

Exemplos de aplicações de

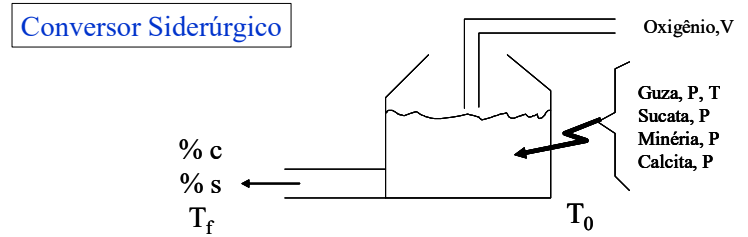
Redes Neurais como Aproximadores

(saídas contínuas)

- **Modelagem de um Conversor Siderúrgico da CSN**
- **Modelagem de 3 plantas de destilarias da Petrobras**
- **Previsão de atenuação em enlace de telefonia celular e em enlace de comunicação terra-satelite**
- **Previsão de atraso no pagamento por clientes (pessoas e instituições)**
- **Previsão do PIB brasileiro**
- **Previsão de volatilidade de opções Telebrás**
- **Previsão de consumo elétrico domiciliar**
- **Previsão de demanda de pico de energia**
- **Previsão de vazões hidrográficas**

Siderurgia:

Modelagem e otimização da operação dos conversores da CSN



Entradas	Saídas
Peso gusa	Temperatura
Temperatura gusa	%carbono
Peso sucata	Houve projeção ?
Peso minério	
Peso calcita	
Tempo sopro	
Posição sopro	
Temperatura última corrida	
Tempo última corrida	

Petroquímica:

Destilação ASTM de querosene da U 2100 (REPAR)

Entradas	Saída
Temperatura de retirada	
Vazão de retirada	PIE (ponto inicial de ebulição) do querosene
Relação molar do resíduo	

Destilação ASTM do diesel na U 200 (RPLAN)

8 entradas >>>>>> 1 saída

Ponto de entupimento do diesel na U 50 (REFAP)

15 entradas >>>>>>> 1 saída

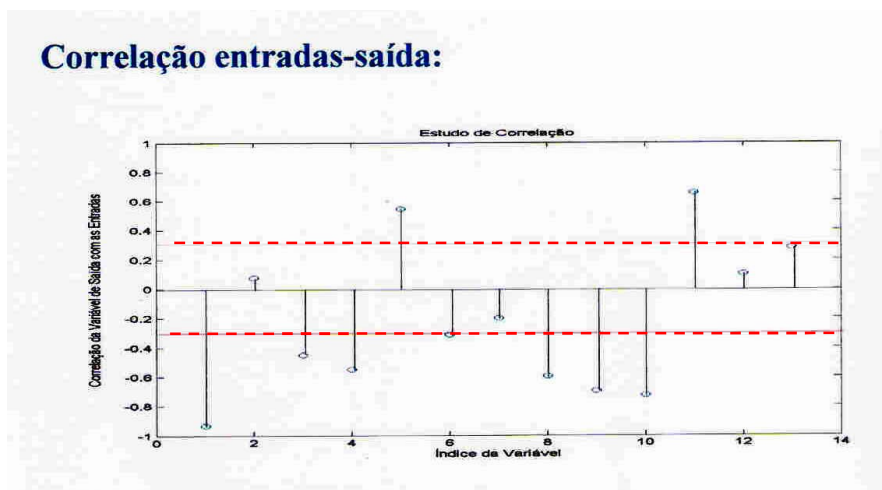
Lubricidade do óleo diesel

Possíveis Variáveis de Entrada do Banco de Dados de Lubricidade

Índice da Variável	Variáveis
1	condutividade em pS/m.
2	índice de cetano.
3	densidade a 15°C.
4	viscosidade cinemática a 40°C em cSt .
5	conteúdo de enxofre em ppm .
6	Ponto inicial da destilação em °C
7	Temperatura a 10% vaporizado da destilação em °C
8	Temperatura a 50% vaporizado da destilação em °C
9	Temperatura a 90% vaporizado da destilação em °C
10	Ponto final da destilação em °C
11	ponto de fulgor em °C
12	ponto de névoa em °C
13	ponto de fluidez em °C

Conjunto de treinamento: 49 pares
de teste: 27 pares

Correlação entradas-saída:



Resultados do treinamento x variáveis de entrada

Entradas	Neurônios camada intermediária	Erro treinamento	Erro teste
Todas	8	2,4	3,2
1,3,4,5,6,8,9,10,11	6	2,7	3,6

Previsão de Temperaturas nas localidades

Entradas	Saídas
Latitude	Temperatura máxima anual
Longitude	Temperatura média anual
Altitude	Temperatura mínima anual

Previsão de atraso de pagamento

Previsão (saída): dias de atraso no pagamento (0 a 120)

Dados disponíveis:

901 clientes, 8159 casos
Fevereiro a Junho de 2000.

