

# Sistemas de Informação

2019/1

Prof. Paulo Afonso

(slides desenvolvidos com base no **Capítulo 11** do livro-texto da disciplina)

# Roteiro

- Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão
- Sistemas Especialistas
- Lógica Difusa (Fuzzy)
- Redes Neurais Artificiais
- Algoritmos Genéticos

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

- No final da última aula, vimos algumas ferramentas de suporte à tomada de decisão: *relatórios de produção e tabelas dinâmicas*.
- A tomada de decisão também é aprimorada por meio de **técnicas inteligentes**: *sistemas especialistas, algoritmos genéticos, redes neurais, lógica difusa (fuzzy)*, entre outros.
- Vejamos algumas dessas técnicas na aula de hoje.

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Sistemas Especialistas

- E se os funcionários de sua empresa tivessem que tomar decisões que exigissem algum conhecimento especial, p.ex. consertar um motor a diesel, e as pessoas com esse conhecimento já tivessem deixado a empresa?
- Sistemas especialistas **capturam a *expertise* humana em um domínio específico do conhecimento** e a transformam em um conjunto de regras para um sistema de software.
  - › Permitem que outras pessoas da organização possam se beneficiar desse conhecimento.

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Sistemas Especialistas

- São úteis em situações de tomada de decisão em que a *expertise* é **cara** ou **escassa**.
  - › Determinar se o banco deve conceder ou não um empréstimo.
  - › Diagnosticar o mau funcionamento de uma máquina.
  - › Diagnosticar certos tipos de doença.



# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Sistemas Especialistas

- Como funcionam os Sistemas Especialistas (SE)?
  - › O conhecimento humano precisa ser **modelado** e **representado** de modo que o computador possa processá-lo.
  - › Isso é feito por uma série de regras que, em conjunto, são conhecidas como **base de conhecimento**.
    - SE reais podem ter de centenas a milhares de regras interconectadas.
  - › Há um algoritmo responsável por pesquisar a base de conhecimento e **formular conclusões** a partir dela: **mecanismo de inferência**.

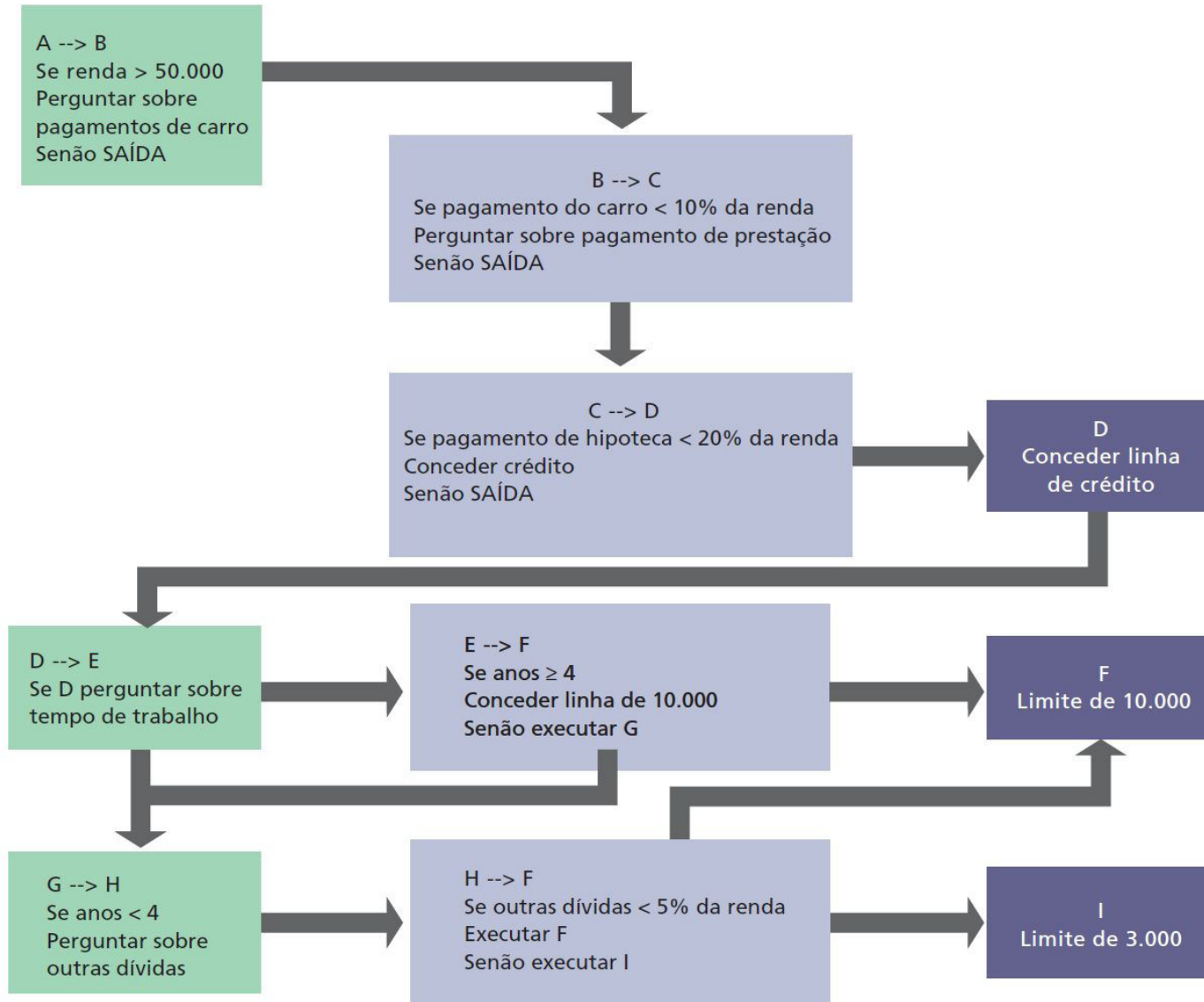
# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Sistemas Especialistas

