

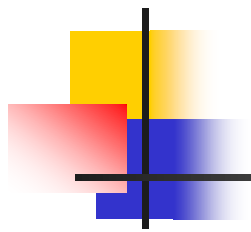


Minicurso: Inteligência Artificial Aplicada a Sistemas Elétricos

Introdução a Machine Learning: Teoria,
Aplicações e IA na Arquitetura Intel

Vitor Hugo Ferreira, D.Sc. - UFF
Flávio Mello, D.Sc. – UFRJ e Ai2Biz Lab

Niterói, 12 de Maio de 2018



Realização



GOHB



Grupo de Otimização Heurística e Bioinspirada



FRIENDS LAB

FLEXIBLE, RESILIENT AND INTELLIGENT ENERGY
DELIVERY SYSTEMS LABORATORY





O que é Machine Learning?

- Certas tarefas são executadas de forma natural pelo cérebro
 - $1.254.087 \times 4.878.414,84 = ?$
 - Tarefa seqüencial
 - Computadores digitais
 - Reconhecimento de um rosto familiar
 - Processamento de diversas informações
 - Computadores biológicos → cérebro



O que é Machine Learning?

- Sonar de um morcego
 - Pulsos sonoros são emitidos, e a partir do processamento do eco de tais pulsações, são obtidas as seguintes informações:
 - Distância
 - Tamanho
 - Velocidade
 - Posicionamento
 - Como extrair tais informações a partir do processamento de diversos sinais, ao mesmo tempo e em tempo de localizar e atacar a presa?



O que é Machine Learning?

- Morcego não nasceu sabendo...
 - Realiza inferências sobre uma determinada tarefa a partir da interação com o ambiente
 - Extrai regras
 - Extrai conhecimento
 - **APRENDE SOBRE UMA DETERMINADA TAREFA!**



Machine Learning

- Estudo de técnicas para desenvolvimento de sistemas computacionais capazes de extrair conhecimento a partir de exemplos ou observações
 - Forte correlação com os seguintes campos do conhecimento
 - Neurociência
 - Psicologia
 - Estatística
 - Matemática
 - Reconhecimento de Padrões
 - Redes Neurais Artificiais



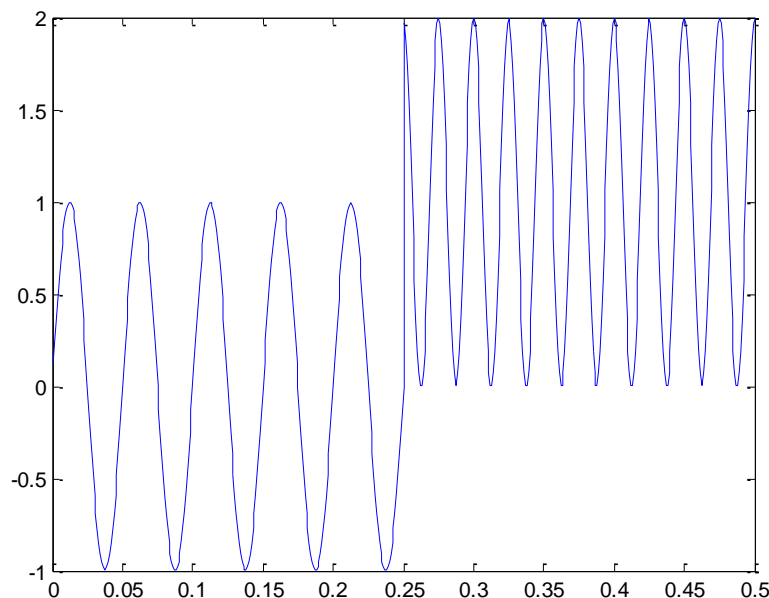
Por que Machine Learning?

- Mapeamento entrada-saída → caixa-preta
- Modelagem de sistemas sem necessidade de conhecimento da dinâmica envolvida



Por que Machine Learning?

- Adaptabilidade
 - Treinamento da rede com novos padrões





Por que Machine Learning?

- Tolerância a falhas
 - Elevado grau de paralelismo → distribuição da informação permite o funcionamento do sistema mesmo com a danificação de um componente
 - Analogia biológica → filme *Hannibal*
 - Uniformidade de análise e projeto
 - Procedimento independente da aplicação



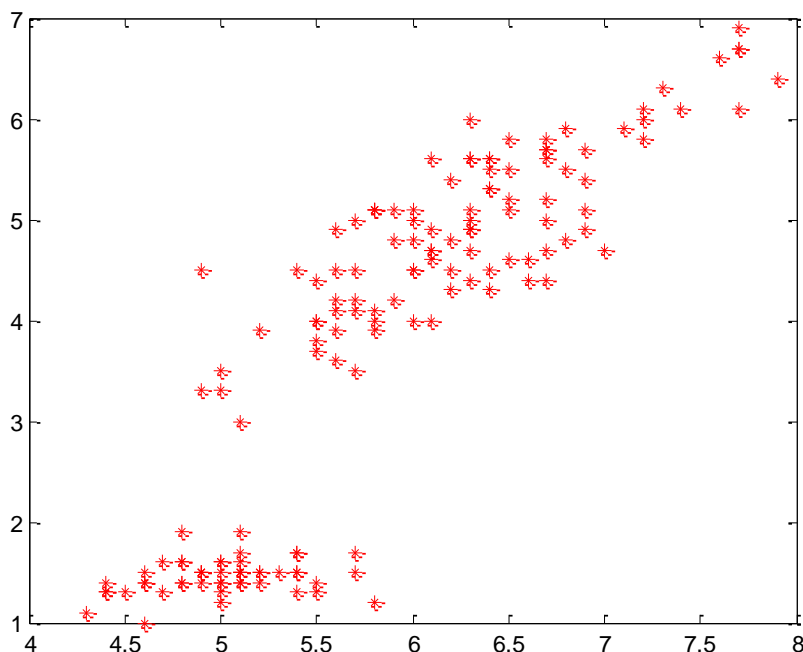
Por que Machine Learning?

- Teorema da aproximação universal
 - Redes neurais com uma única camada oculta são capazes de aproximar com precisão arbitrária qualquer função contínua
 - Aproximadores universais



Por que Machine Learning?

