

SIAM



Processamento de Sinais e Inteligência Computacional

Prof. Emilio del Moral
Hernandez



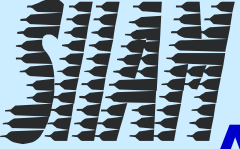
IPT



SIAM – Um Projeto Interdisciplinar

- **Demonstradores de Sistemas Aplicáveis nas áreas ambiental e biomédica / análise multissensorial:**
 1. **Microsistemas e sensores com algum processamento local de dados +**
 2. **Rede de transmissão de dados +**
 3. **Central de processamento e armazenamento de informação**
- **Pesquisadores de três diferentes áreas do IPT e LSI**
- **Processamento de sinais / Reconhecimento de padrões / Inteligência computacional ... são particularmente importantes na implementação das componentes 1 e 3 acima**

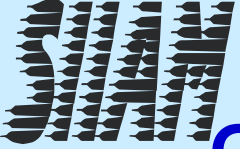




A ponte entre os pesquisadores SIIAM em Inteligência Computacional e Microsistemas

- Os componentes do grupo têm background e atividades acadêmicas em engenharia elétrica, o que facilita o nosso trabalho com os pesquisadores ligados mais diretamente a microsistemas:
- Inteligência computacional e neurocomputação
- Modelagem matemática
- +
- Circuitos eletrônicos
- Medidas Elétricas
- Processamento de sinais
- Dinâmica Não Linear

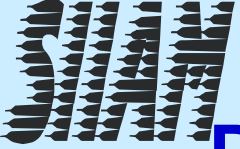




Grupo de Inteligência Computacional Modelagem e Neurocomputação - Interesses

- Neurocomputação
- Inteligência Artificial Simbólica
- Fuzzy Logic
- Algoritmos Genéticos
- Classificação Estatística
- Filtros Adaptativos
- Otimização
- Identificação de modelos paramétricos
- Aprendizado de máquina
- Sistemas para o apoio à decisão
- Processamento de informações não estruturadas
- Processamento / reconhecimento / classificação de sinais e imagens
- Interfaces homem-máquina naturais
- Modelagem de sistemas não lineares multivariáveis
- Bifurcação e dinâmica caótica no contexto de neurocomputação





Destacando alguns trabalhos em modelagem e processamento de sinais

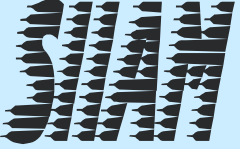
Modelagem de materiais manéticos:

- Jiles-Atherton Model Parameters (M_s , a , α , c , k)

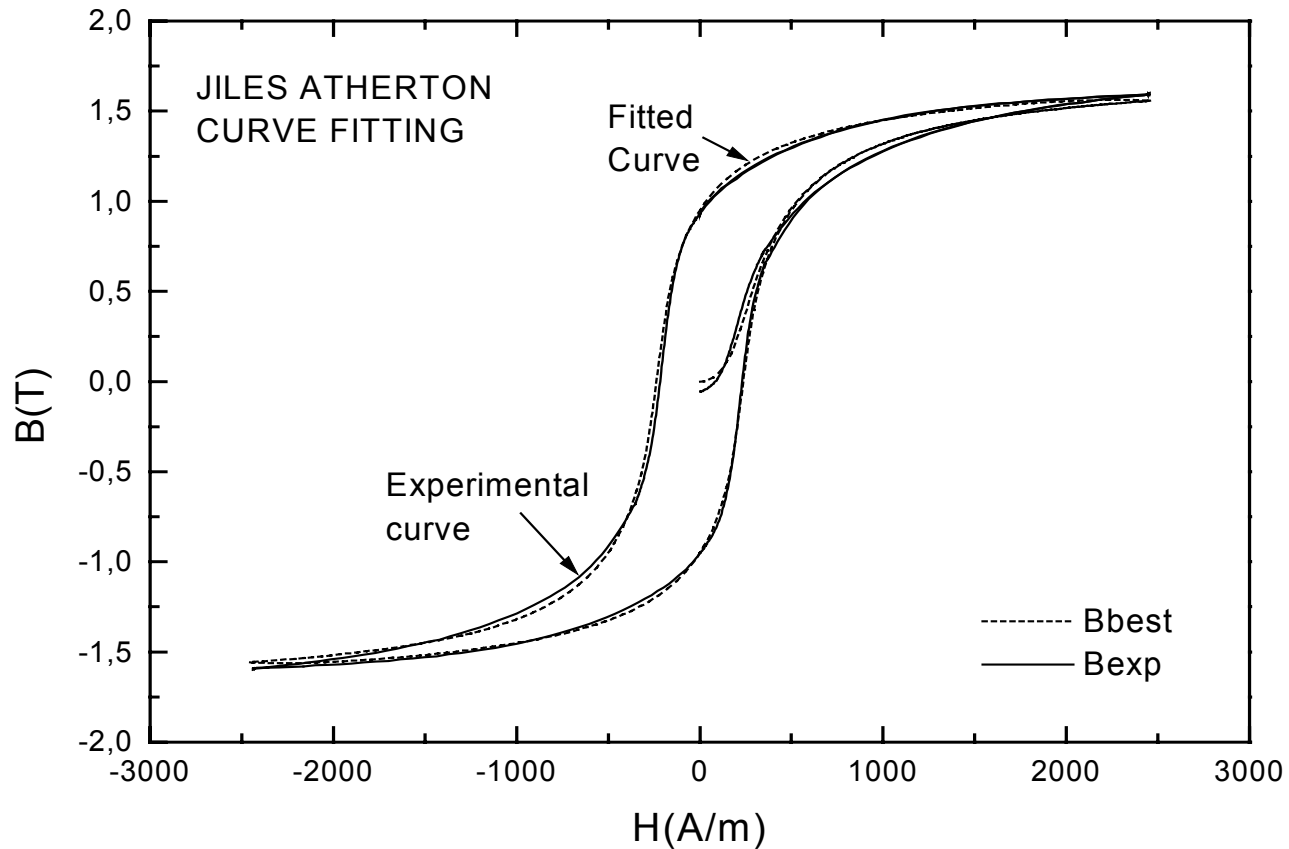
$$\frac{dM}{dH} = \frac{1}{(1+c)} \frac{1}{\frac{\delta \cdot k}{\mu_0} - \alpha(M_{an} - M)} (M_{an} - M) + \frac{c}{(1+c)} \frac{dM_{an}}{dH}$$

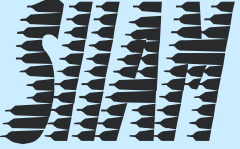
- Objetivo: escolher os parâmetros ótimos para o modelo de Jiles-Atherton, no espaço 5-Dimensional (M_s , a , α , c , k), dada curva de histerese experimental





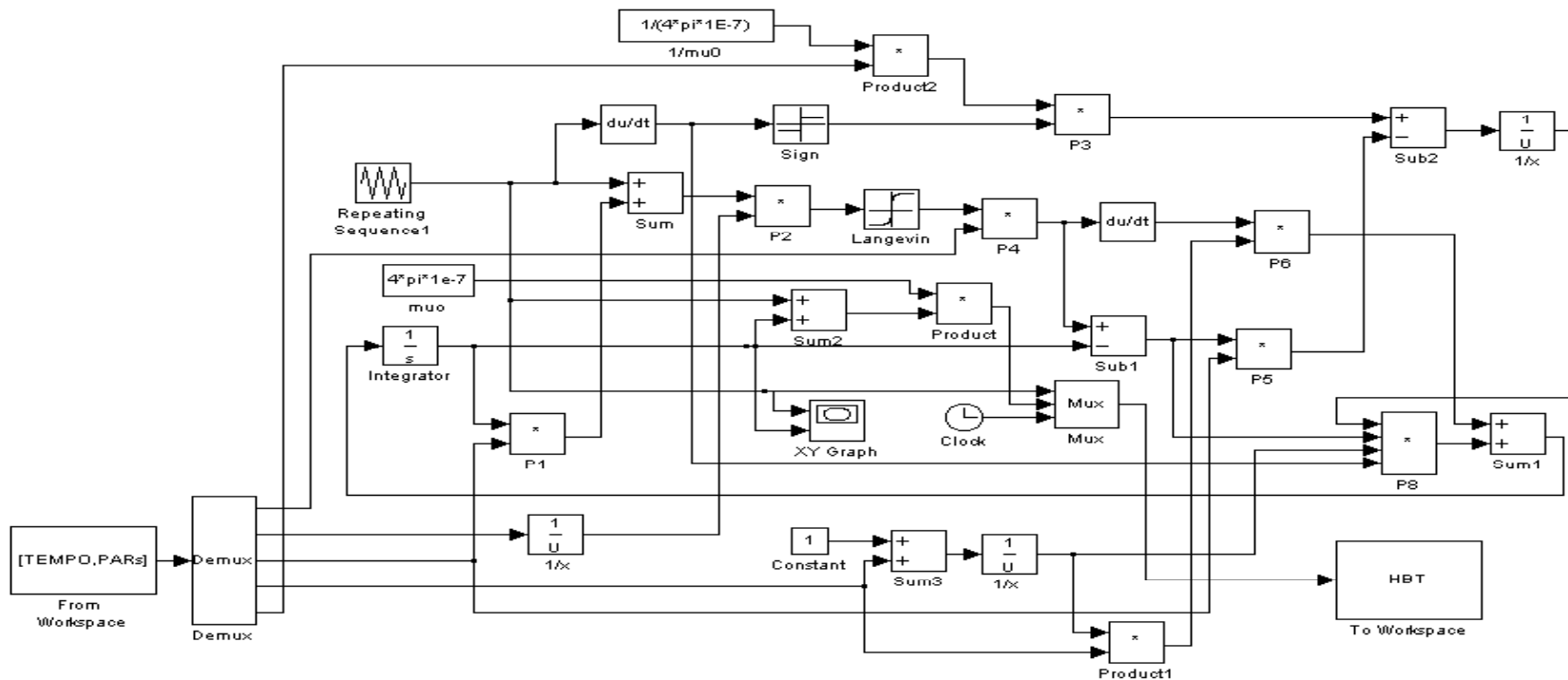
Modelagem de materiais magnéticos

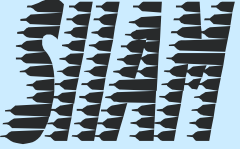




Modelagem em materiais magnéticos

$$\frac{dM}{dH} = \frac{1}{(1+c)} \frac{1}{\frac{\delta \cdot k}{\mu_0} - \alpha(M_{an} - M)} (M_{an} - M) + \frac{c}{(1+c)} \frac{dM_{an}}{dH}$$