- Os SE podem permitir que as empresas tomem melhores decisões e, portanto:
  - › Cometam menos erros;
  - › Tenham custos mais baixos;
  - › Gastem menos tempo com treinamento de pessoal;
  - › Elevem a qualidade de seus produtos/serviços; e
  - › Elevem a qualidade do atendimento aos clientes.

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Sistemas Especialistas



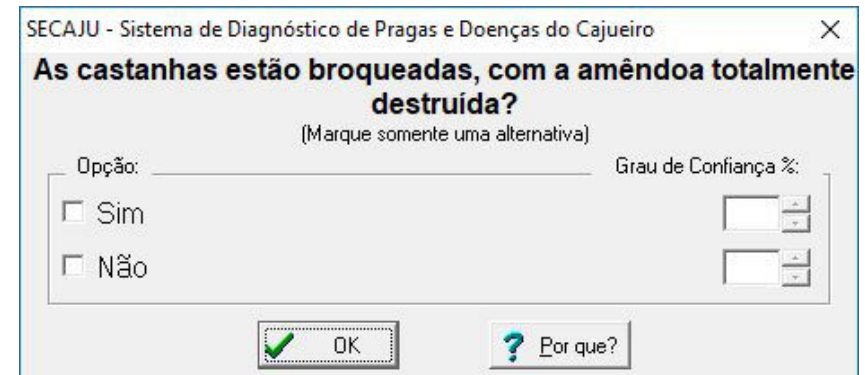
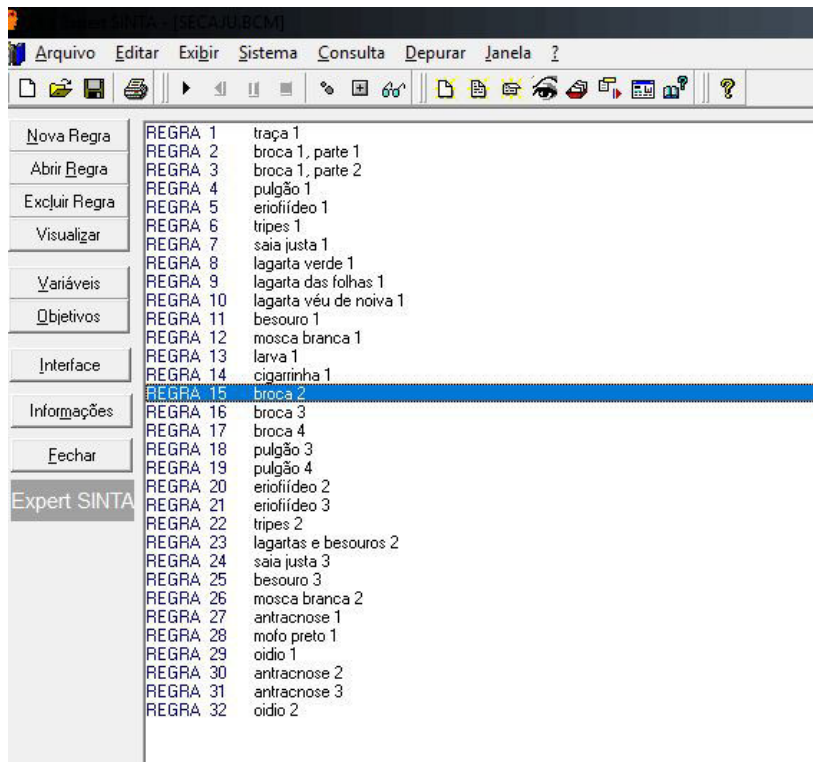


# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Sistemas Especialistas

- Dica de software: *Expert SINTA*

› <https://iaexpert.com.br/index.php/2016/09/13/ferramentas-para-ia-expert-sinta/>



# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Sistemas Especialistas

- Usos de sistemas especialistas:
  - › Uma empresa de transporte nos EUA (*Con-way Transportation*) criou um SE para **criar planos de rota de transporte** de mercadorias.
  - › 95% dos planos criados pelo SE são considerados ótimos.
  - › Foi um investimento de **US\$ 3 mi**, recuperados em apenas 2 anos: redução do número de motoristas, acomodação de um volume maior de carga por reboque, redução de custos com remanejamentos, entre outros.