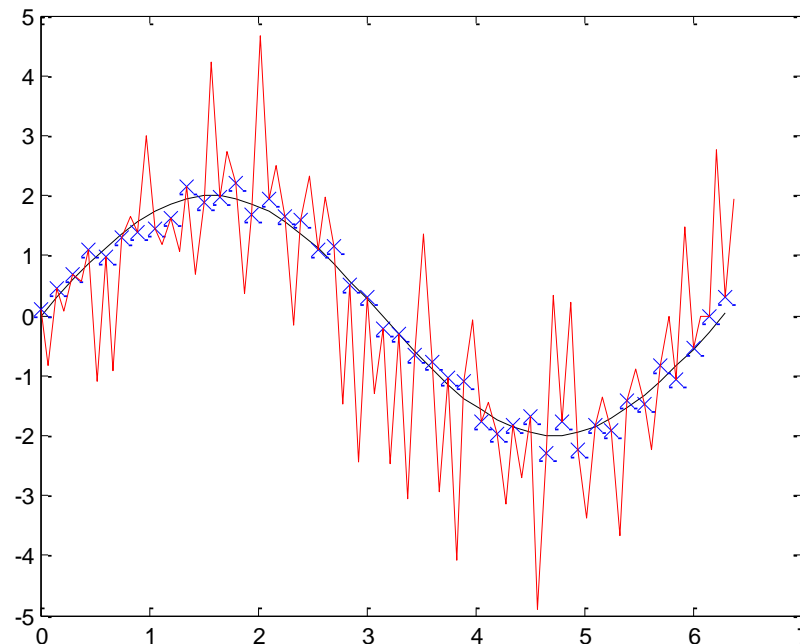
- Extração automática de conhecimento a partir somente dos dados





Por que Machine Learning?

- Desvantagens
 - Risco de ajuste excessivo dos dados





Por que Machine Learning?

- Desvantagens
 - Elevado requisito de dados
 - MLP totalmente conectado, uma única camada oculta, 10 entradas, 5 neurônios na camada escondida e 3 neurônios de saída
 - 73 parâmetros livres a serem estimados
 - Poucos dados → modelos mais simples



Por que Machine Learning?

- Desvantagens
 - Estimativas pontuais
 - Aproximação funcional → intervalos de confiança
 - Classificação → probabilidades de acerto/erro
 - Inferência bayesiana está fornecendo respostas para estas questões
 - Baixa interpretabilidade
 - Ausência de testes de hipótese

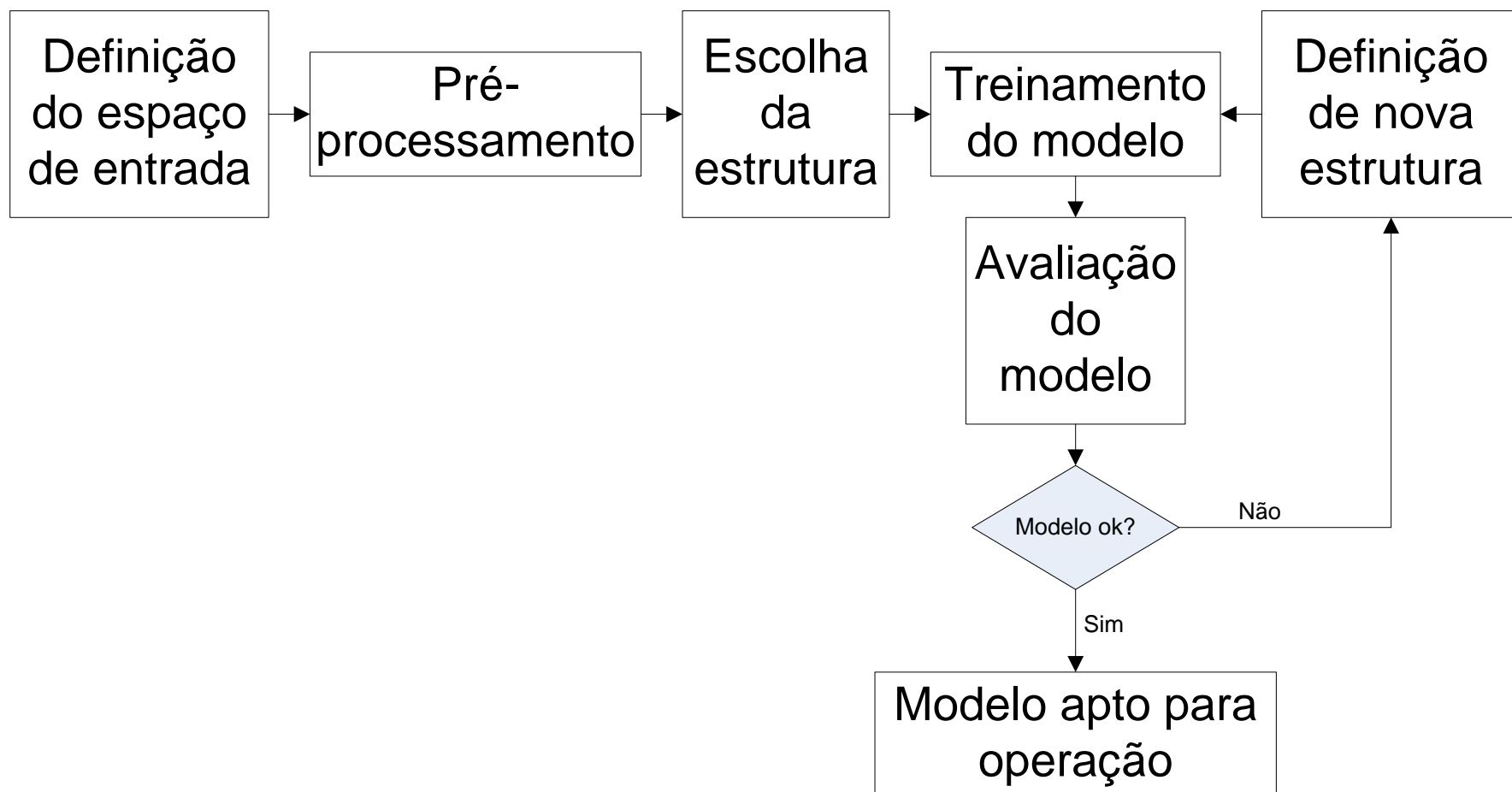


Machine Learning: Aonde?

- Indicada para aplicações onde a dinâmica do sistema é desconhecida ou de difícil obtenção
 - Apesar da dinâmica ser razoavelmente conhecida, são obtidos dados ruidosos do processo em estudo
 - Meteorologia
 - Processos industriais
 - Sistemas de energia elétrica



Etapas gerais de projeto





Processos de Aprendizagem

- Aprendizagem
 - Processo pelo qual os parâmetros livres de um modelo matemático (por exemplo, uma rede neural) são adaptados através de um processo de estimulação pelo ambiente na qual a rede está inserida
 - O tipo de aprendizagem é determinado pela maneira pela qual a modificação dos parâmetros ocorre