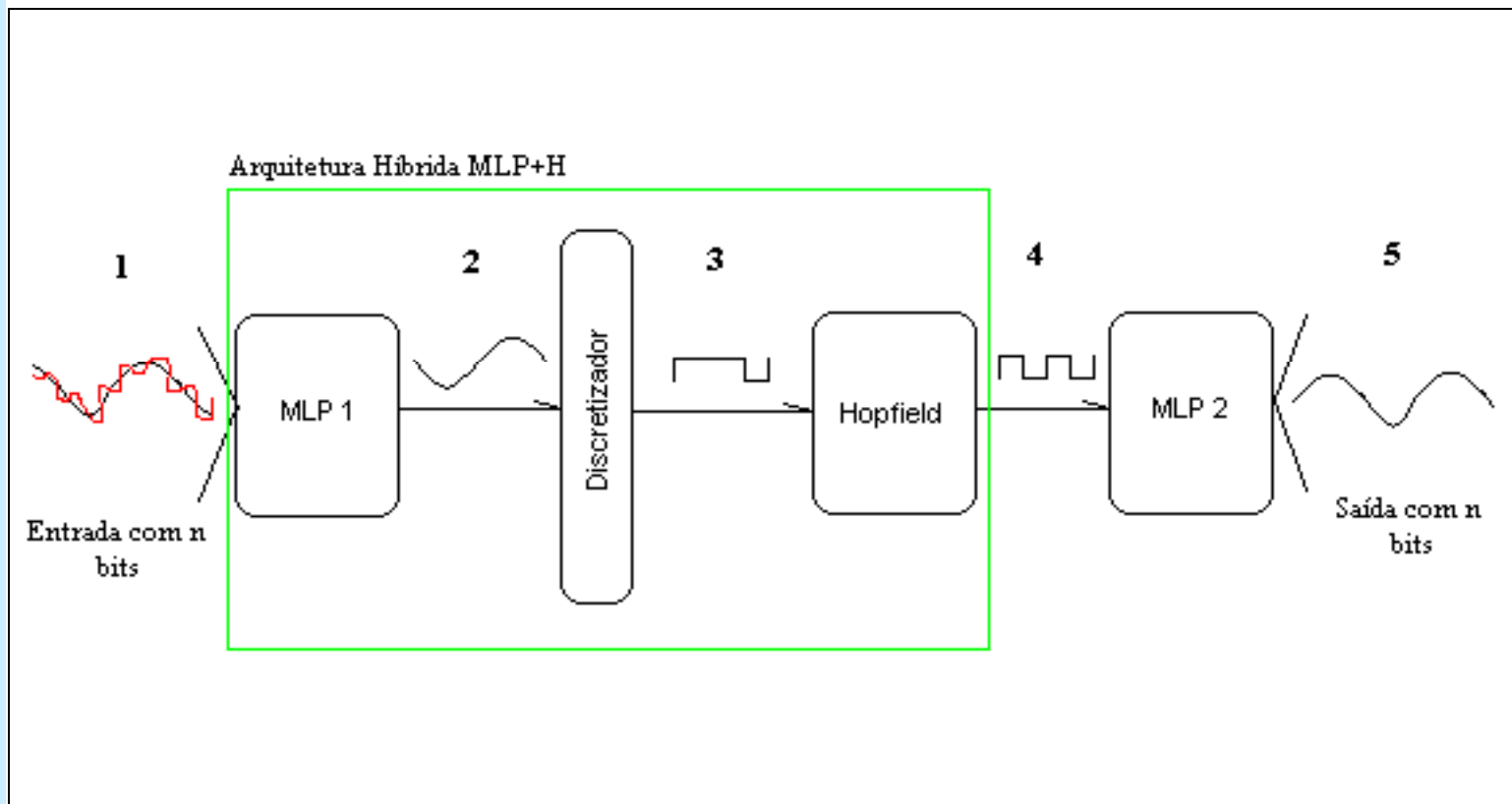
Modelagem em materiais magnéticos

- **Estratégia: simulação da equação diferencial através de Simulink + busca no espaço de parâmetros com simulated annealing + gradiente descendente**
- **Trabalho em colaboração com o Laboratório de Magnetismo Aplicado (Dr. Carlos Shiniti Muranaka) e Lab. De Metalurgia do Pó e Materiais Magnéticos do IPT (Dr. Fernando Landgraf)**





Arquiteturas neurais em filtragem de sinais



- Trabalho com Clayton Silva Oliveira

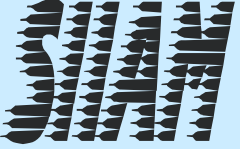




Destacando Trabalhos em Neurocomputação

- Estudo de novos modelos de computação neural envolvendo fenômenos de bifurcação e dinâmica caótica
- Desenvolvimento de novas arquiteturas neurais a partir da fusão de mais de uma arquitetura clássica
- Clustering de dados multidimensionais
- Emprego de redes neurais em reconhecimento e classificação de padrões
- Fusão de informações em sistemas multissensores
- Data mining em bases de dados e na WWW
- Aproximação de funções e modelagem de histerese

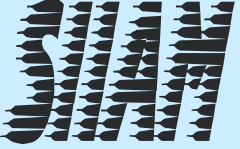




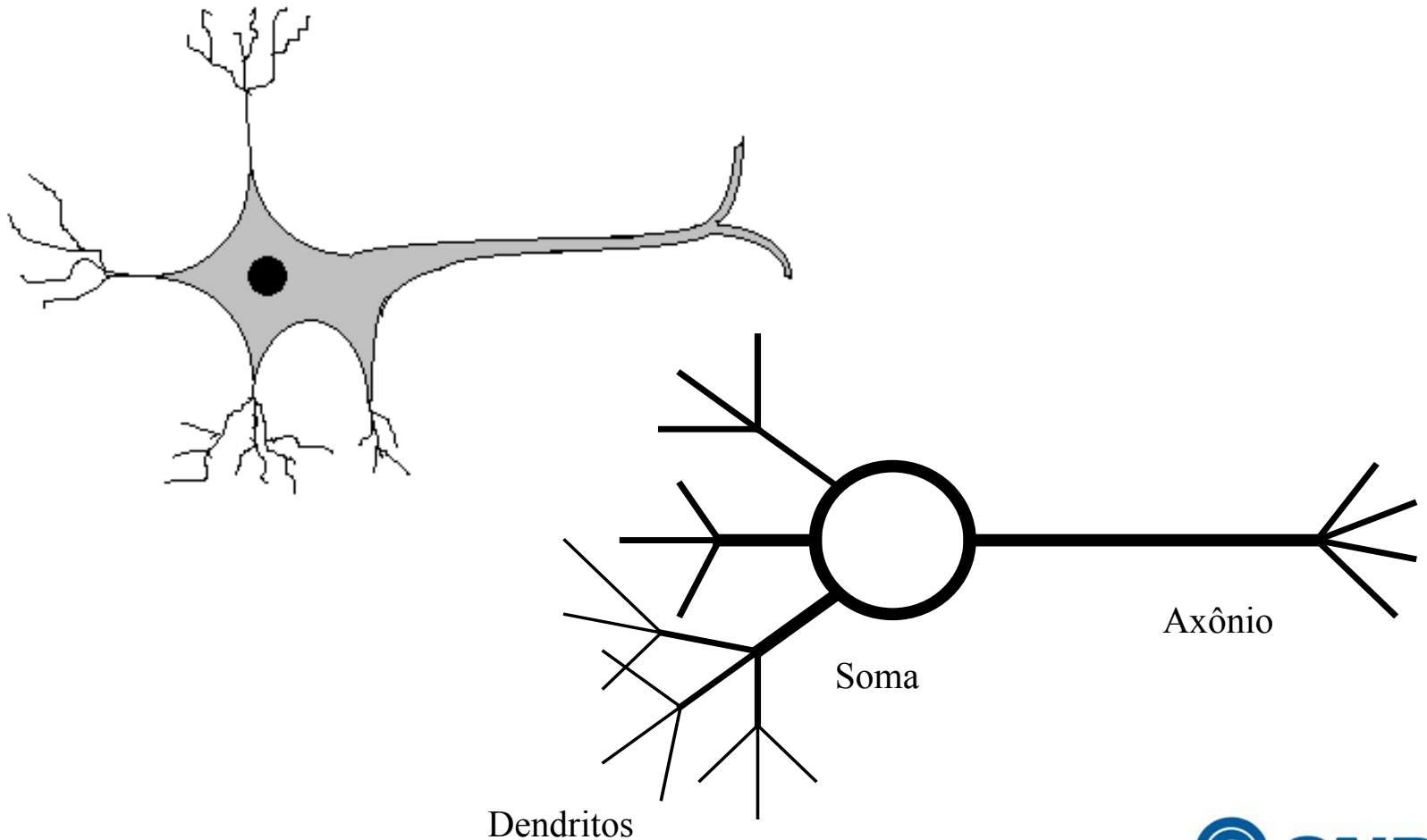
Redes Neurais Artificiais

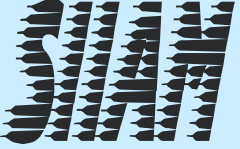
- São sistemas computacionais, de implementação em hardware ou software, que *imitam* as habilidades computacionais do sistema nervoso biológico, usando um grande número de neurônios artificiais simples e interconectados entre si.
- Algumas aplicações típicas ...
 - Reconhecimento de caracteres
 - Reconhecimento e Síntese de Voz
 - Visão artificial
 - Riscos de inadimplência / detecção de padrões de risco
 - Previsão de vendas / previsão de séries temporais