Nº do título
Nº do cliente
UF do cliente
Limite de crédito do cliente
Data de emissão do título
Data de vencimento do título
Valor do título
Data do pagamento
Dias de atraso
Nº Vendedor

Entradas selecionadas

UF do cliente

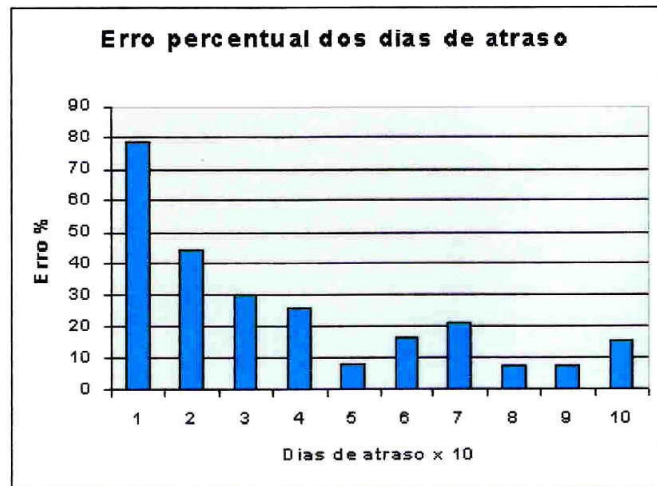
log do valor da compra (R\$ 20 a 20.000)

log do valor médio das compras (R\$ 20 a 20.000)