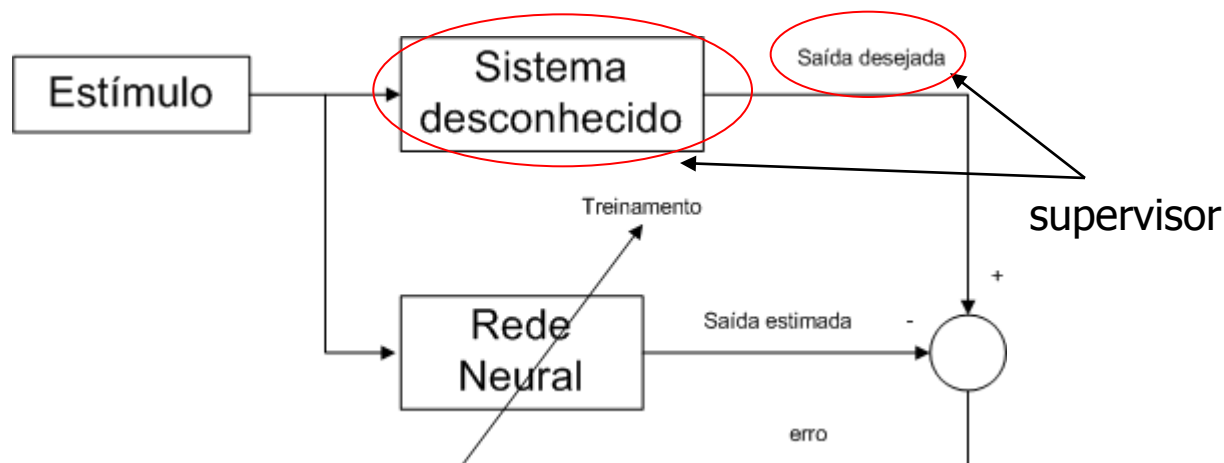


Processos de Aprendizagem

1. O modelo matemático (máquina) é estimulado pelo ambiente
2. A máquina sofre modificações nos seus parâmetros livres como resultado deste estímulo
3. A máquina responde de uma maneira nova ao ambiente, em função das modificações ocorridas em sua estrutura interna



Aprendizado Supervisionado



- A saída desejada é conhecida
- É possível mensurar o erro cometido pelo modelo
 - Modelar mapeamentos entrada-saída



Aprendizado Supervisionado

- Aprendizagem por correção de erro
 - O sinal de erro aciona um mecanismo de controle responsável pelo ajuste dos parâmetros visando otimizar uma determinada medida de desempenho
 - Medidas de desempenho
 - Critérios estatísticos
 - Erro médio quadrático
 - Capacidade de generalização



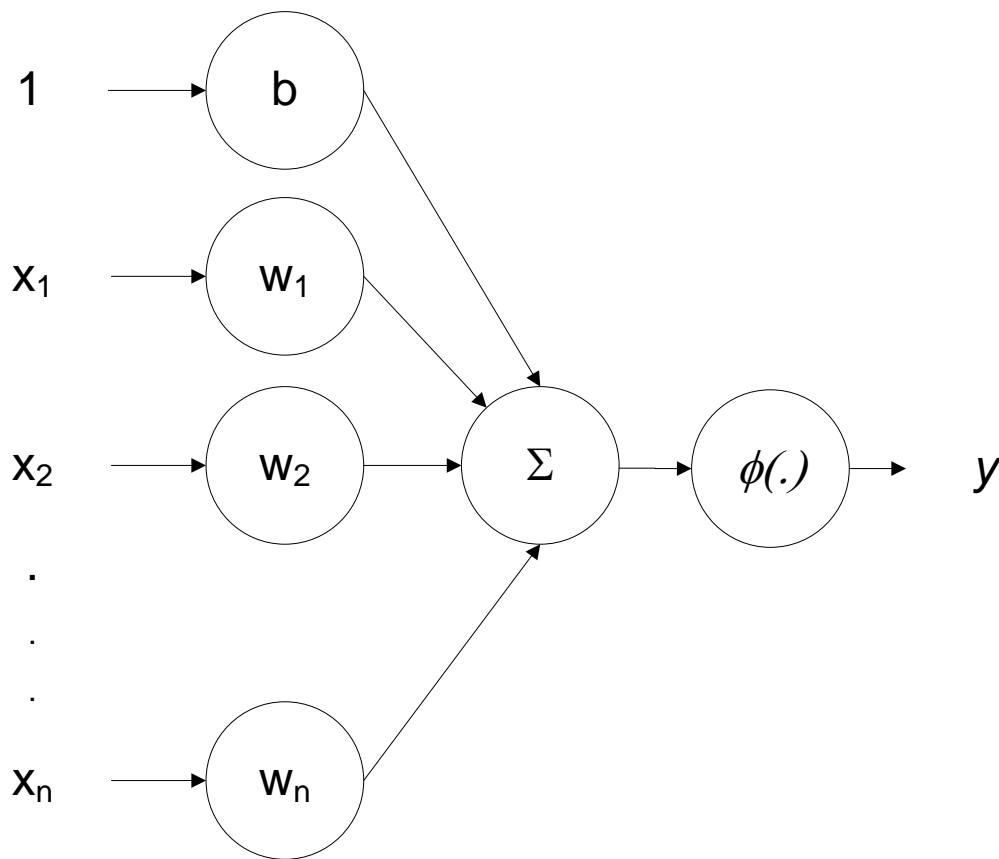
Aprendizado Supervisionado

- Aprendizagem baseada em memória
 - As experiências passadas vivenciadas pelo modelo são armazenadas em uma memória de pares entrada/saída classificados corretamente
 - Algoritmo do vizinho mais próximo
 - Algoritmo dos k-vizinhos mais próximos



Aprendizado Supervisionado

- Modelo de um neurônio



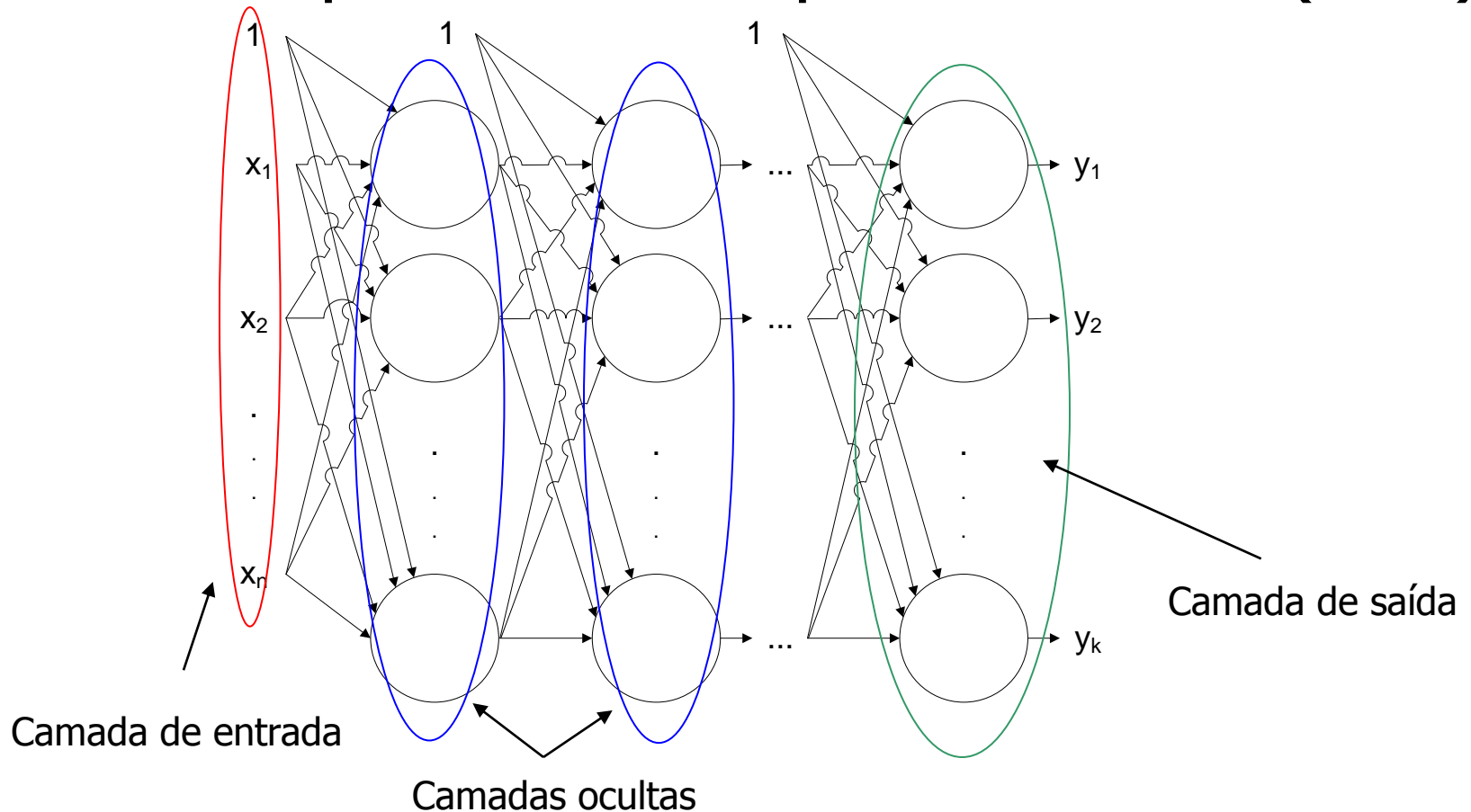
$$y = \phi \left(\sum_{i=1}^n w_i x_i + b \right) = \phi(\underline{w}^t \underline{x})$$