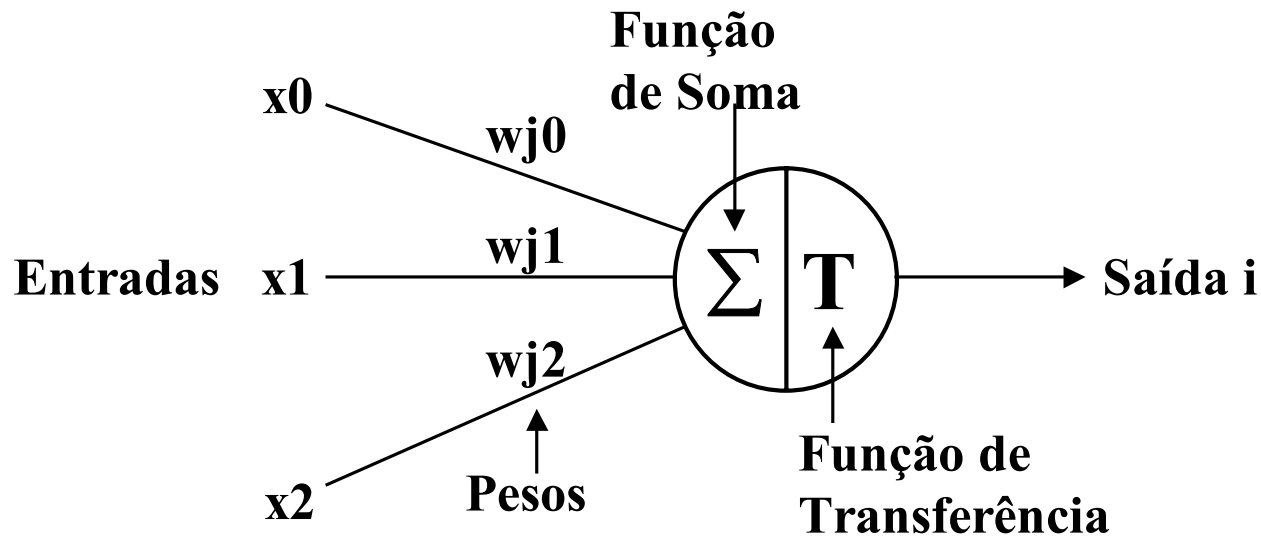


Dos neurônios biológicos aos artificiais



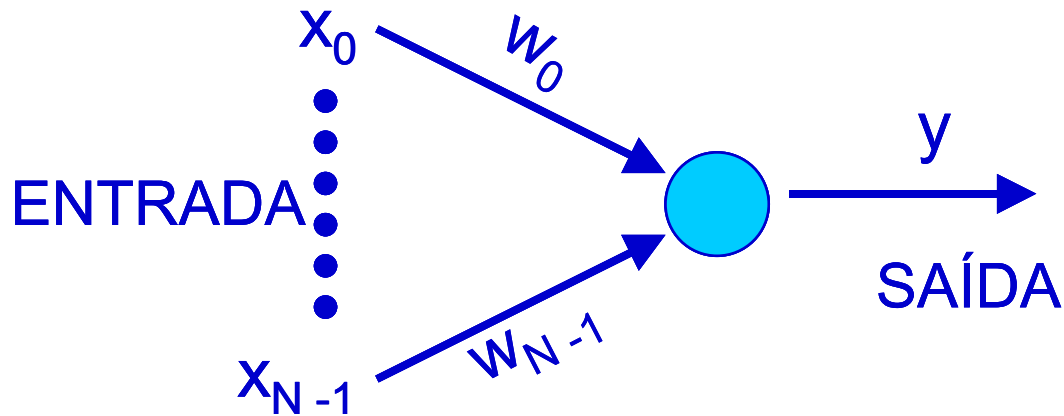


Modelando a relação Entrada / Saída



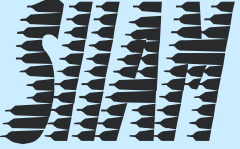


Resumo ... um nó (neural) realiza a seguinte computação analógica

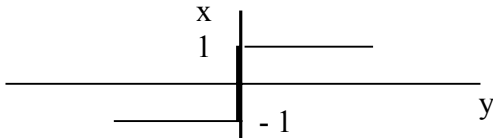
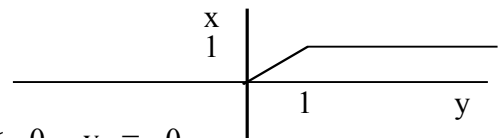
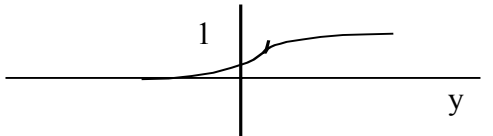
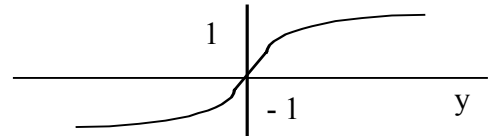


$$y = f_T (\Sigma w_i x_i - \theta)$$



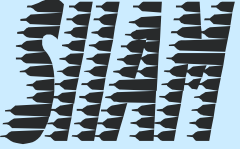


A função de transferência não linear

<p>Hard Limiter (limite rápido)</p>  <p>$s < 0, y = -1$ $s > 0, y = 1$</p>	<p>Ramping Function (função de rampa)</p>  <p>$s < 0, y = 0$ $0 \leq s \leq 1, y = s$ $s \geq 1, y = 1$</p>
<p>Sigmoid Function (função sigmóide)</p>  <p>$y = 1 / (1 + e^{-s})$</p>	<p>Sigmoid Function (função sigmóide)</p>  <p>$x \geq 0, y = 1 - 1 / (1 + s)$ $x < 0, y = -1 + 1 / (1 - s)$</p>

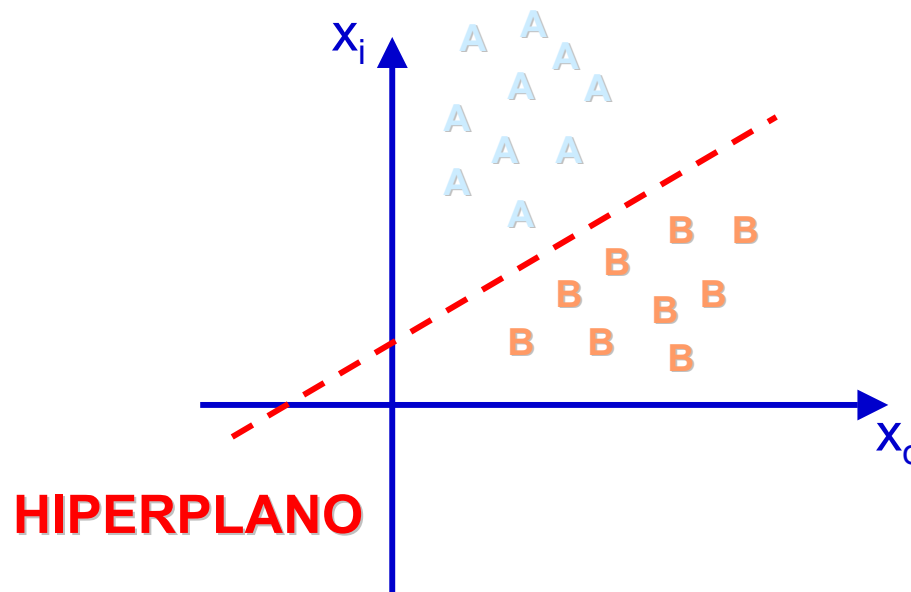
- Com escalamento do argumento, pode-se abarcar os universos digital e analógico / linear e não linear simultaneamente

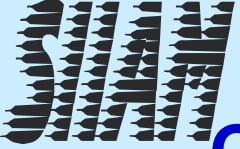




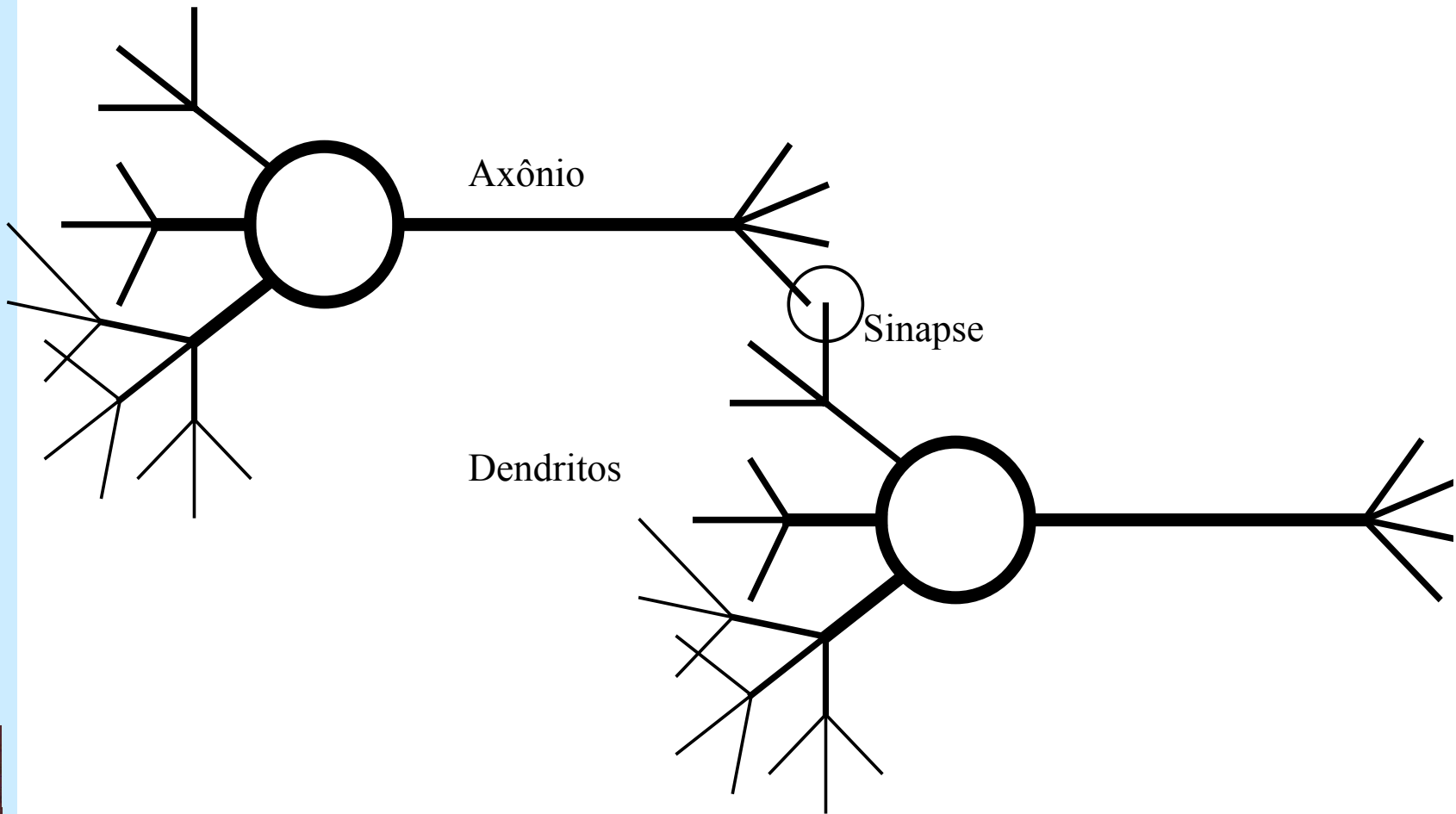
O Perceptron: $y = \text{signal}(\sum w_i x_i - \theta)$