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

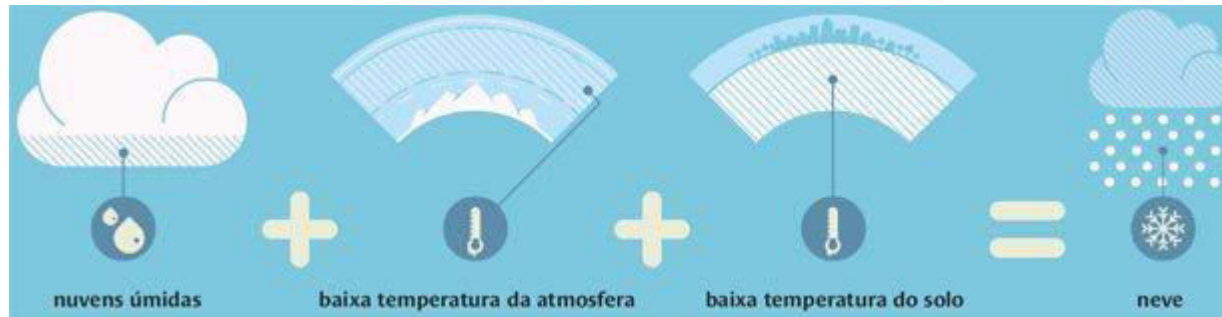
## Lógica Difusa (Fuzzy)

- A maioria dos sistemas especialistas são baseados em regras do tipo “se-então” tradicionais (lógica clássica).
- Contudo, o mundo é mais complexo do que isso. Seres humano tentam categorizar as “coisas” de maneira imprecisa.
  - › A água está um pouco quente.
  - › Ela é mais ou menos jovem.
  - › Ele nem parou de fumar, nem está fumando tanto quanto antes.

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Lógica Difusa (Fuzzy)

- A lógica difusa (fuzzy) é uma técnica de inteligência baseada em regras, mas que **leva em consideração tal imprecisão**.
- Nela, os fenômenos são descritos linguisticamente, com certa imprecisão:



SE a temperatura atm. for **muito baixa** E a temperatura do solo for **baixa**  
E a situação das nuvens for **úmida**, ENTÃO a chance de nevar é **alta**.

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Lógica Difusa (Fuzzy)

- A lógica difusa (fuzzy) é uma técnica de inteligência baseada em regras, mas que **leva em consideração tal imprecisão.**

Já pensou em disponibilizar um **painel digital** no centro de uma **cidade turística**, indicando a **probabilidade de nevar** em determinado dia?