$$\underline{x} = [1 \quad x_1 \quad x_2 \quad \dots \quad x_n]^t$$

$$\underline{w} = [b \quad w_1 \quad w_2 \quad \dots \quad w_n]^t$$

Aprendizado Supervisionado

- Perceptron de Múltiplas Camadas (MLP)





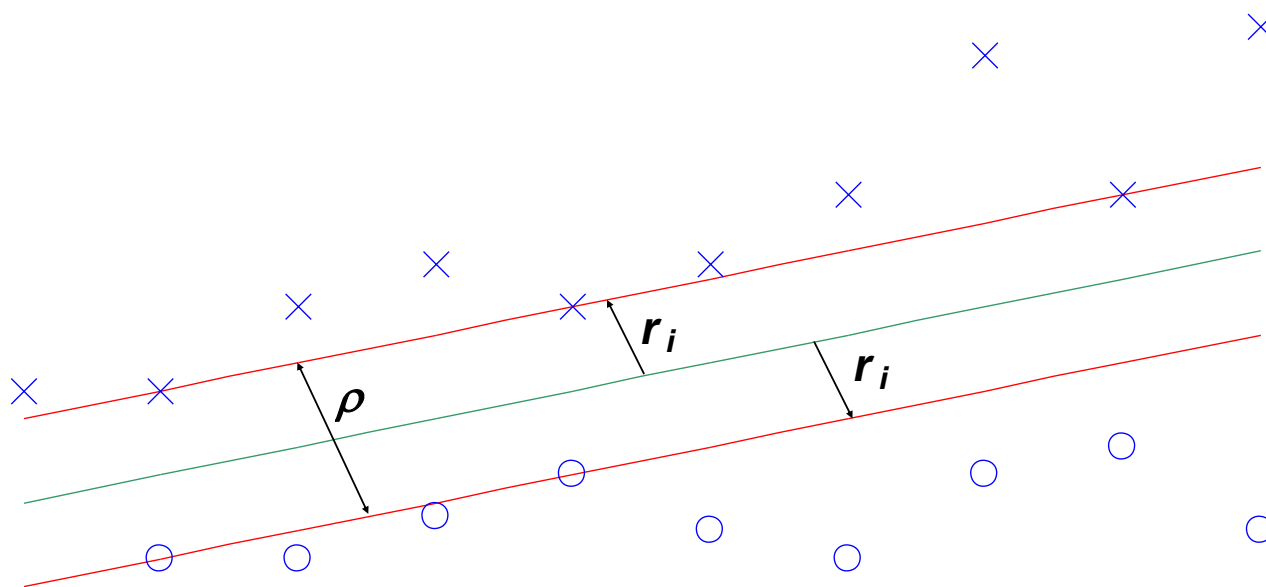
Aprendizado Supervisionado

- Perceptron de Múltiplas Camadas (MLP)
 - Uma única camada escondida
 - Aproximador universal
 - Definição do número de neurônios na camada escondida
- Retropropagação do erro



Aprendizado Supervisionado

- Máquina de Vetor Suporte (SVM)
 - Maximizar a margem de separação

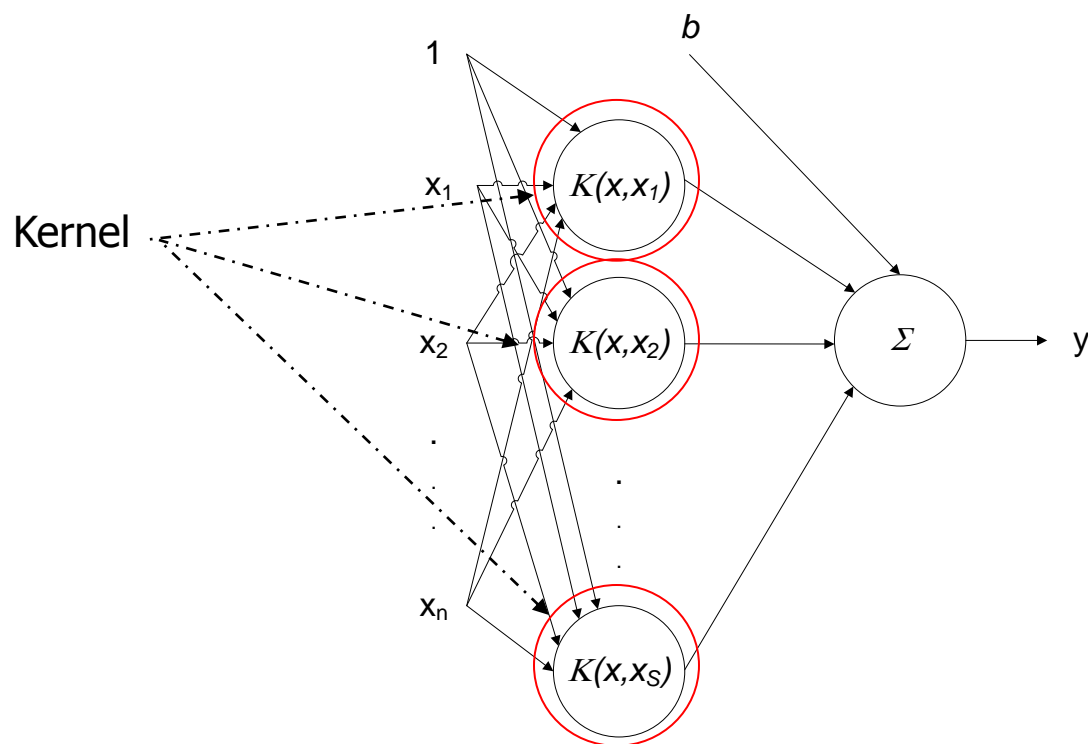


$$r_i = \frac{1}{\|\underline{w}_0\|} \Rightarrow \rho = \frac{2}{\|\underline{w}_0\|}$$