- Viabiliza a classificação de padrões com separabilidade linear
- O algoritmo de aprendizado adapta os W s de forma a encontrar o hiperplano de separação adequado
- Aprendizado por conjunto de treinamento





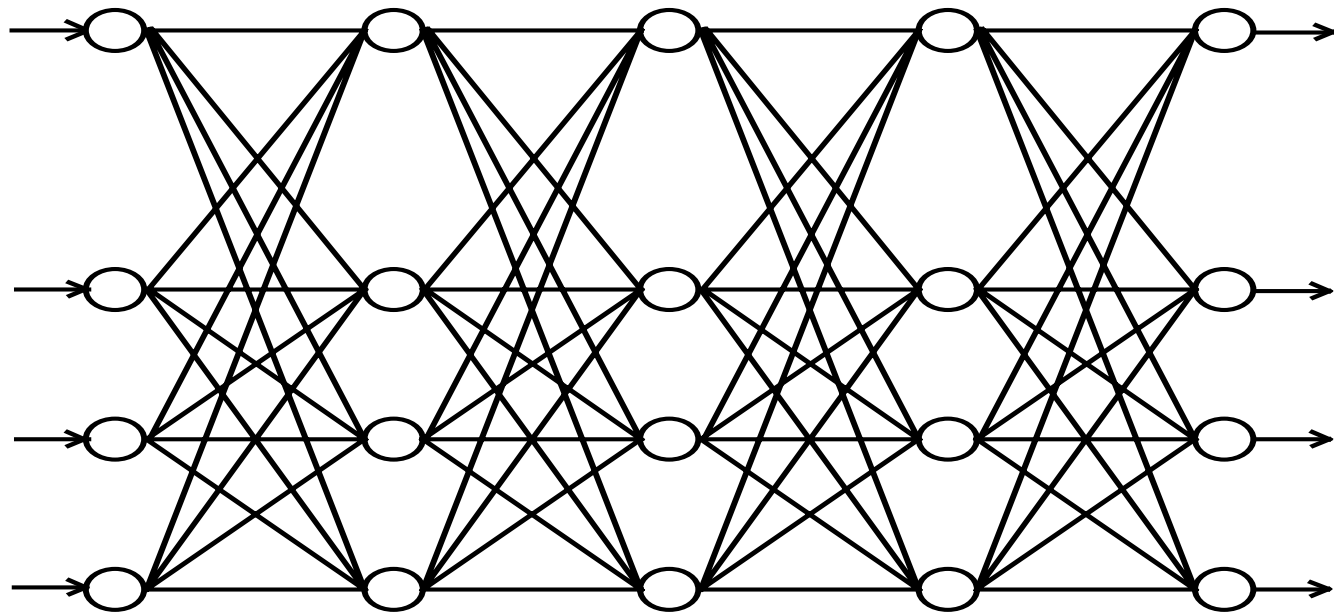
Cômputos mais complexos ... são realizados pelo encadeamento de vários nós

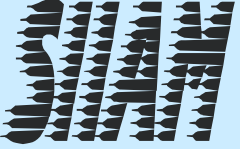




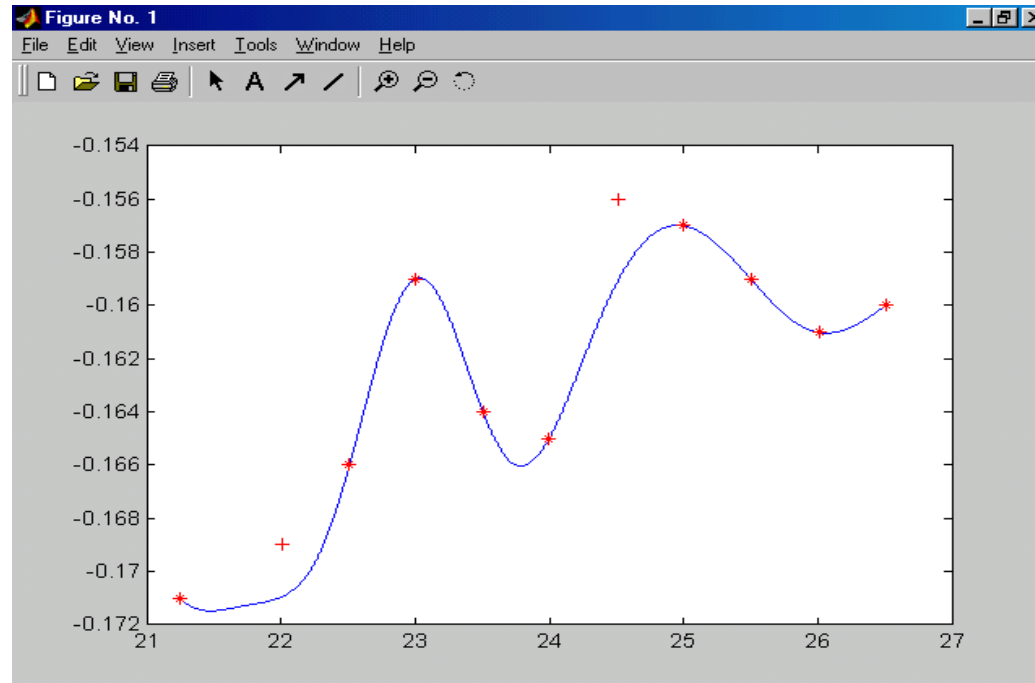
O Multi Layer Perceptron (MLP)

- Múltiplas entradas / Múltiplas saídas
- Ambas podem ser analógicas ou digitais
- Não há mais a restrição de separabilidade linear



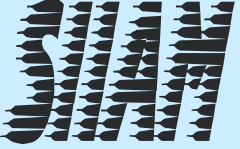


Aproximação de funções com o MLP



- Ex: aplicação em metrologia e linearização de sensores - trabalho com o mestrando Itamar Magno Barbosa





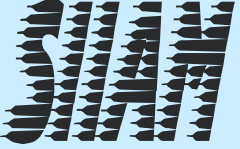
Outras aplicações importantes do MLP

Além de aproximação de funções genéricas ...

- Fusão não linear de grandezas analógicas multidimensionais
- Previsão de séries temporais não lineares
- Classificação de Padrões multidimensionais sem separabilidade linear

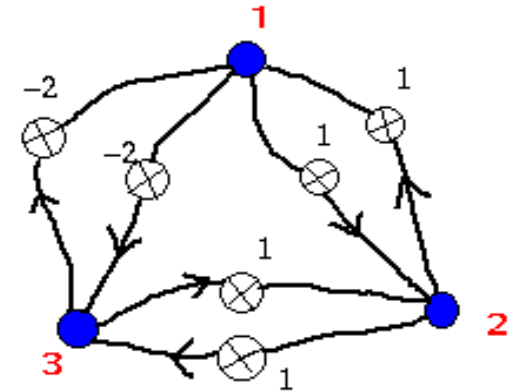
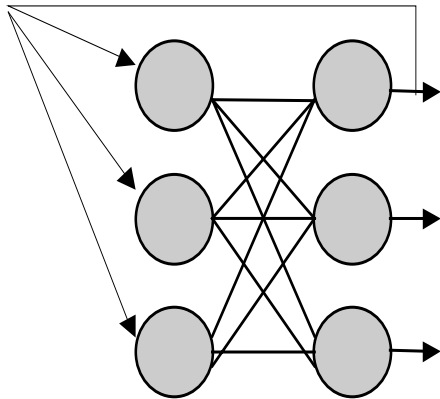
- Note que o aprendizado por exemplos do MLP permite que ele realize as funções acima sem a necessidade de um modelo matemático conhecido / confiável





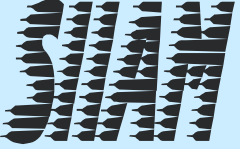
Redes neurais com realimentação

- **Conceito:** o estado presente de cada nó afeta os estados futuros
- **O sistema é dinâmico**
- **Uma arquitetura realimentada particular:** a rede de Hopfield
- **Pesos simétricos / nós digitais**



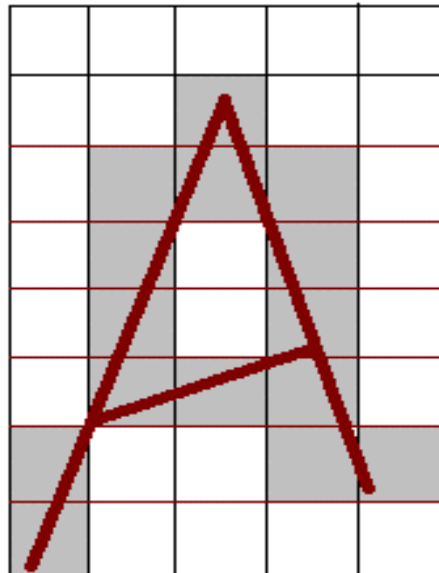
⊗ Pesos
● Nós





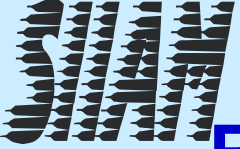
Aplicação de redes neurais de Hopfield

- Armazenamento de padrões (“imagens”) de interesse e recuperação dos mesmos a partir de versões distorcidas ou parciais – Memórias Autoassociativas / Endereçadas por Conteúdo