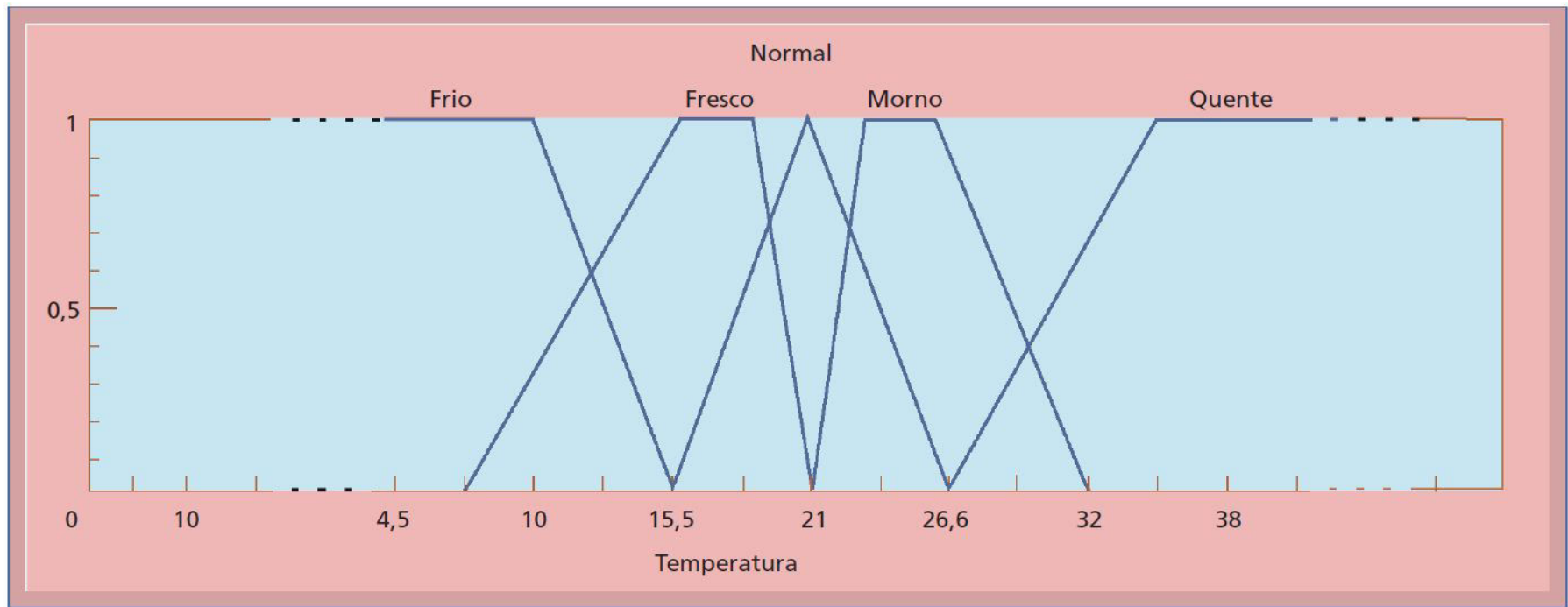


SE a temperatura atm. for **muito baixa** E a temperatura do solo for **baixa**  
E a situação das nuvens for **úmida**, ENTÃO a chance de nevar é **alta**.

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Lógica Difusa (Fuzzy)

- Esses termos são definidos matematicamente por meio de **funções de pertinência**.



**Figura 11.10** Lógica difusa para controle de temperatura

As funções de pertinência para a entrada denominada "temperatura" estão na lógica do termostato que controla a temperatura da sala. Funções de pertinência ajudam a converter expressões como "morno" em números que o computador pode manipular.

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Lógica Difusa (Fuzzy)

- Depois, o mecanismo de inferência computa todas essas regras, de acordo com as funções de pertinência, para oferecer uma saída (resposta) ao usuário.
- A lógica difusa é útil em situações que exigem conhecimento técnico **difícil de ser representado por meio da lógica clássica.**



A = Conjunto de pessoas altas

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Lógica Difusa (Fuzzy)

- Usos da lógica difusa:
  - › No Japão, o sistema de metrô de Sendai **utiliza controles de lógica difusa para acelerar** tão suavemente que os passageiros que estão em pé nem precisam se segurar.
  - › Alguns trabalhos que já orientei nesta linha:

ARAUJO NETO, A. G. ; OLIVEIRA, D. S. ; RAMOS, M. M. ; SILVA, M. ; COSTA, H. A. X. ; **PARREIRA JÚNIOR, PAULO AFONSO** . RankMailFuzzy Um Sistema Fuzzy para Ranqueamento de Emails. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Fuzzy, 2012, Natal/RN. Anais do II Congresso Brasileiro de Sistemas Fuzzy. Natal/RN, 2012.

SOUZA, I. E. ; LIMA, T. M. DE ; HELMEISTER FILHO, P. ; **PARREIRA JÚNIOR, PAULO AFONSO** . Sistema Fuzzy para Controle da Produtividade Leiteira no Âmbito da Agricultura Familiar do Sudoeste Goiano. In: II Congresso Brasileiro de Sistemas Fuzzy, 2012, Natal/RN. Anais do II Congresso Brasileiro de Sistemas Fuzzy. Natal/RN, 2012.

**PARREIRA JÚNIOR, PAULO AFONSO**; COSTA, H. A. X. . SGSO - Um Sistema Baseado em Lógica Fuzzy para Geração e Correção de Simulados e Provas via Web. In: XV Workshop Sobre Informática na Escola (WIE), 2009, Bento Gonçalves/RS. Anais do XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC), 2009. v. 1.