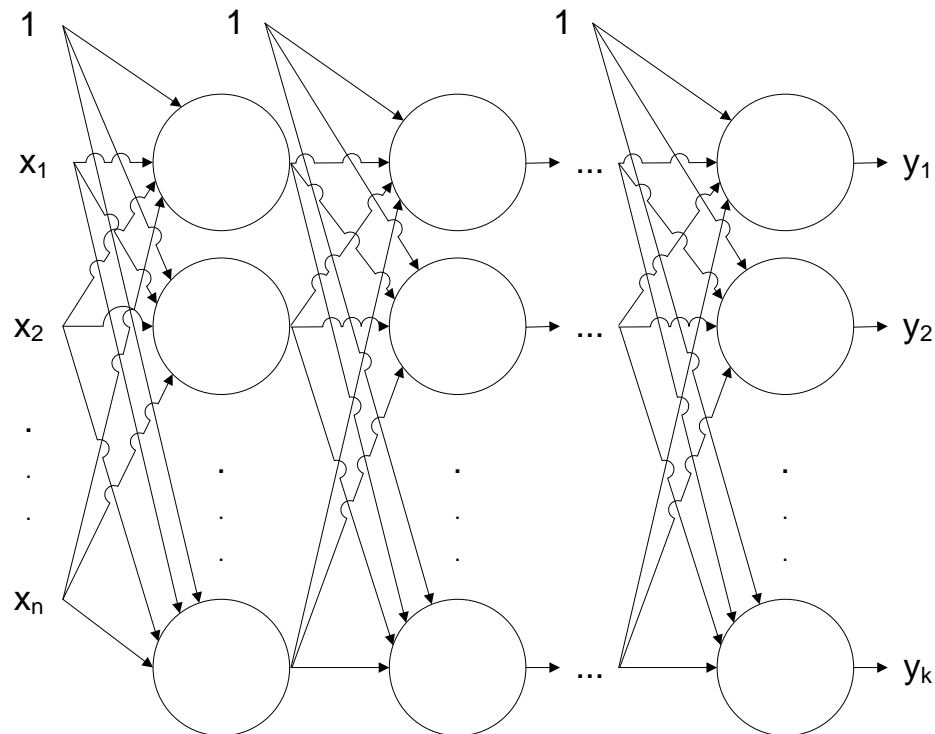
Aprendizado Supervisionado

- Máquina de Vetor Suporte (SVM)
 - Maximizar a margem de separação



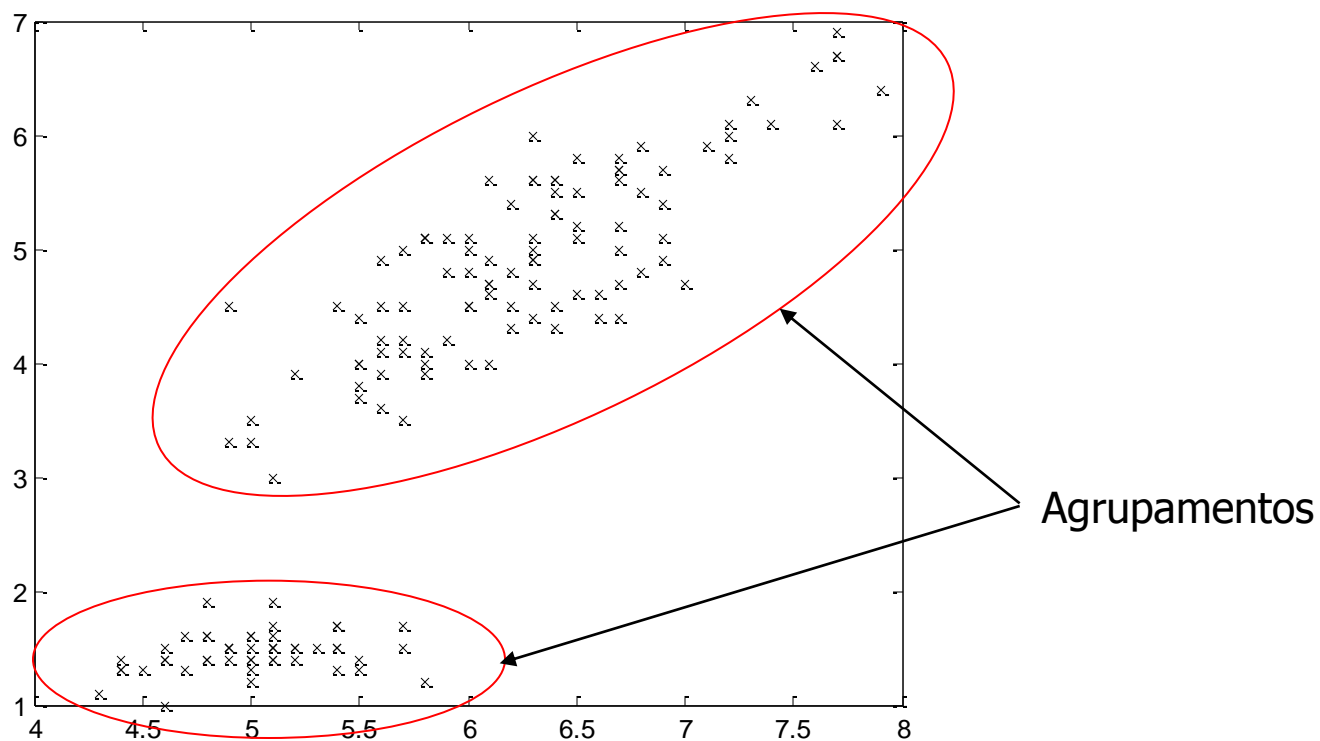
Aprendizado Supervisionado

- Deep Learning
 - Múltiplas camadas ocultas - contexto





Aprendizado Não-Supervisionado



- Ausência de rótulos para os dados

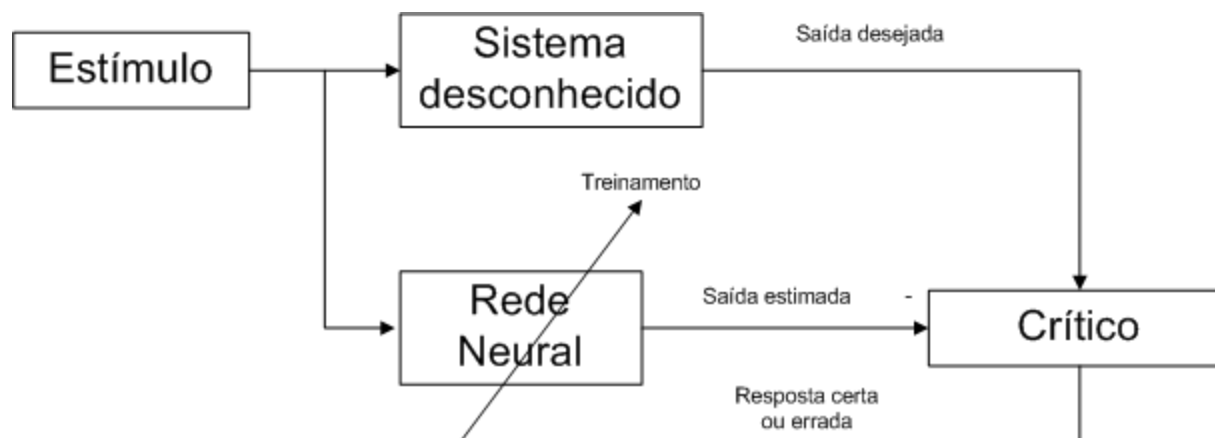


Aprendizado Não-Supervisionado

- Aprendizagem competitiva
 - Neurônios competem entre si para disparar (apresentar saída mais alta) para um determinado padrão de entrada
 - Modelos auto-organizáveis
 - Mapas de Kohonen
- Métodos de agrupamento