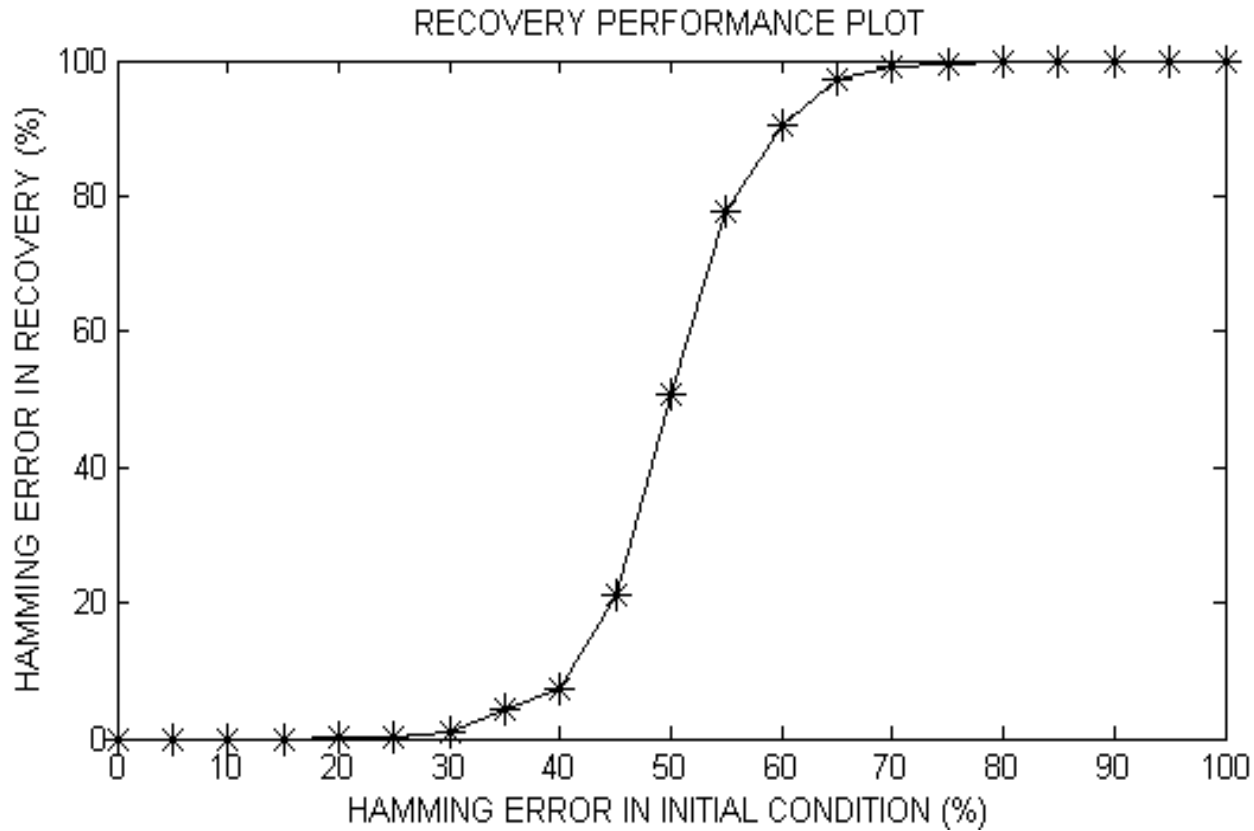


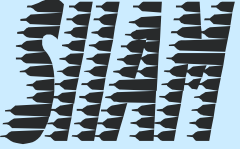
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
1	0	0	1	1
1	0	0	0	0





Recuperação de bits típica em memórias autoassociativas de Hopfield

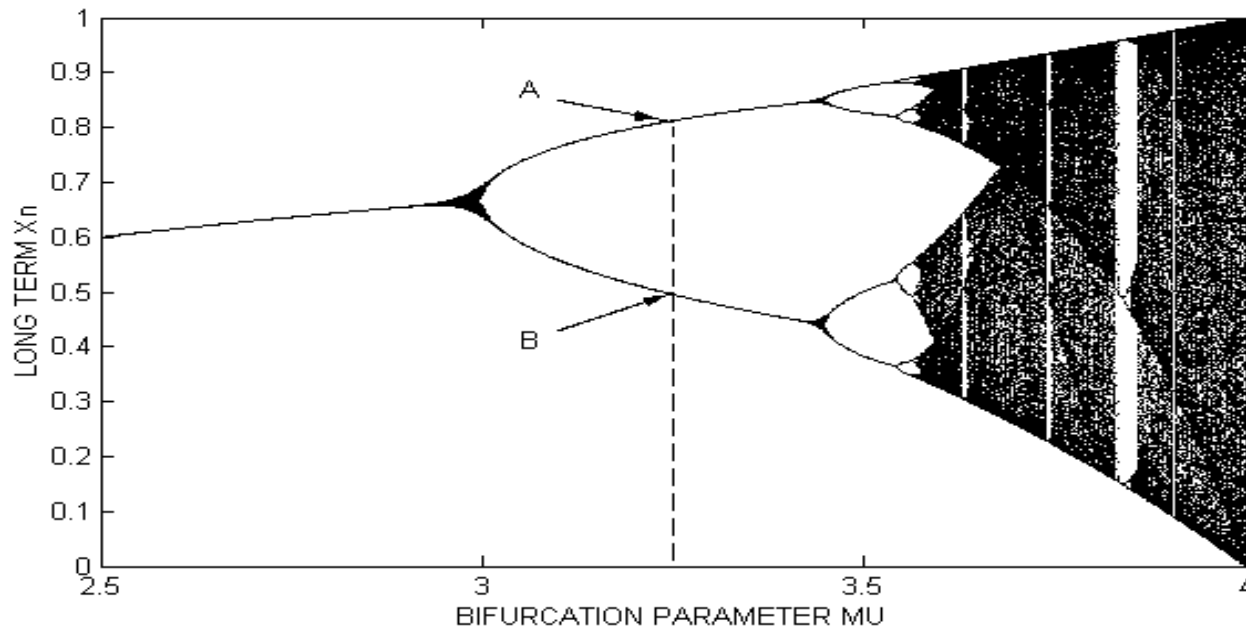




Arquiteturas com neurônios de bifurcação

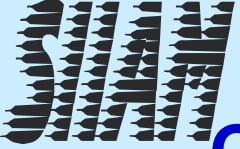
- Nós do tipo recursão quadrática:

$$X_{n+1} = MU * X_n * (1 - X_n)$$

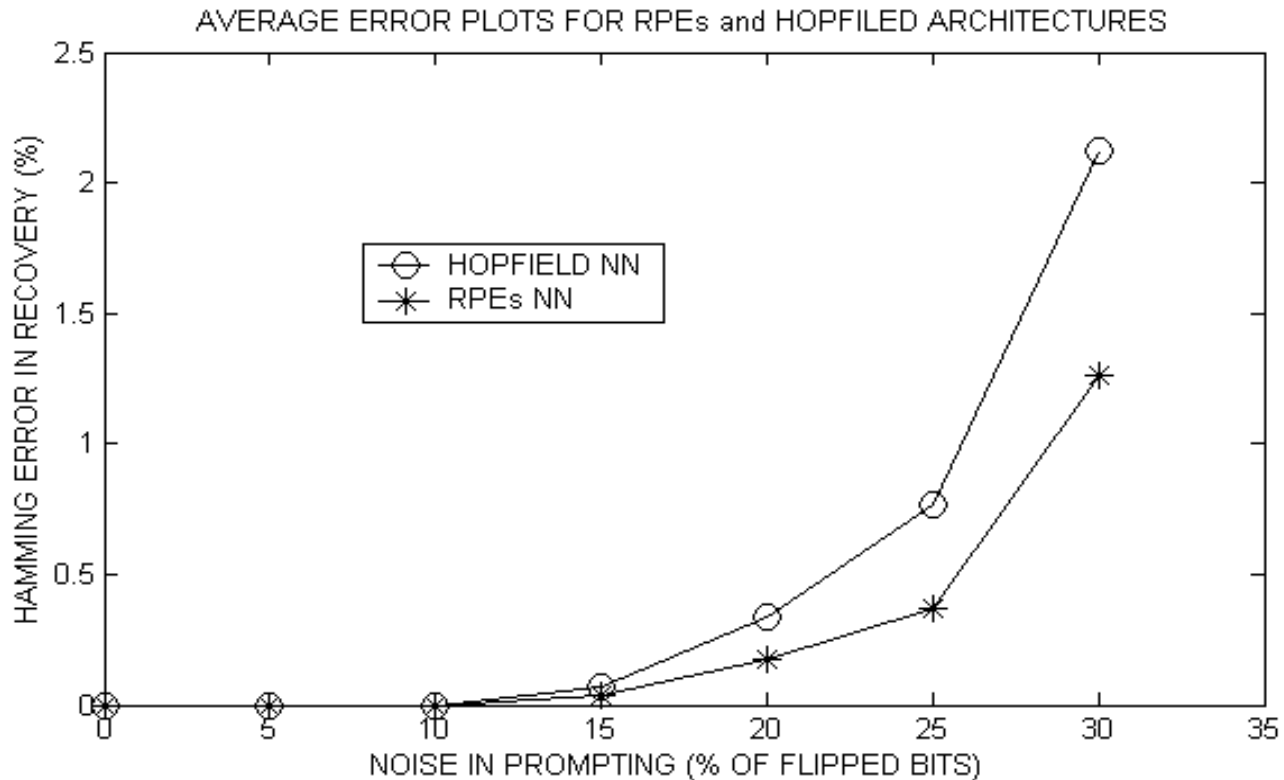


- Desenvolvimentos iniciais em trabalho colaborativo com Nabil Farhat (University of Pennsylvania)