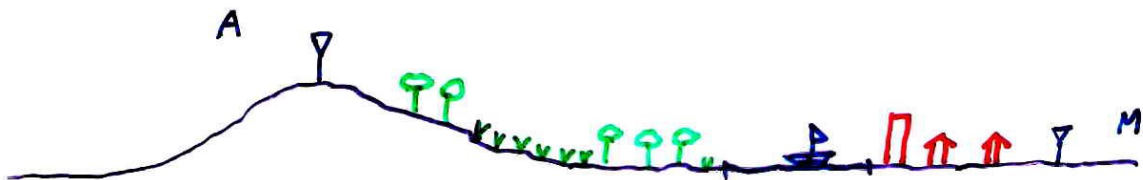
MLP

8 neurônios tgh

1 neurônio linear

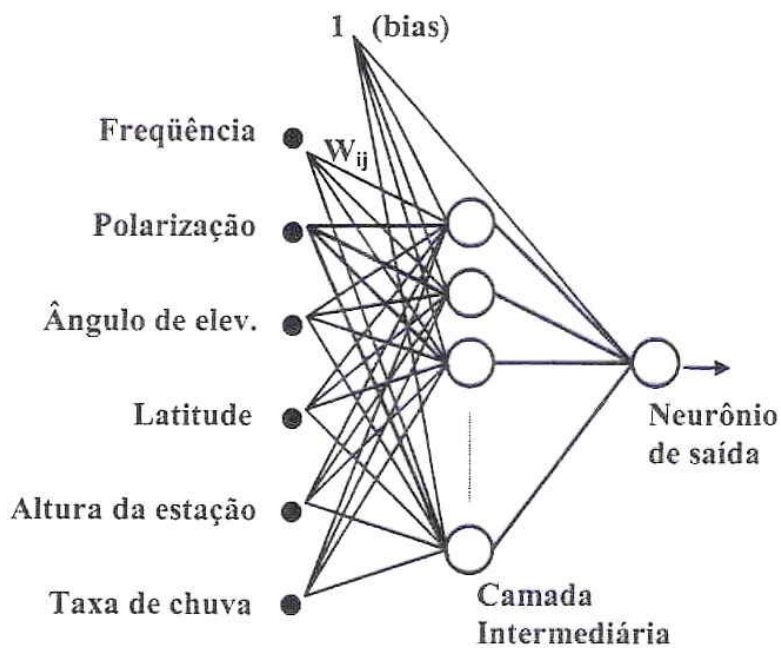
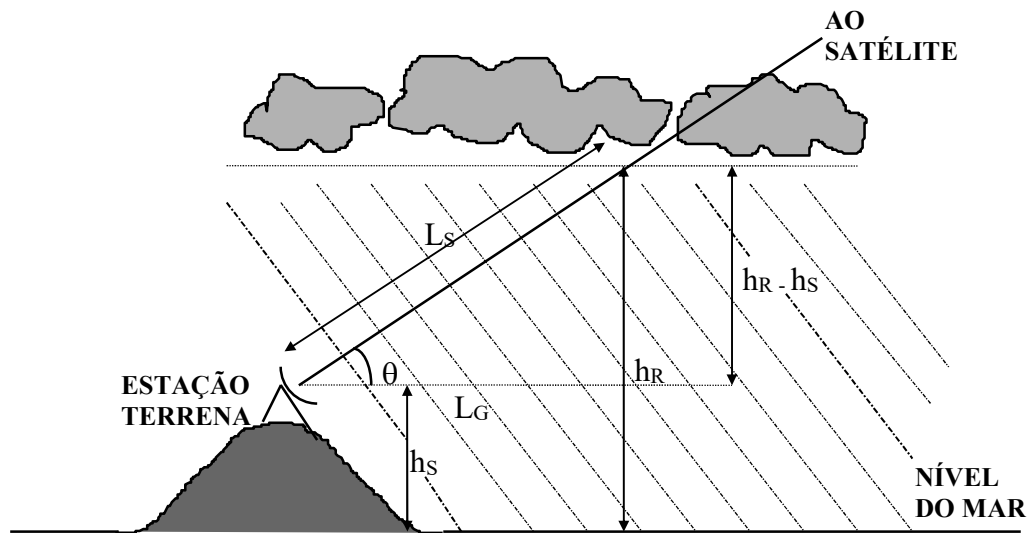


Atenuação de sinal em telefonia celular suburbana



$A = f [$ altura antena-móvel,
 distância,
 tipo terreno,
 topografia,
 tipo ocupação,
 obstáculos,
 etc.]

Atenuação de sinal em enlace terra-satélite



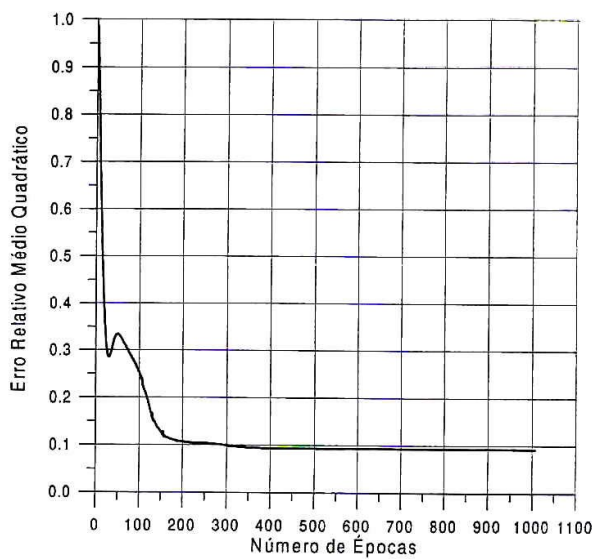
A = Atenuação excedida em .01% do ano médio

$$A = 20 \log_{10} \frac{S_0}{S_1}$$

$$F = E \left[\left(\frac{A - \tilde{A}}{A} \right)^2 \right] \Rightarrow \varepsilon_m^2 \quad \sigma$$

Pares e-s

268 >>>> 153 >>>> 109 treinamento
pares completos 44 teste



“overtraining prematuro”

