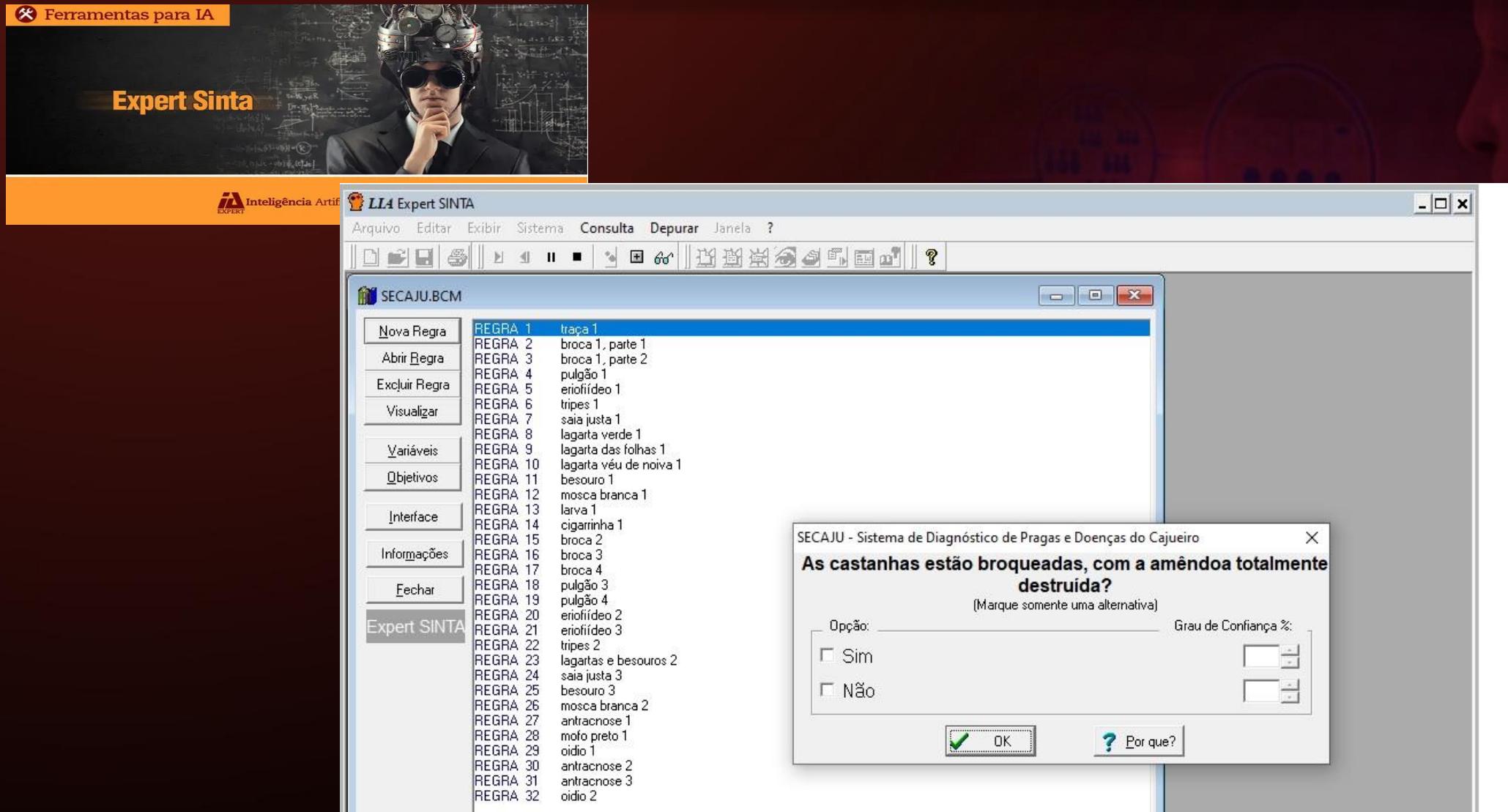


# SISTEMAS ESPECIALISTAS – CLIPS

Desenvolvido no Johnson Space Center da NASA de 1985 a 1996, o C Language Integrated Production System (CLIPS) é uma linguagem de programação baseada em regras, útil para criar sistemas especialistas e outros programas onde uma solução heurística é mais fácil de implementar e manter do que uma solução algorítmica. Escrito em C para portabilidade, o CLIPS pode ser instalado e usado em uma ampla variedade de plataformas. Desde 1996, o CLIPS está disponível como software de domínio público.