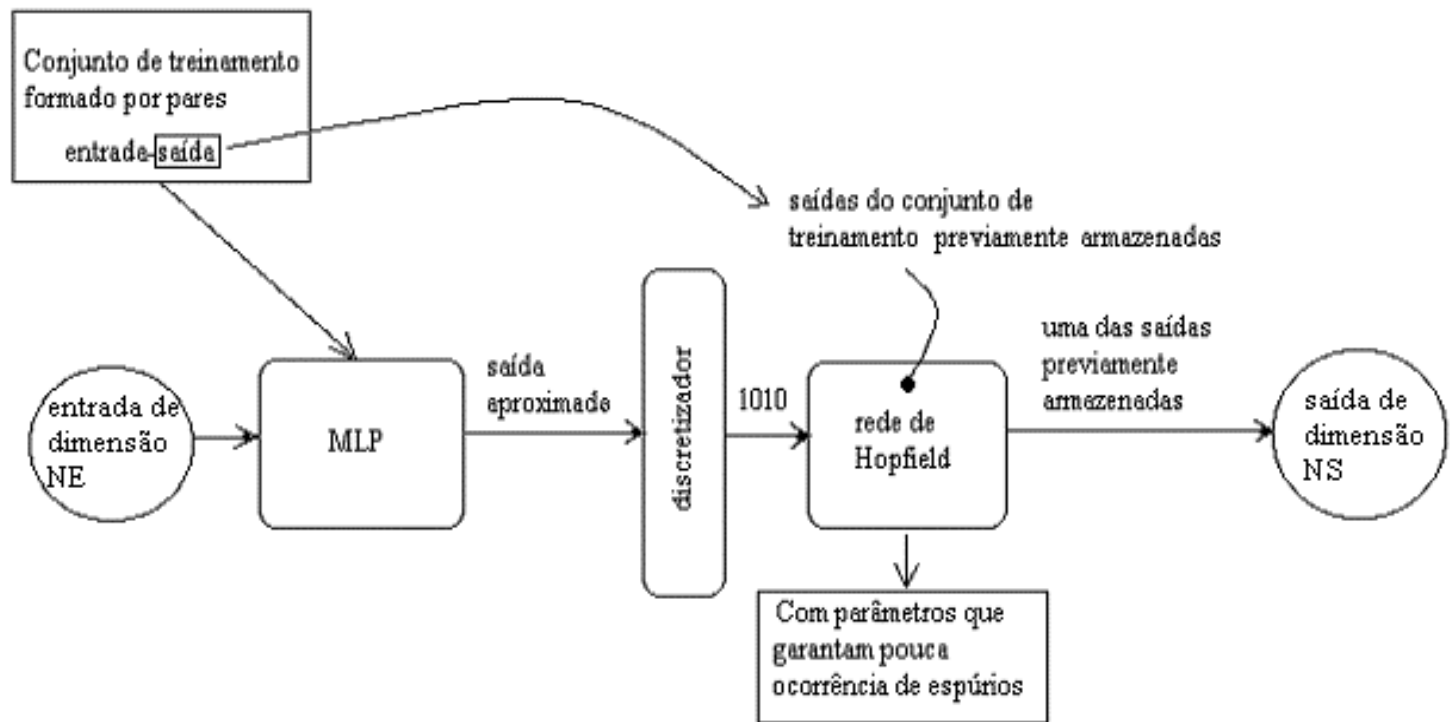
Contrastando RPEs (Recursive Processing Elements) versus redes de Hopfield



• IJCNN 2003 (Portland)

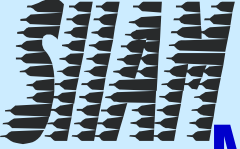


Redes Neurais Híbridas MLP+H

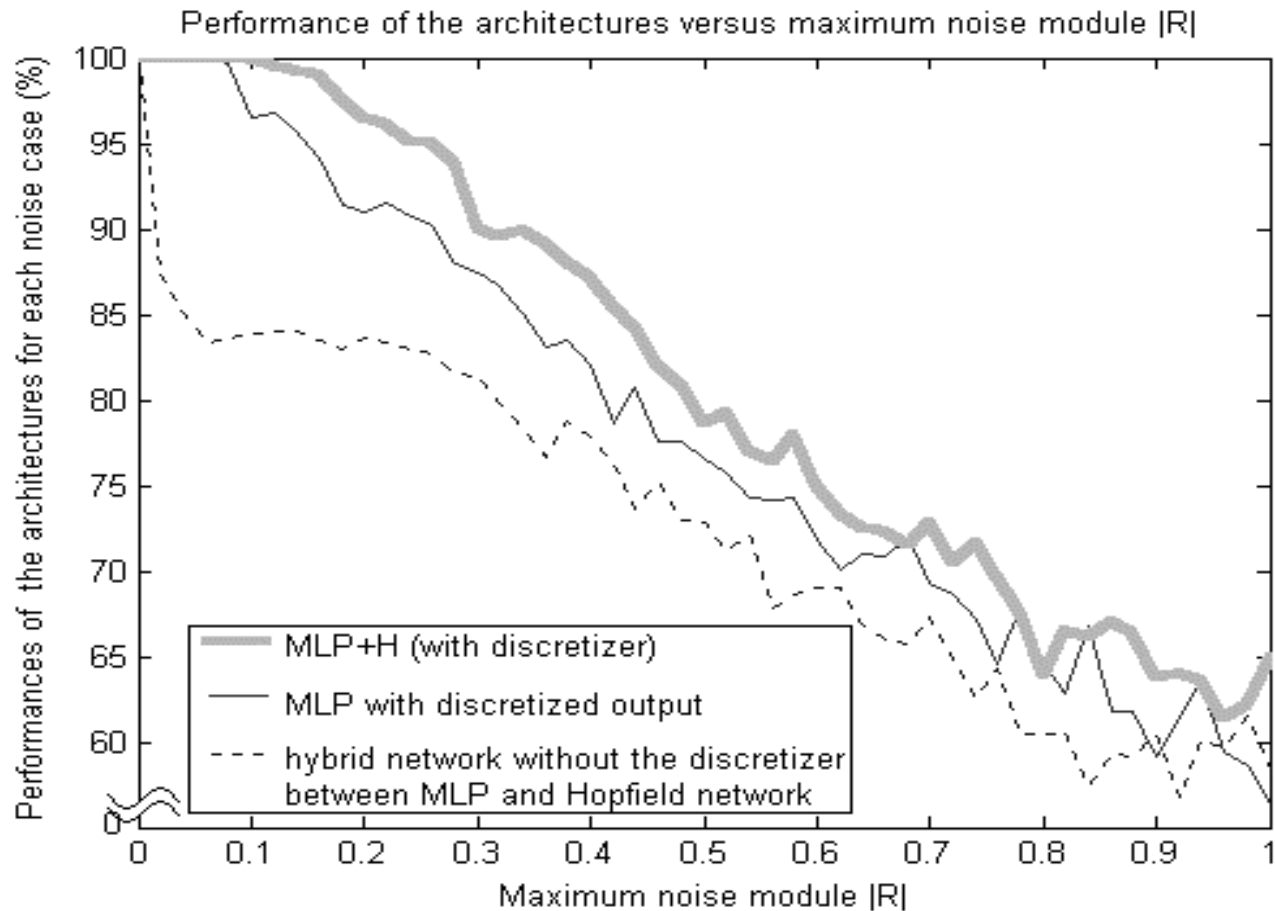


- Trabalho com Clayton Silva Oliveira



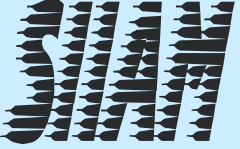


Melhorando performance de classificação com arquiteturas neurais MLP+H

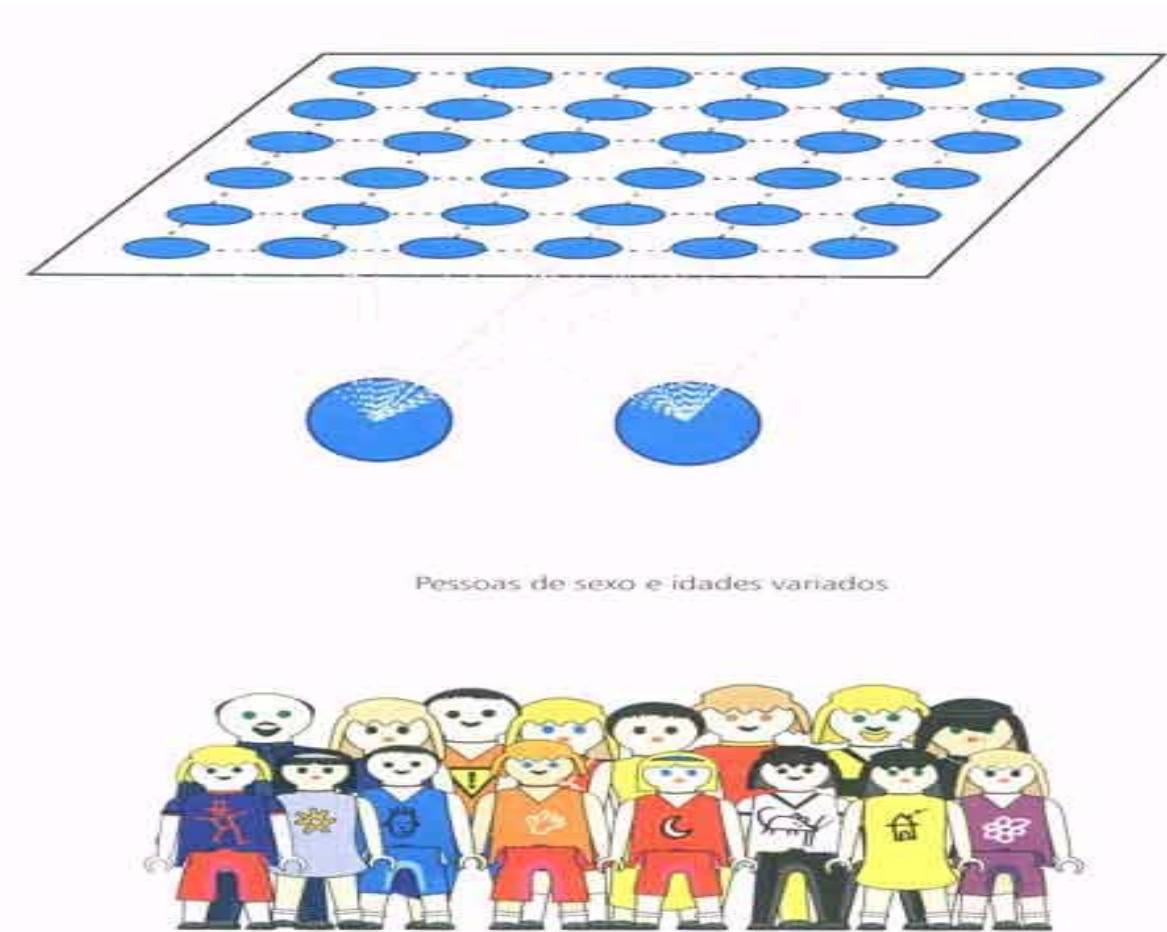


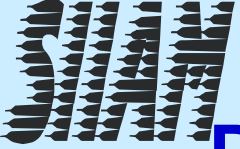
• IWANN 2003 (Menorca)