Modelos	e_{rms} %	σ %	√F %
UIT-R	- 3.3 %	35 %	35.1 %
Rede 1	- 7.7 %	29 %	29.6 %

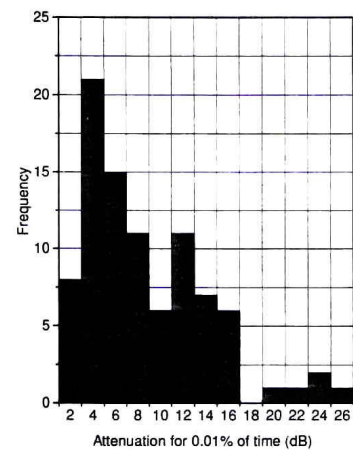
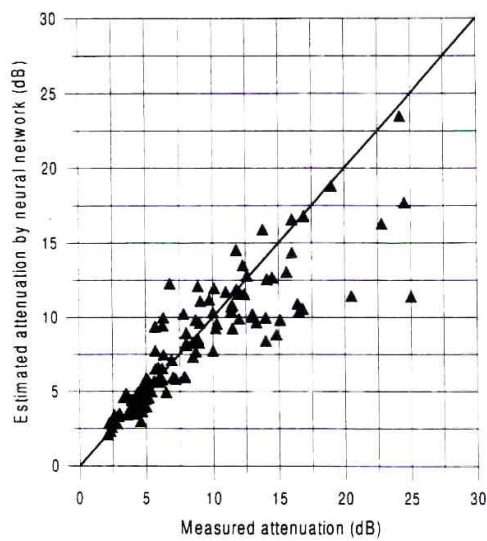
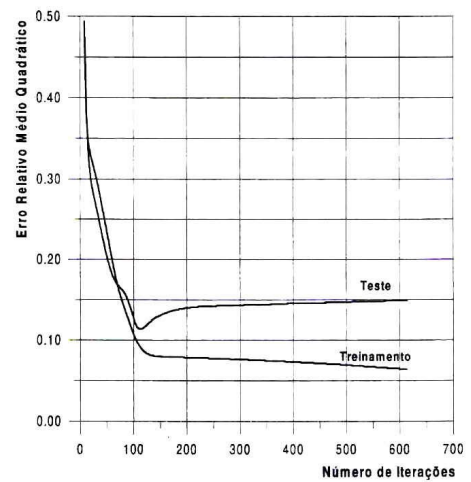
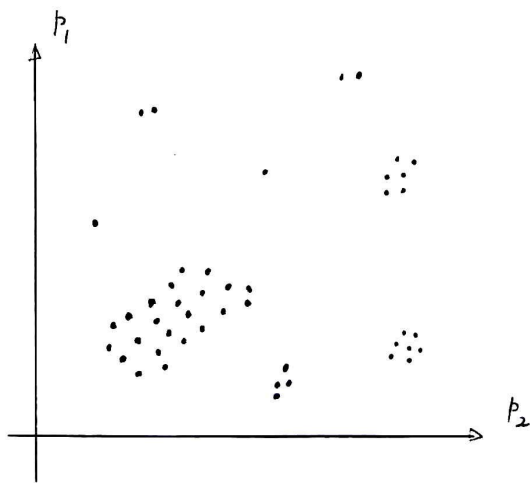
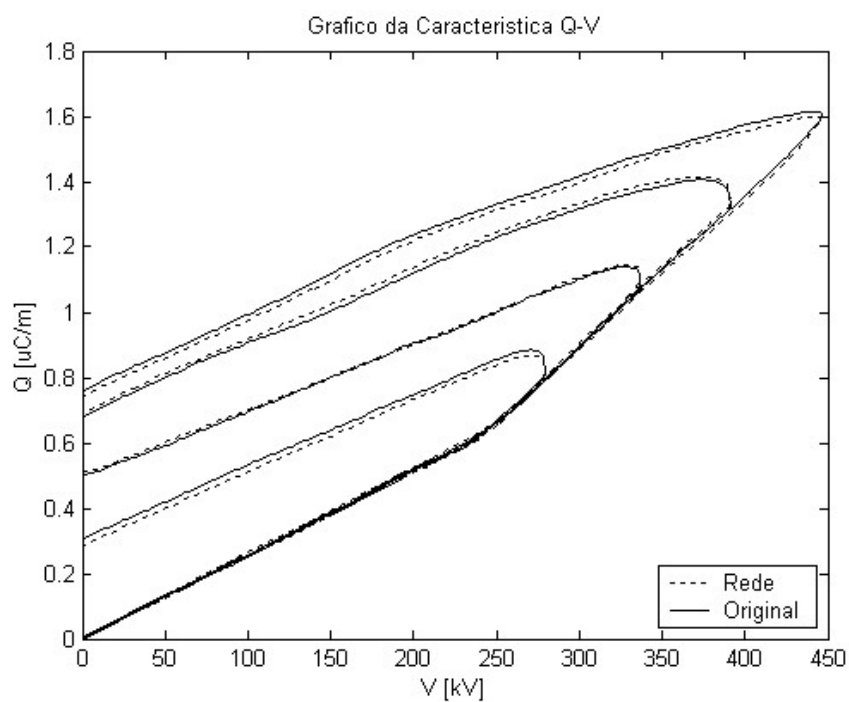
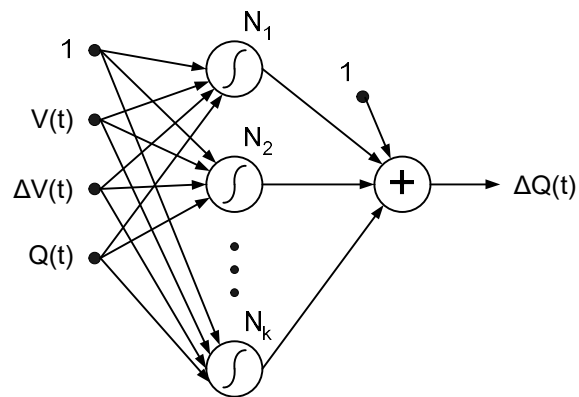
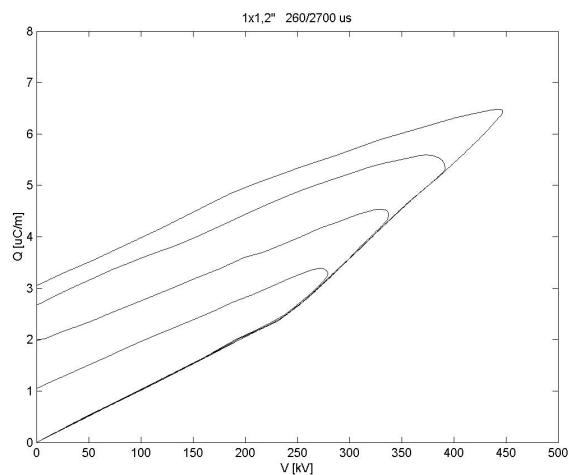