 - K-means



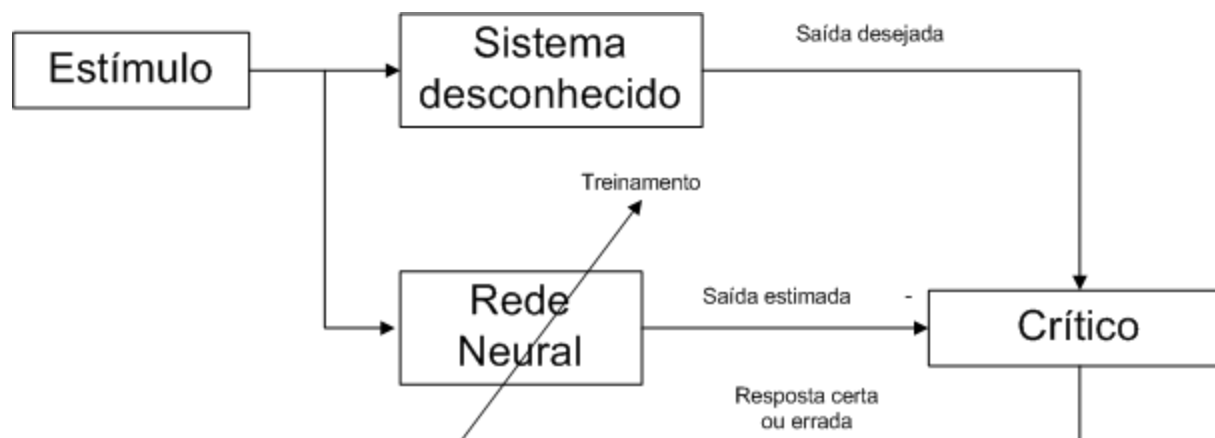
Aprendizado por Reforço



- Melhorar o desempenho ao longo do tempo
 - Crítico: erro no curto prazo + estimativa do erro para o longo prazo
 - Melhorar o desempenho cumulativo ao longo do tempo



Aprendizado por Reforço

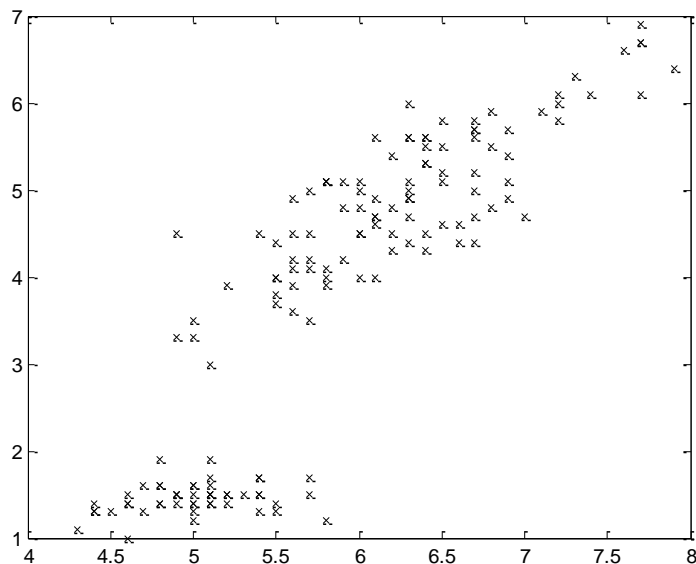


- Programação Dinâmica
- Técnicas de Otimização
 - Capítulo da manhã



Tarefas de Aprendizagem

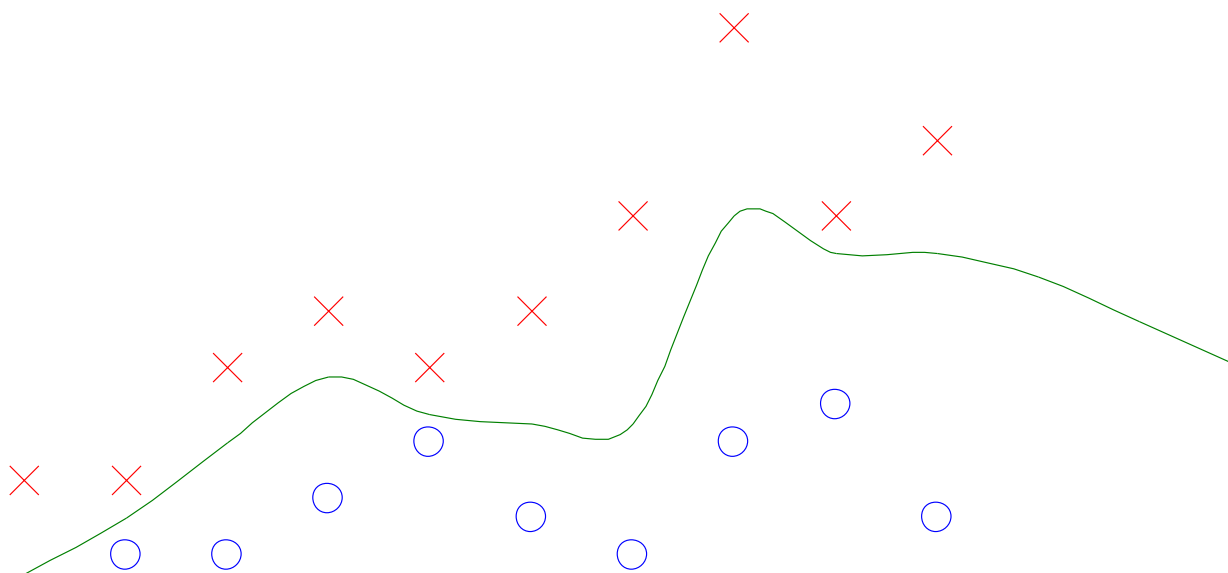
- Associação de Padrões
 - Associar um novo padrão a um exemplo existente em uma base de dados
 - Fase de armazenamento
 - Fase de recordação