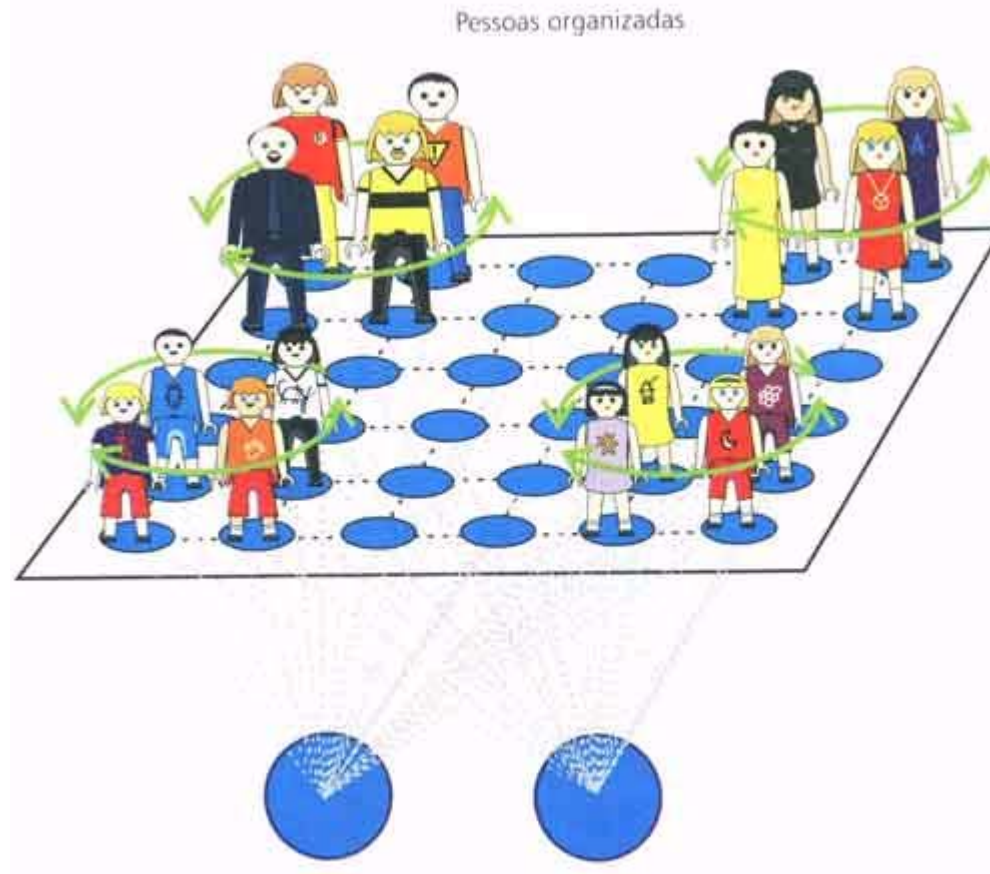


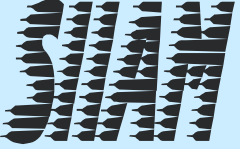
Arquiteturas de Kohonen para clustering



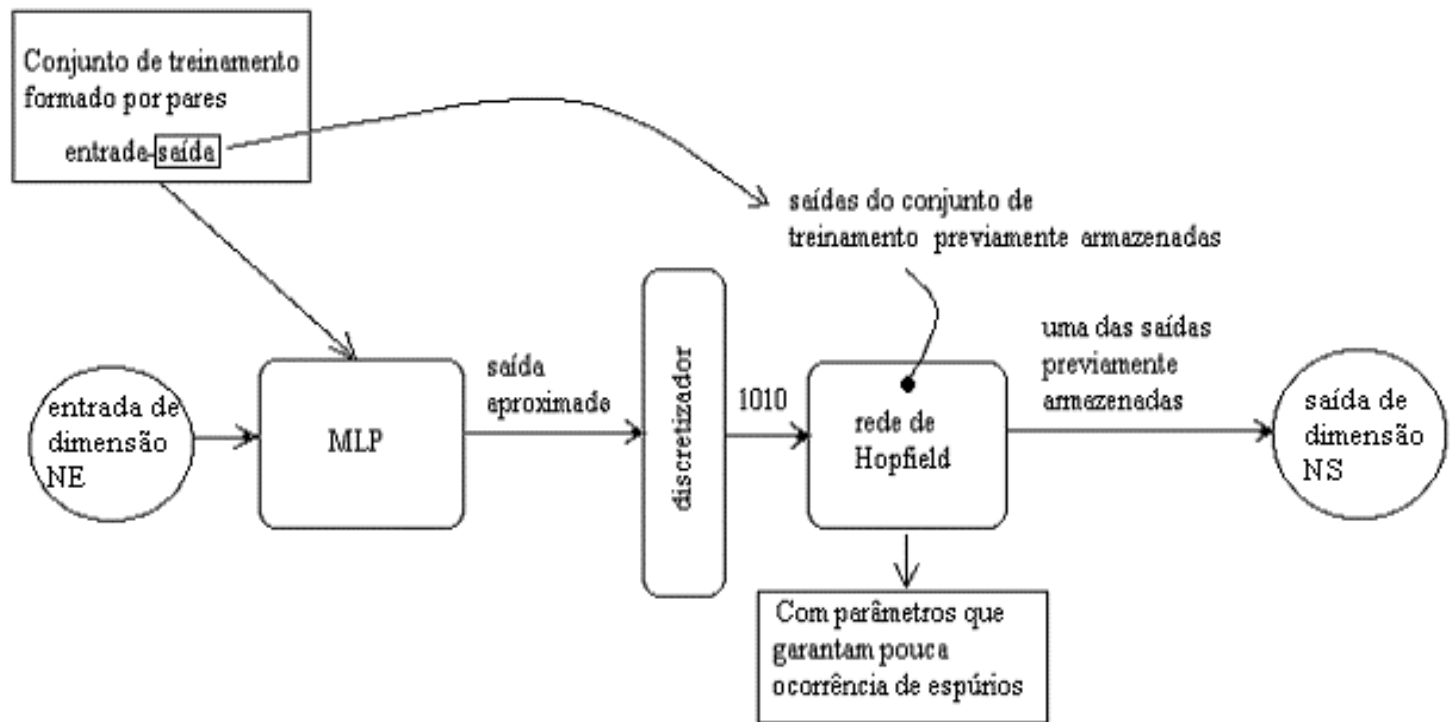


Dados são agrupados em torno de protótipos organizados em espaço bidimensional

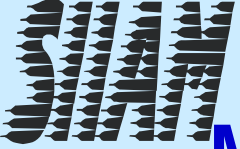




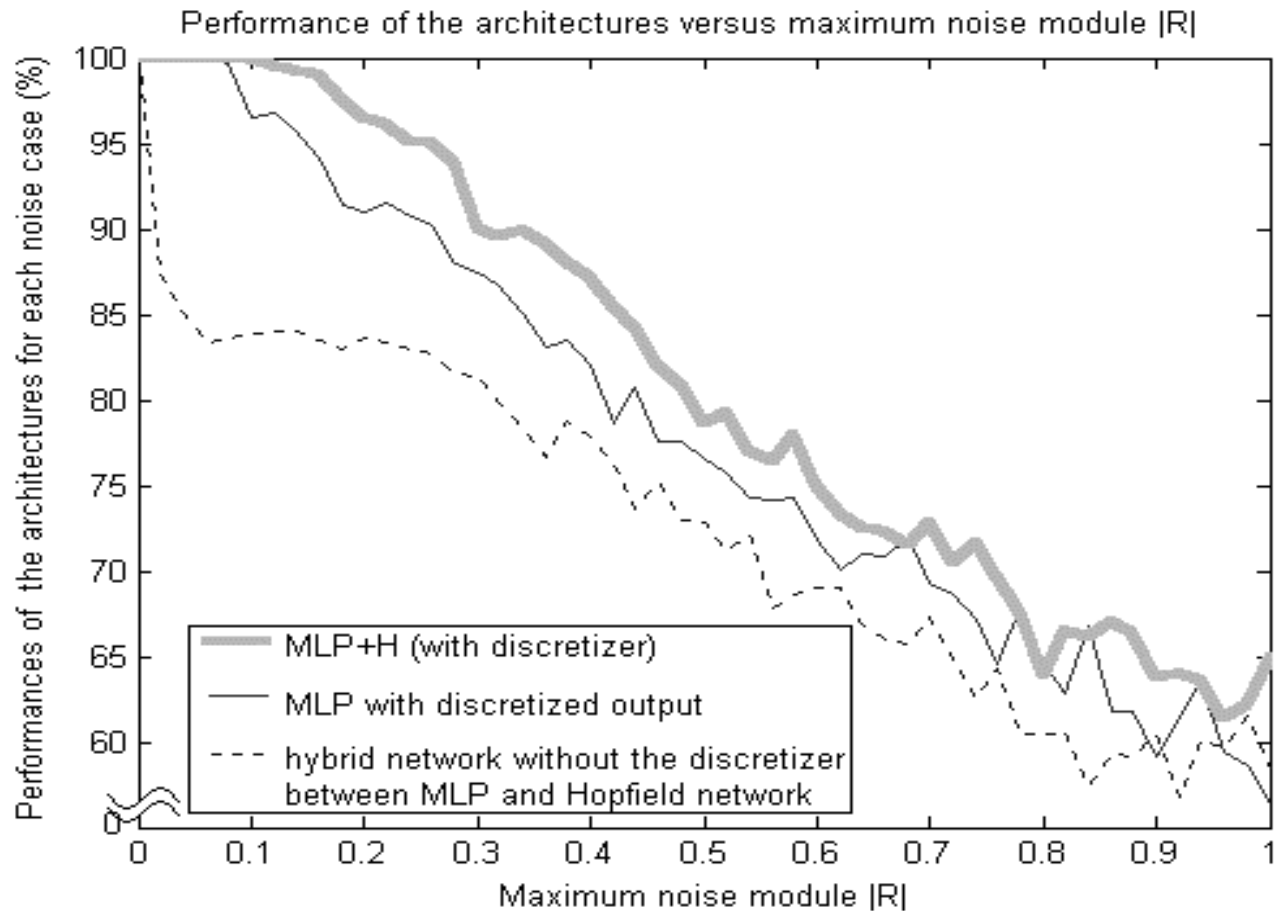
Redes Neurais Híbridas MLP+H



- Trabalho com Clayton Silva Oliveira

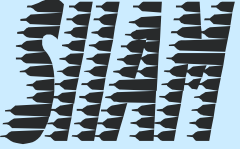


Melhorando performance de classificação com arquiteturas neurais MLP+H

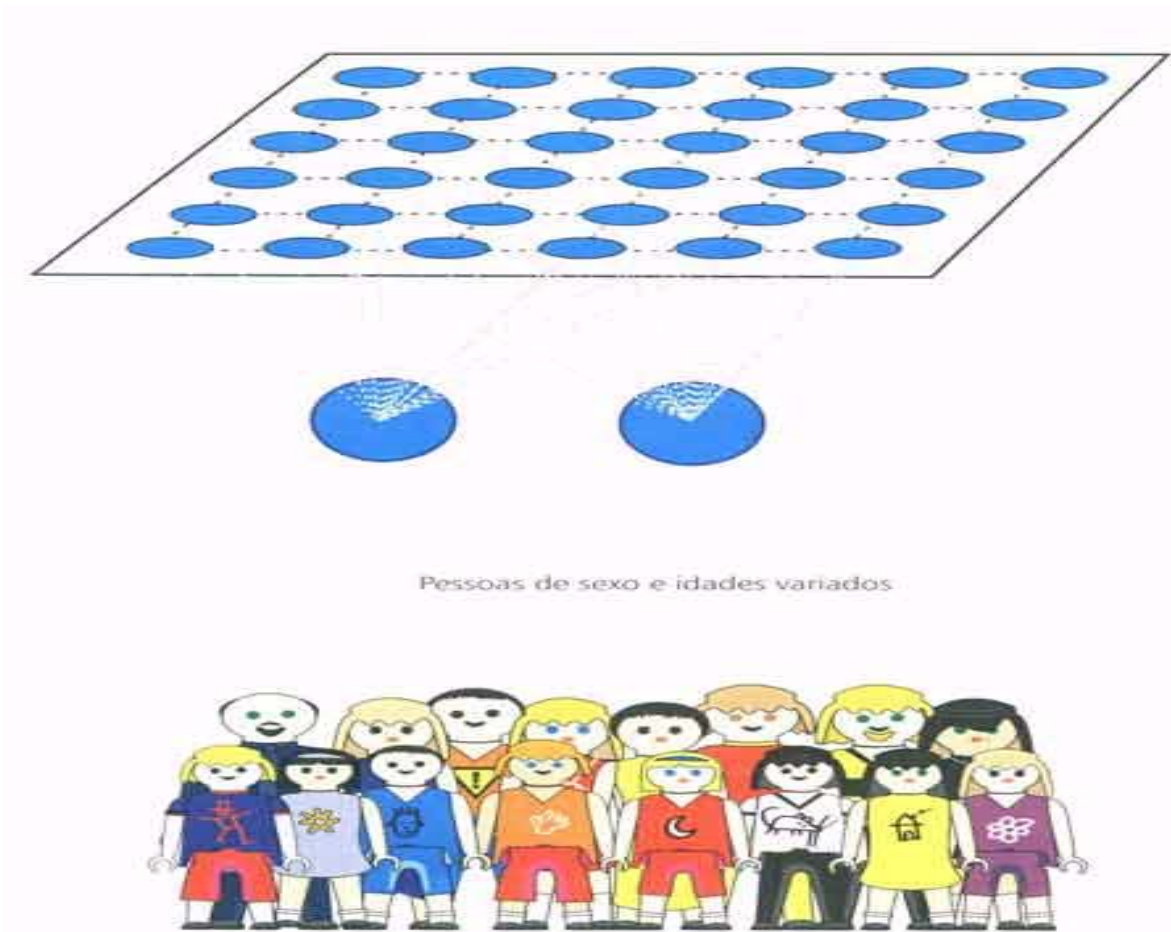


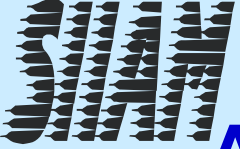
• IWANN 2003 (Menorca)





Arquiteturas de Kohonen para clustering





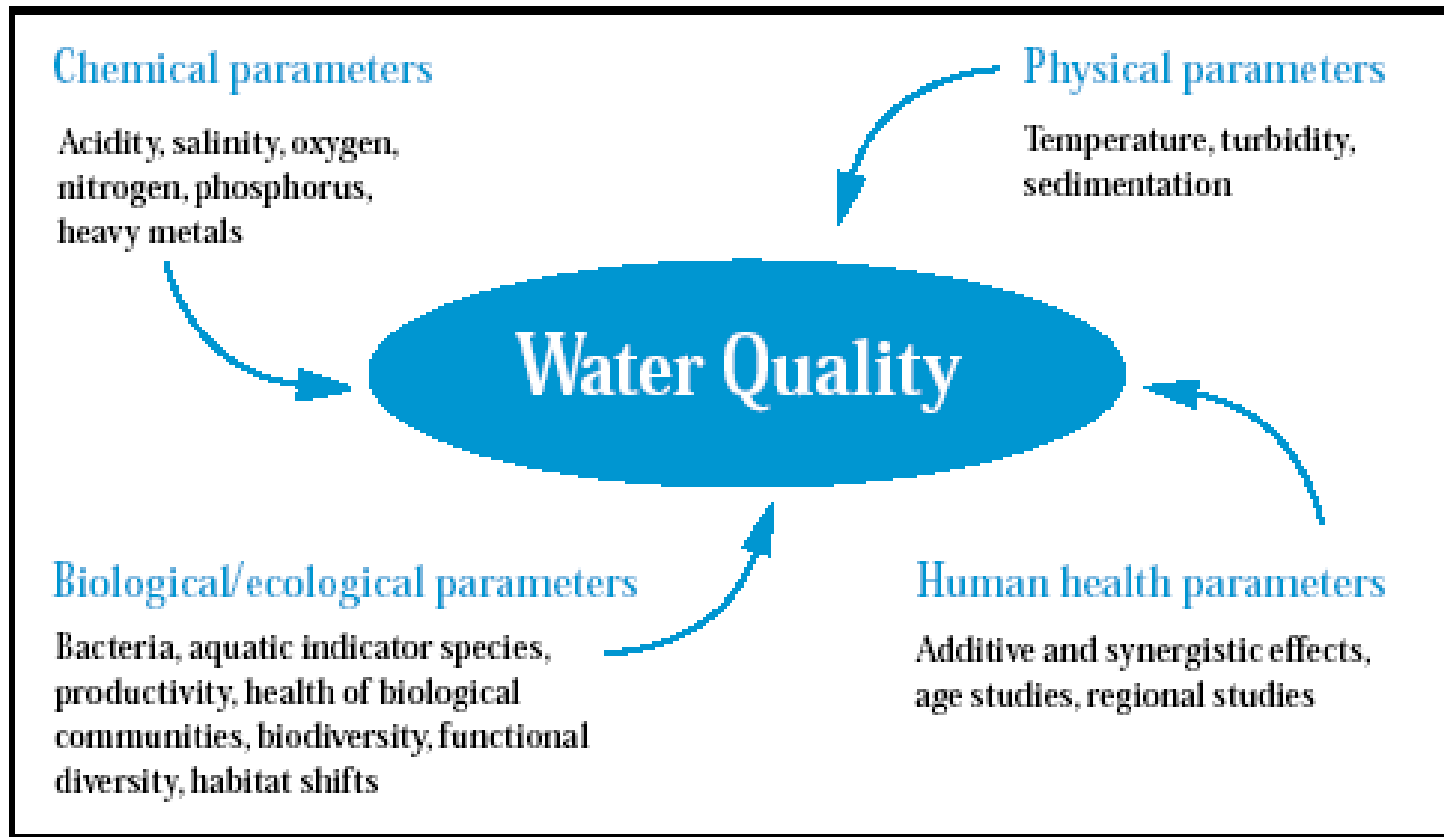
Algumas aplicações de mapas auto organizáveis de Kohonen (SOM)

- Divisão de universos de dados multidimensionais em sub-grupos de elementos similares
(Congresso ABAR 2003 – segmentação de empresas do setor elétrico)
- Data mining
- Pré processamento de dados multidimensionais para posterior classificação, de padrões dentro de sub universos mais específicos





Qualidade de águas / análise multissensores



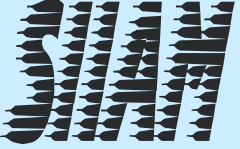


Relacionando esses trabalhos com as necessidades do SIIAM

- Filtragem / tratamento de sinais (*MLP / PDS*)
- Relação entre DBO e grandezas físico químicas de coleção em tempo real (*MLP*)
- Integração Multissensorial - DBO por ex. (*MLP*)
- Classificação de Águas (*MLP / Mapas de Kohonen / MLP+H / Classificadores estatísticos / KNN / PCA*)
- Detecção de séries temporais características de riscos e previsão de séries não lineares (*MLP / MLP+H*)
- Detecção de padrões multidimensionais de riscos (*MLP / Mapas de Kohonen / MLP+H / Classificadores estatísticos*) graças Multissensorial - DBO por ex. (*MLP*)

(língua eletrônica CNM / redes neurais em sensores UAB)





Minhas coordenadas

Prof. Emilio Del Moral Hernandez

**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Eng. De Sistemas Eletrônicos**



emilio_del_moral@ieee.org

www.lsi.usp.br/~emilio