Figure 4: Distribution of rain attenuation in the training set.



Modelos	e_{rms} %	σ %	$\sqrt{F}$ %
UIT-R	- 3.3 %	35 %	35.1 %
Rede 1	- 7.7 %	29 %	29.6 %
Rede 2			20 %

Modelagem do efeito corona



Poder de Parada de Íons por Gases

Cláudio C. B. Teles
CPE 721 - 2001

Projétil	Gás
Ag	Ar
Ar	C4H10
Cl	CF4
Cu	CH4
Kr	CO2
Ne	H2
O	He
Pb	Kr
S	N2
U	Ne
Xe	Xe

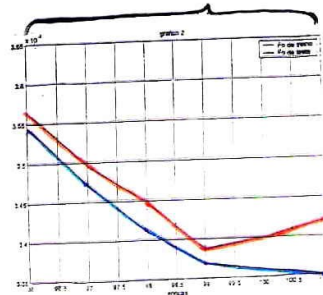
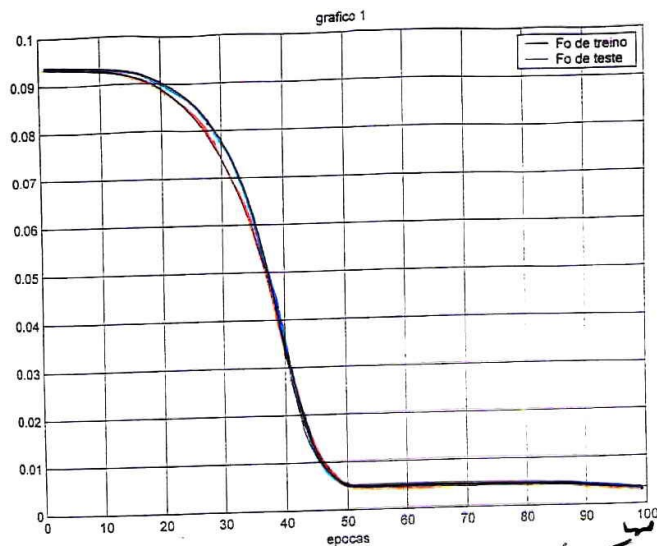
Entradas da Rede	Saída da rede:
E_p - energia do projétil	$\ln(S)$ - log do "stopping power"
$\ln(Z_p)$ - log do número atômico do projétil	
$\ln(A_p)$ - log do número de massa do projétil	
$\ln(\sum A_m)$ - log do somatório dos números de massa dos componentes do meio (gás)	
$\sum A_m / \sum Z_m$	

Rede Neural:

MLP, 5 entradas,
camada intermediária com 16 neurônios $\tanh(\cdot)$,
camada de saída com 1 neurônio linear

α variável, BP resiliente.