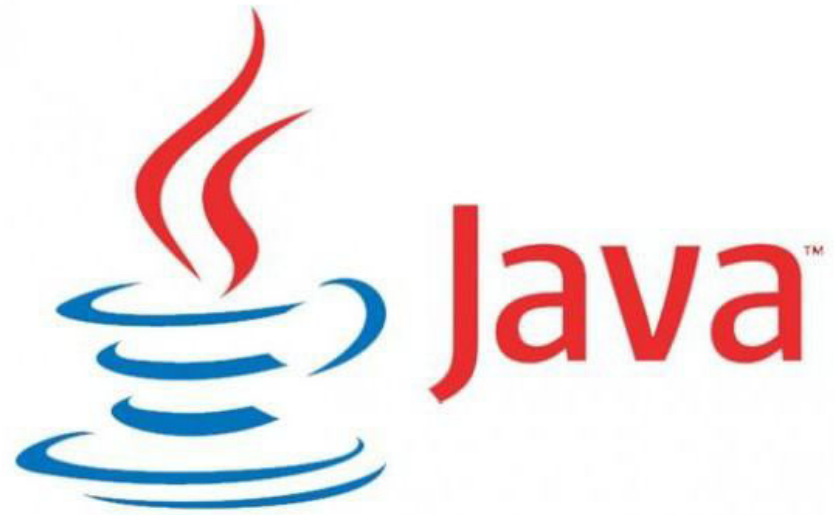
**PARREIRA JÚNIOR, PAULO AFONSO**; COSTA, H. A. X. . SISGEAGRO/WEB Um Sistema Web Baseado em Lógica Fuzzy para Controle Agropecuário. In: VII Congresso Brasileiro de Agroinformática, 2009, Viçosa/MG. Anais do VII Congresso Brasileiro de Agroinformática (SBIAgro), 2009. v. 1.



# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Lógica Difusa (Fuzzy)

- **Dica de software: *IFuzzyLogic***
  - › <http://jfuzzylogic.sourceforge.net/html/index.html>
  - › Biblioteca para a linguagem Java.
  - › Permite a criação e a execução facilitada de sistemas *fuzzy*.

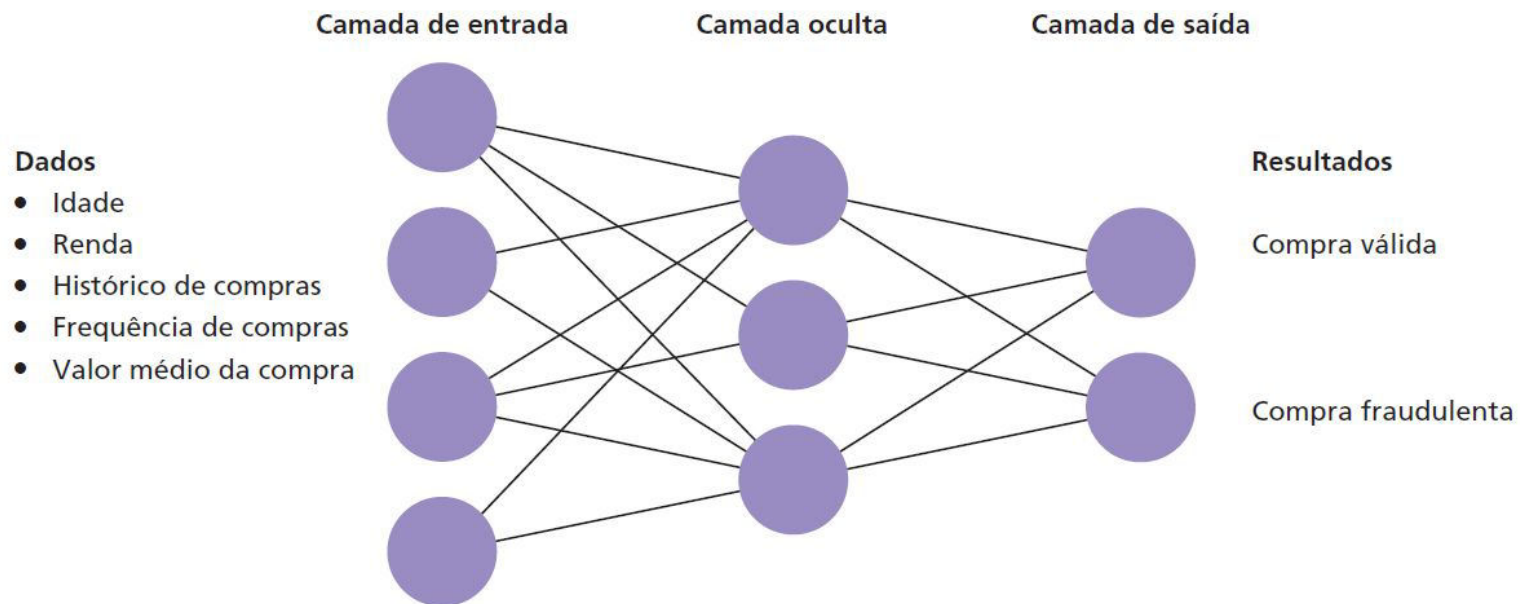


- **Redes Neurais Artificiais (RNA)** são utilizadas para resolver problemas complexos e **não totalmente compreendidos**.
  - › São muito utilizadas na área de reconhecimento de padrões.
  - › Elas têm esse nome, pois tentam imitar os padrões de processamento do cérebro biológico.
- Elas “aprendem” padrões a partir de grandes conjuntos de dados, para depois aplicar seu conhecimento em outras situações.