Tarefas de Aprendizagem

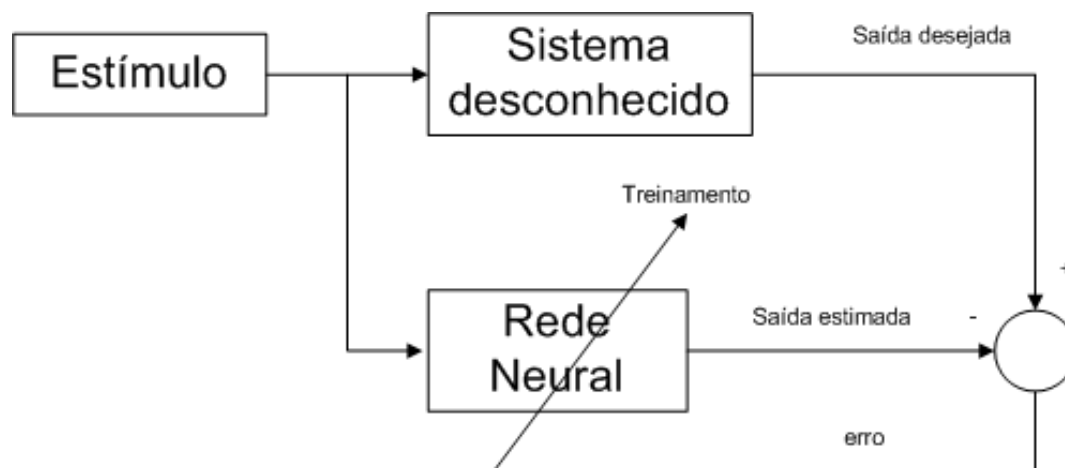
- Reconhecimento de Padrões
 - Atribuição de rótulo dentre um número predeterminado de classes ou categorias





Tarefas de Aprendizagem

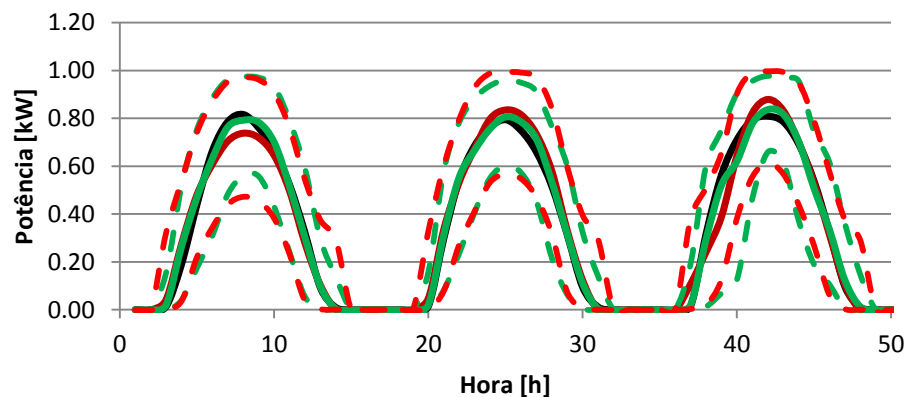
- Aproximação de funções
 - Identificação de sistemas
 - Controle
 - Filtragem



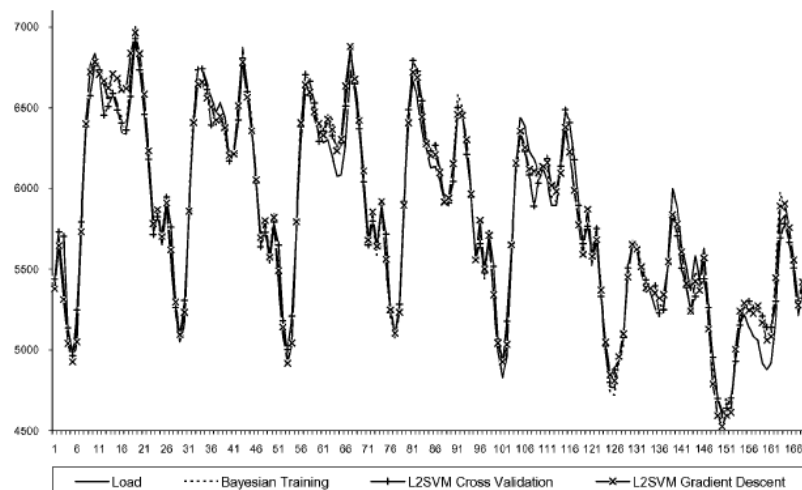


Exemplos de aplicação

- Previsão de séries temporais
 - Carga, Preço, Produção de Renováveis



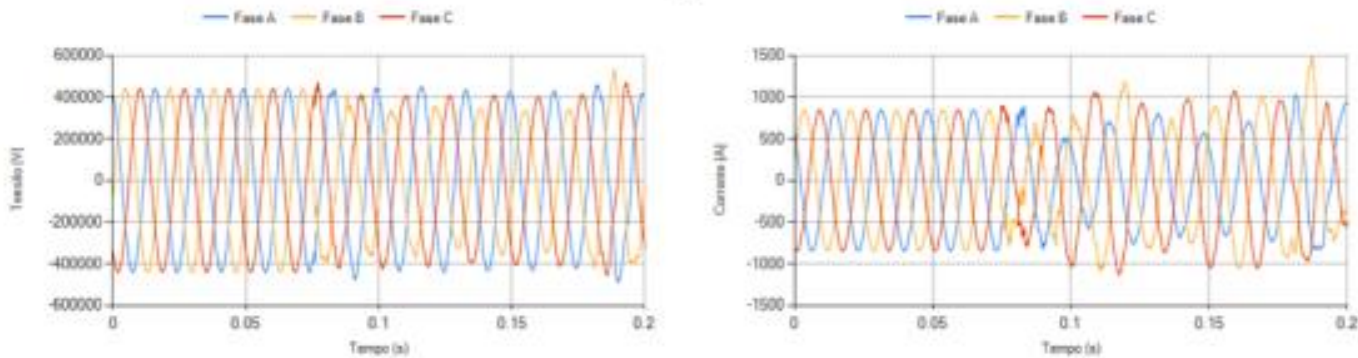
— Verificado — UNICO Previsão
 — GMM Previsão - - GMM Percentis Q1
 - - GMM Percentis Q99 - - UNICO Percentis Q1
 - - UNICO Percentis Q99