260 pares entrada-saída para treinamento, 86 para teste

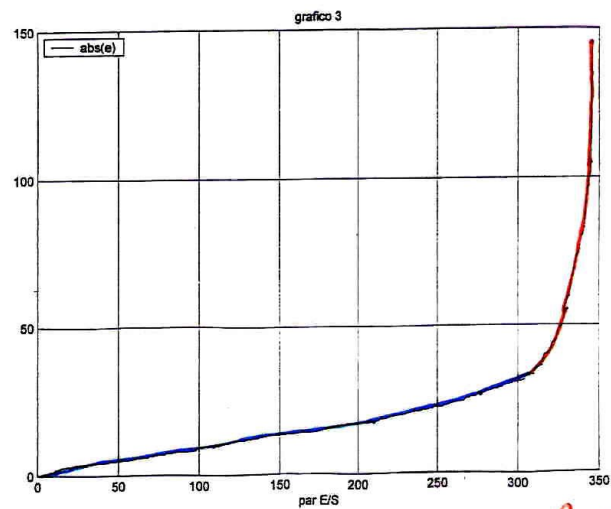


Resultados:

Total
(346 pares)

MAPE: 19.2 %

$E_{\max}$: 146 %



? $\Rightarrow$ 0 H₂

Examinando os pares com erros muito elevados:

Sem projétil **O** e sem alvo **H2**
(295 pares)

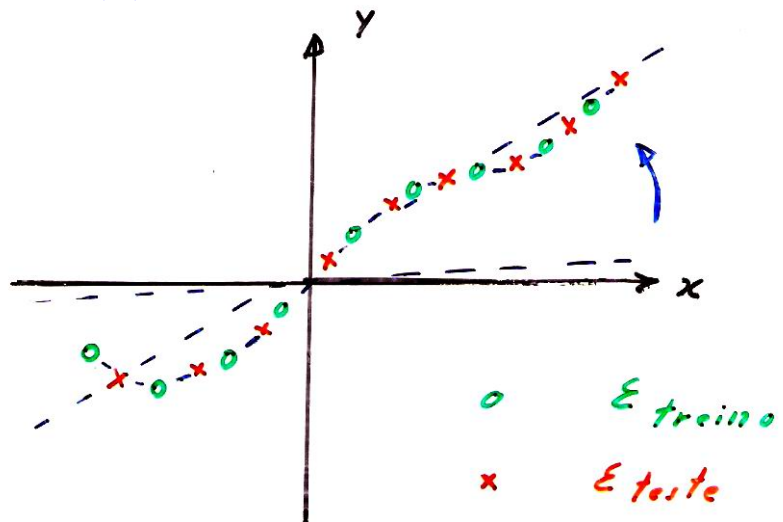
MAPE: 15.8 %

$E_{\max}$: 66 %

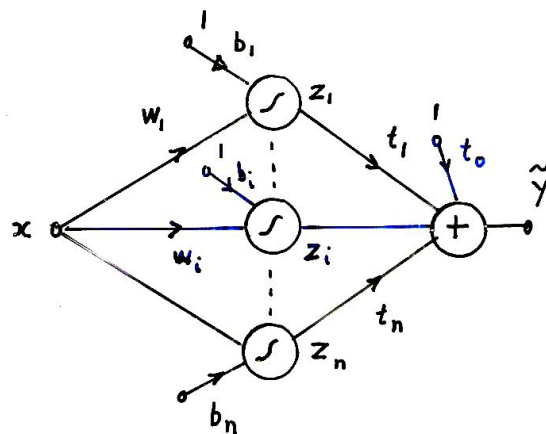
A rede neural como um aproximador (saídas contínuas)

Demo Aproximador

$$\begin{array}{ll} \underline{y} = \varphi(\underline{x}) & \tilde{y} = \varphi(\underline{x}) \\ y = \varphi(x) & \tilde{y} = \varphi(x) \end{array}$$