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Redes Neurais Artificiais

- Exemplo de RNA para **identificar compras fraudulentas com cartão de crédito:**



**Figura 11.11** Como uma rede neural funciona

Uma rede neural utiliza regras “aprendidas” a partir de padrões em dados para construir uma camada oculta de lógica. A camada oculta então processa as entradas, classificando-as com base na experiência do modelo. Nesse exemplo, a rede neural foi treinada para distinguir entre compras com cartão de crédito fraudulentas e legítimas.

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Redes Neurais Artificiais

- Os seres humanos **“treinam” a rede** alimentando-a com um conjunto de dados de treinamento.
  - › Conjunto para o qual as entradas produzem um **conjunto conhecido de saídas ou conclusões**.
- À medida que os dados de treinamento são inseridos, cada saída processada pela RNA é comparada com a saída conhecida.
- Se os resultados forem diferentes, uma correção é calculada e aplicada aos nós da camada de processamento oculta.
- Esses passos são repetidos **até que seja alcançada uma taxa de erro satisfatória**.

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

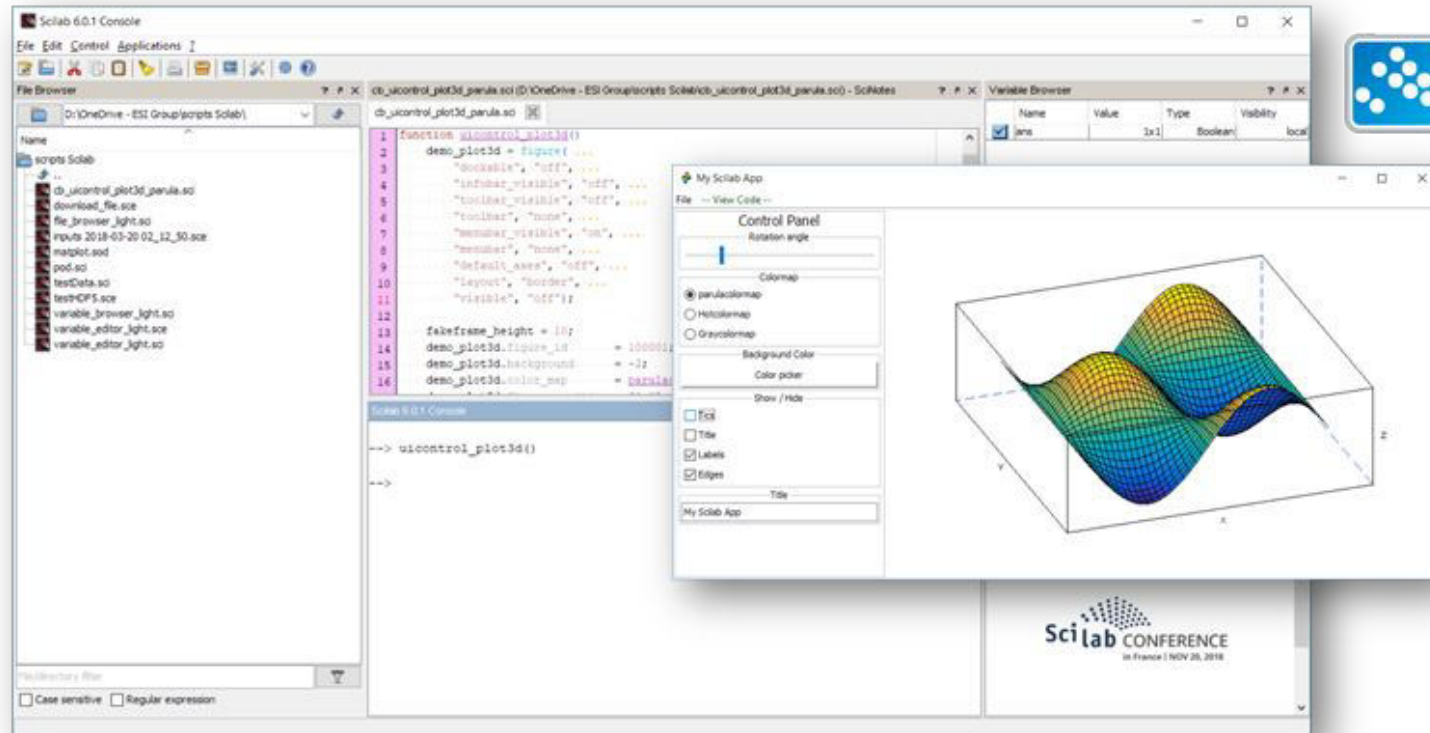
## Redes Neurais Artificiais

- Ao contrário das RNA, um sistema especialista ou sistema *fuzzy* são mais específicos para um tipo de problema e não podem ser novamente treinados de forma fácil.
- Exemplos de usos de RNA:
  - › previsão e análise financeira;
  - › diagnósticos de epilepsia e do mal de Alzheimer;
  - › A Visa International usa RNA para detectar fraudes com cartão de crédito.
    - Para isso, as transações são monitoradas para descobrir mudanças repentinas nos modelos de compra dos portadores de cartão.