Exemplos de aplicação

- Sistemas de diagnóstico de falhas

Oscilografias

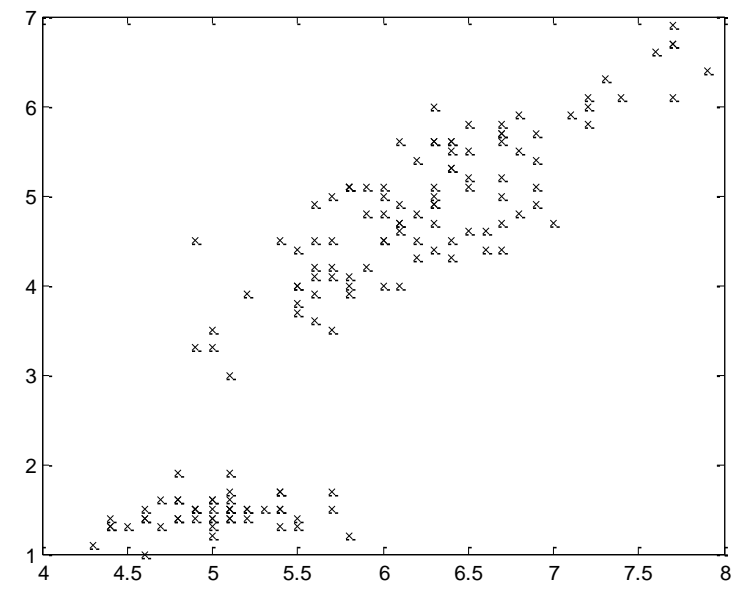
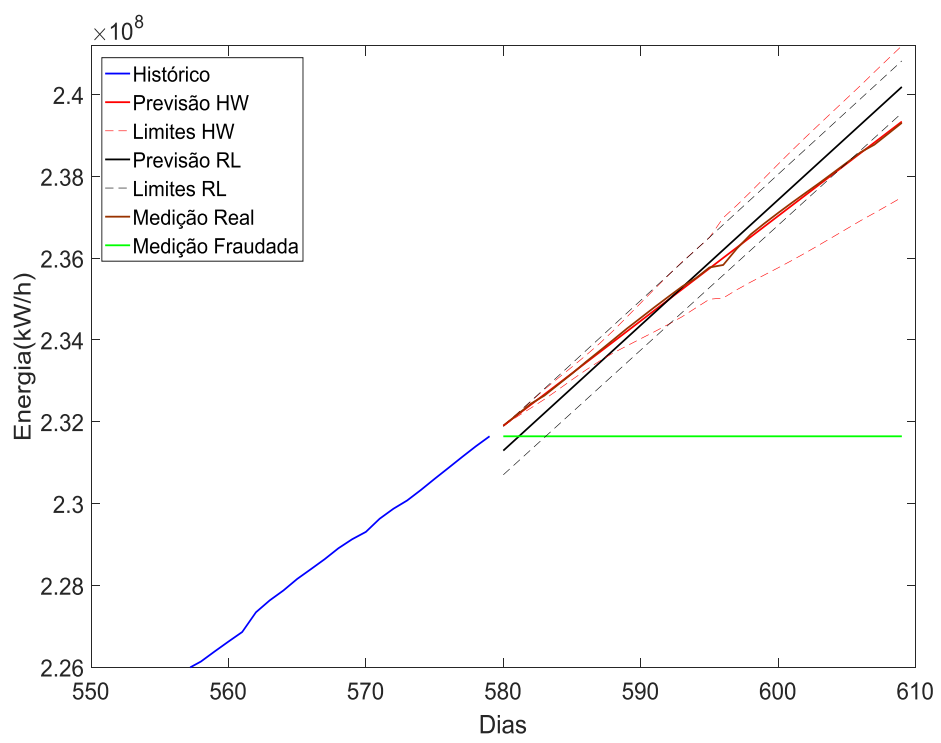


Distância estimada: 146.85 km

Faixa com Probabilidade	Faixa de Distância	Torres
Faixa com probabilidade igual a 50.0 %	145.89 a 147.81 km	274 a 279
Faixa com probabilidade igual a 60.0 %	145.66 a 148.05 km	274 a 279
Faixa com probabilidade igual a 70.0 %	145.37 a 148.33 km	273 a 279
Faixa com probabilidade igual a 80.0 %	145.03 a 148.68 km	273 a 280
Faixa com probabilidade igual a 90.0 %	144.50 a 149.20 km	272 a 281
Faixa com probabilidade igual a 99.9 %	141.16 a 152.55 km	266 a 287

Exemplos de aplicação

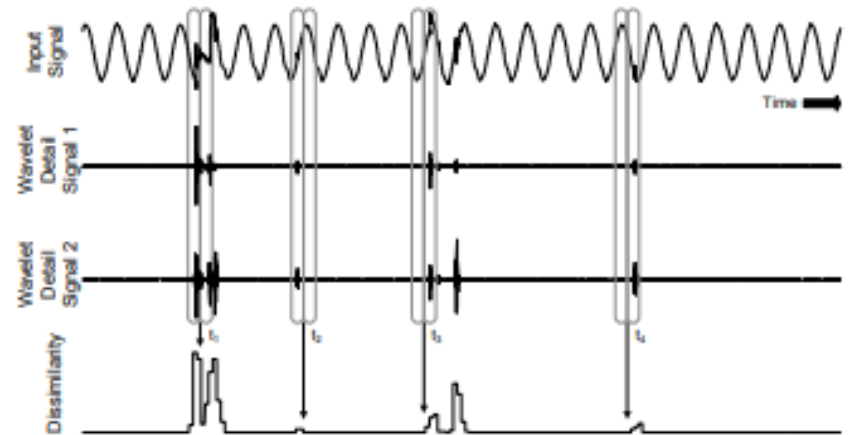
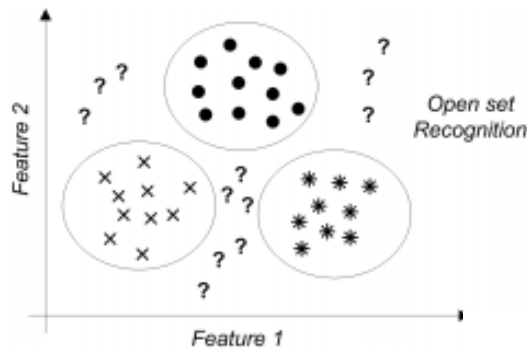
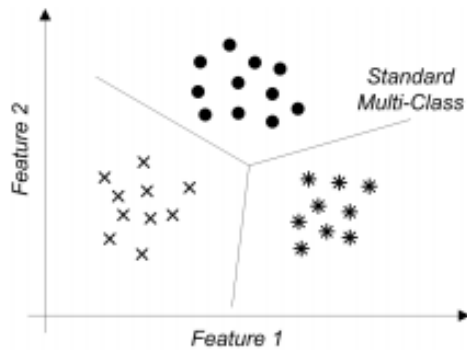
- Detecção de Fraudes





Exemplos de aplicação

- Detecção de Novidades





OBRIGADO!

- Vitor Hugo Ferreira
 - vhferreira@id.uff.br
- Friends Lab
 - friendslab.sites.uff.br
- PPGEET
 - www.ppgeet.uff.br
- TEE
 - tee.sites.uff.br