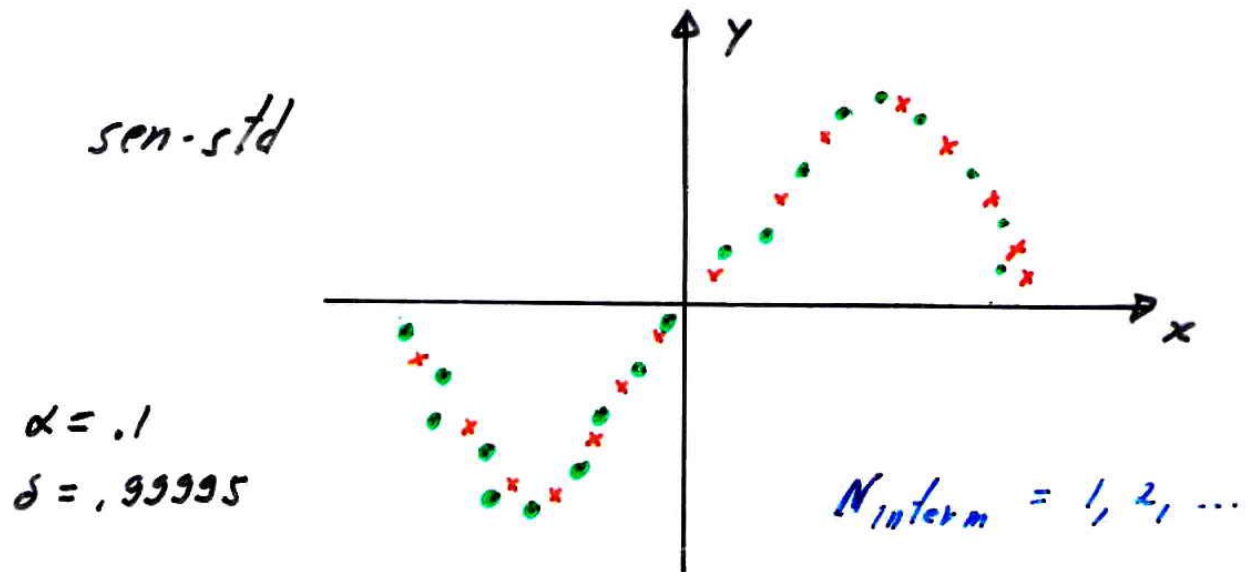


Rede Neural



numero de neurônios na camada intermediária ajustável
 passo treinamento α ajustável
 decaimento do passo α ajustável
 valores iniciais ajustáveis