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Redes Neurais Artificiais

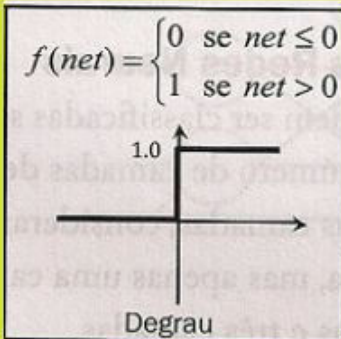
- Dica de software: SciLab
  - › <https://www.scilab.org/>



# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Redes Neurais Artificiais

- A implementação desta rede pode ser feita em uma planilha eletrônica.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	n =	0,2											
2	X1	X2	Xv	w1	w2	wv	d	net	Y	δ	Δw1	Δw2	Δwv
3	20	10	1	0,1	0,1	0,1	0						
4	80	60	1				1						
5	-20	10	1				1						

Taxa de aprendizado

Valor processado pela Rede

Saída da Rede Neural (depende da função de transferência)

Erro da Rede

Valor Utilizado para alterar os pesos ( $n \cdot \delta \cdot E_i$ ).

Conjunto de Treinamento

Conjunto Inicial de Pesos

Classes Definidas no Conjunto de Treinamento



# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Redes Neurais Artificiais

- Primeira iteração da RNA:

- A implementação desta rede pode ser feita em uma planilha eletrônica.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	n =	0,2											
2	X1	X2	Xv	w1	w2	wv	d	net	Y	$\delta$	$\Delta w1$	$\Delta w2$	$\Delta wv$
3	20	10	1	0,1	0,1	0,1	0	3,1	1	-1	-4,0	-2,0	-0,2
4	80	60	1	-3,9	-1,9	-0,1	1						
5	-20	10	1				1						



# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Redes Neurais Artificiais

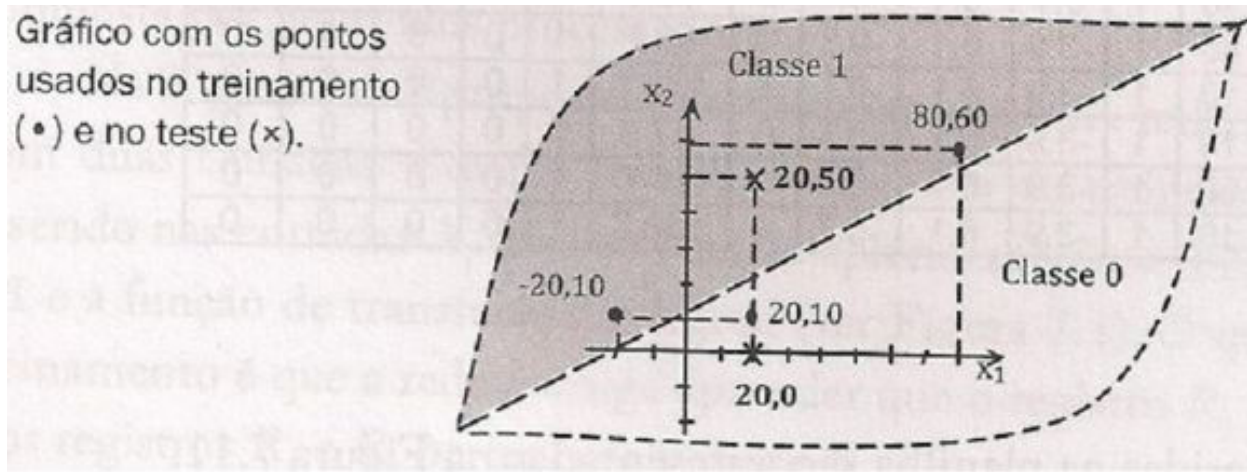
- Deve-se continuar treinando a RNA até que as diferenças (erros) sejam zero ou próximas de zero.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	n =	0,2											
2	X1	X2	Xv	w1	w2	wv	d	net	Y	$\delta$	$\Delta w1$	$\Delta w2$	$\Delta wv$
3	20	10	1	0,1	0,1	0,1	0	3,1	1	-1	-4,0	-2,0	-0,2
4	80	60	1	-3,9	-1,9	-0,1	1	-426,1	0	1	16,0	12,0	0,2
5	-20	10	1	12,1	10,1	0,1	1	-140,9	0	1	-4,0	2,0	0,2
6	20	10	1	8,1	12,1	0,3	0	283,3	1	-1	-4,0	-2,0	-0,2
7	80	60	1	4,1	10,1	0,1	1	934,1	1	0	0,0	0,0	0,0
8	-20	10	1	4,1	10,1	0,1	1	19,1	1	0	0,0	0,0	0,0
9	20	10	1	4,1	10,1	0,1	0	183,1	1	-1	-4,0	-2,0	-0,2
10	80	60	1	0,1	8,1	-0,1	1	493,9	1	0	0,0	0,0	0,0
11	-20	10	1	0,1	8,1	-0,1	1	78,9	1	0	0,0	0,0	0,0
12	20	10	1	0,1	8,1	-0,1	0	82,9	1	-1	-4,0	-2,0	-0,2
13	80	60	1	-3,9	6,1	-0,3	1	53,7	1	0	0,0	0,0	0,0
14	-20	10	1	-3,9	6,1	-0,3	1	138,7	1	0	0,0	0,0	0,0
15	20	10	1	-3,9	6,1	-0,3	0	-17,3	0	0	0,0	0,0	0,0
16	80	60	1	-3,9	6,1	-0,3	1	53,7	1	0	0,0	0,0	0,0
17	-20	10	1	-3,9	6,1	-0,3	1	138,7	1	0	0,0	0,0	0,0