# SISTEMAS ESPECIALISTAS – EXPERT SINTA



# SISTEMAS ESPECIALISTAS – EXPERT SINTA

**Resultados**

**praga**

Valor	CNF (%)
larva do broto terminal	100
besouro vermelho	100
lagarta das folhas	100
lagarta saia justa	100
eriofídeo das flores	100
broca das pontas	100
cigarinha	100
mosca branca	100
lagarta véu de noiva	100
lagarta verde	100
tripes	100
pulço das inflorescências	100

Resultados / Histórico / Todos os valores / O sistema /

**Resultados**

**Todos os resultados**

- ─ besourinhos vermelhos
  - ─ Sim (100%)
- ─ castanha broqueada com amêndoas totalmente destruída
  - ─ Sim (100%)
- ─ espuma sobre inflorescências ou maturas
  - ─ Sim (100%)
- ─ folhas do broto terminal repolhadas
  - ─ Sim (100%)
- ─ galerias nos ramos ou inflorescências
  - ─ Sim (100%)
- ─ inflorescências
  - ─ Existem lesões necróticas (muito escuras) (100%)
- ─ inseto com cinta avermelhada sob as folhas
  - ─ Sim (100%)
- ─ inseto mole amarelo ou verde
  - ─ Sim (100%)

Resultados / Histórico / Todos os valores / O sistema /

**Resultados**

**Árvore de pesquisa**

- ─ Procurando praga ...
  - ─ Entrando na regra 1 ...
    - ─ Comparando castanha broqueada com amêndoas totalmente destruída ...
    - ─ Procurando castanha broqueada com amêndoas totalmente destruída ...
    - ─ Perguntando ao usuário sobre castanha broqueada com amêndoas totalmente destruída ...
    - ─ Resposta do usuário: Sim, com 100%
  - ─ A regra 1 foi aceita:
    - ─ praga = traça das castanhas
- ─ Entrando na regra 2 ...
  - ─ Comparando galerias nos ramos ou inflorescências = Sim
  - ─ Procurando galerias nos ramos ou inflorescências ...
  - ─ Perguntando ao usuário sobre galerias nos ramos ou inflorescências ...
  - ─ Resposta do usuário: Sim, com 100%
- ─ A regra 2 foi aceita:
  - ─ praga = broca das pontas

Resultados / Histórico / Todos os valores / O sistema /

**Resultados**

**O sistema especialista**

REGRA	SE	ENTÃO
REGRA 1	castanha broqueada com amêndoas totalmente destruída	praga = traça das castanhas CNF 100%
REGRA 2	galerias nos ramos ou inflorescências	praga = broca das pontas CNF 100%
REGRA 3	inflorescências = Murchas ou secas E brotações novas murchas	E orifícios laterais nos ramos ou inflorescências = Sim ENTÃO praga = broca das pontas CNF 100%
REGRA 4	inseto mole amarelo ou verde = Sim	praga = pulgão das inflorescências CNF 100%
REGRA 5	ácaro estreito ou longo nas inflorescências = Sim	praga = eriofídeo das flores CNF 100%
REGRA 6	inseto com cinta avermelhada sob as folhas = Sim	praga = tripes CNF 100%

Resultados / Histórico / Todos os valores / O sistema /

# APRENDIZADO DE MÁQUINAS

Algoritmos de regras  
de classificação