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Redes Neurais Artificiais

- Todos os registros usados neste treinamento podem ser vistos no gráfico abaixo.



- Vamos verificar se a rede aprendeu, testando com dois novos pontos (20, 50) e (20, 0)?
  - › [https://drive.google.com/open?id=1bA3lVwUH-BL12VKOli5qmymLSL1\\_9hknIkC1SnAvalQ](https://drive.google.com/open?id=1bA3lVwUH-BL12VKOli5qmymLSL1_9hknIkC1SnAvalQ)

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Algoritmos Genéticos

- **Algoritmos Genéticos (AG)** servem para encontrar a solução ideal de um problema específico, após o exame de um grande número de soluções alternativas.
  - › É uma técnica inspirada na biologia evolucionária. Por isso, utiliza conceitos de herança, mutação, seleção e cruzamento (recombinação).
- As informações são representadas como cadeias de 0 e 1, **geradas randomicamente**. A cada passo o algoritmo avalia as soluções, mantendo a melhor solução possível.
  - › Soluções boas sobrevivem e são combinadas; as piores soluções são descartadas.

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Algoritmos Genéticos



**Figura 11.12** Componentes de um algoritmo genético

Este exemplo ilustra uma população inicial de "cromossomos", cada um representando uma solução diferente. O algoritmo genético usa um processo iterativo para refinar as soluções iniciais, de modo que as melhores, aquelas com maior grau de ajuste, têm maior probabilidade de surgir como a melhor solução.

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

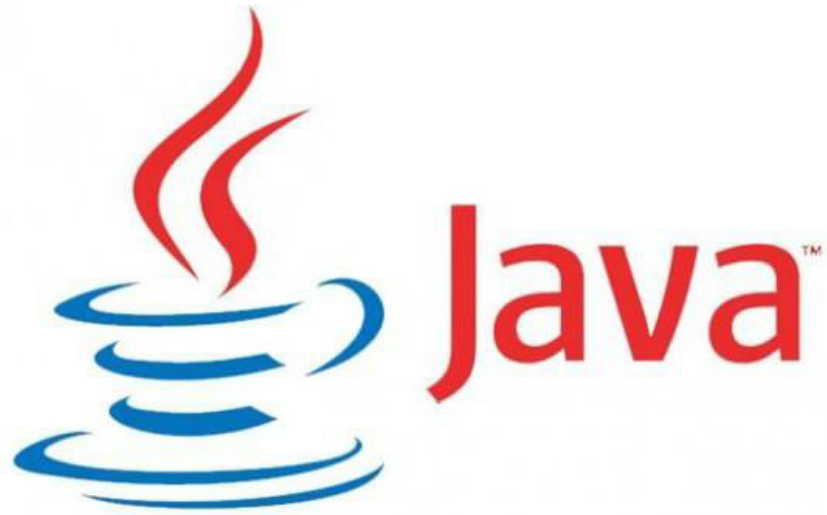
## Algoritmos Genéticos

- AG podem **acelerar a descoberta de uma boa solução**, pois têm condições de avaliar muitas soluções alternativas rapidamente.
- São utilizados para a solução de problemas dinâmicos e complexos que envolvem centenas ou até milhares de variáveis.
- A GE (*General Electric*) usa AG para otimizar o projeto de motores a jato para aeronaves.
  - › Cada mudança no desenho requer a alteração em até cem variáveis.

# Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão

## Algoritmos Genéticos

- **Dica de software:** *Jenetics*
  - › <http://jenetics.io/>
  - › Biblioteca para a linguagem Java.



# Sistemas de Informação

2019/1

Prof. Paulo Afonso

(slides desenvolvidos com base no **Capítulo 8** do livro-texto da disciplina)