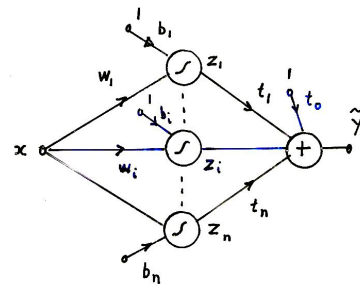
Exemplo 1



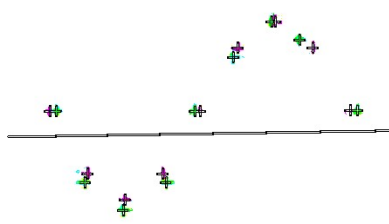
Evolução do treinamento e

Efeito do numero de neurônios na camada intermediária

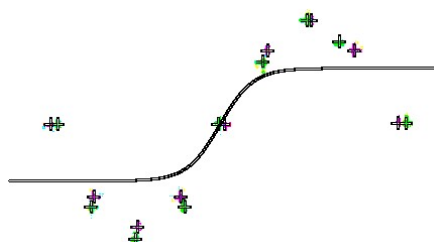
1 neurônio na camada intermediária



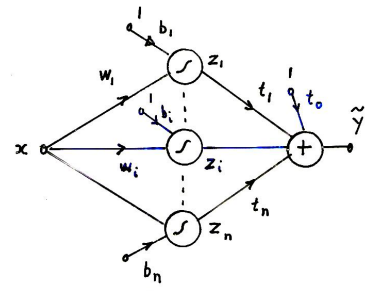
Início do treinamento



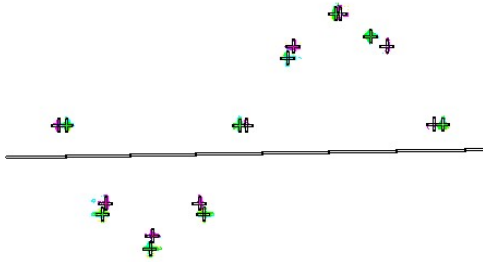
Fim do treinamento



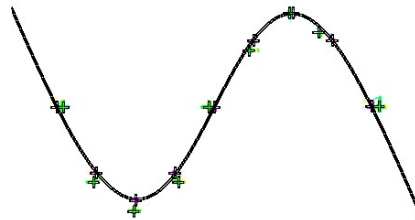
3 neurônios na camada intermediária



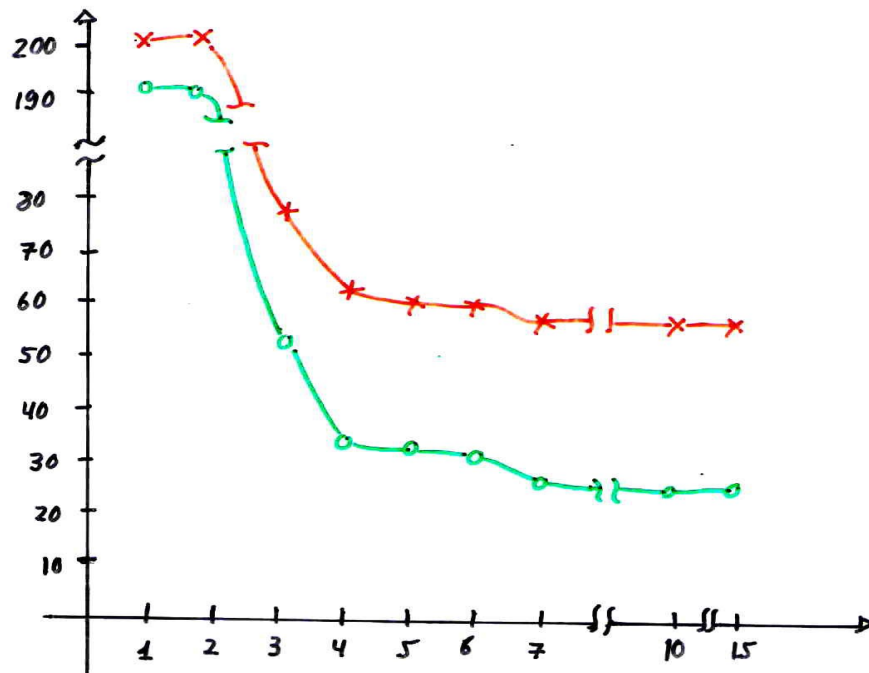
Início do treinamento



Fim do treinamento



Erro final vs número de neuronios



Evolução do erro ao longo do treinamento

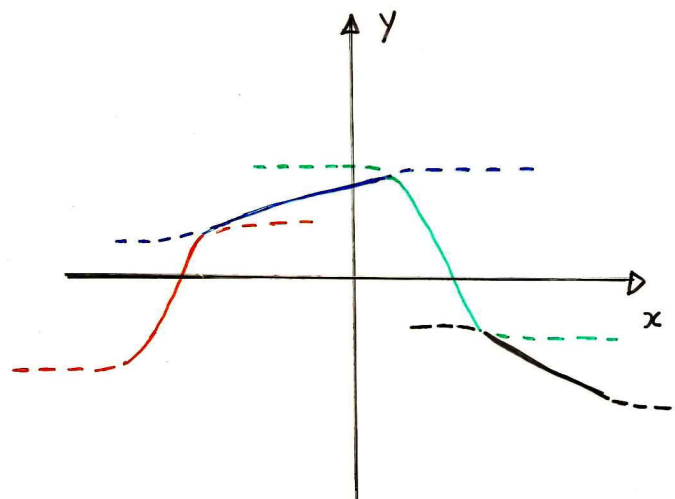
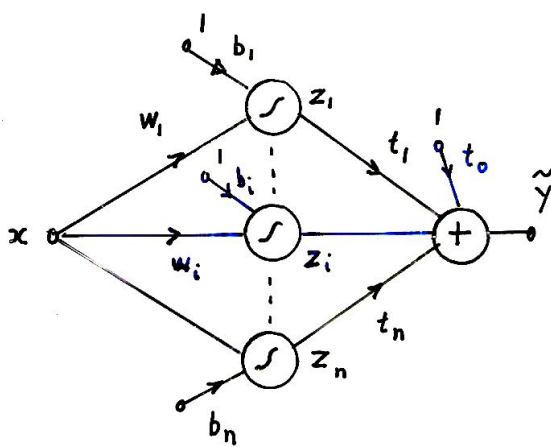
Erro vs passo

Decaimento do passo

Overtraining

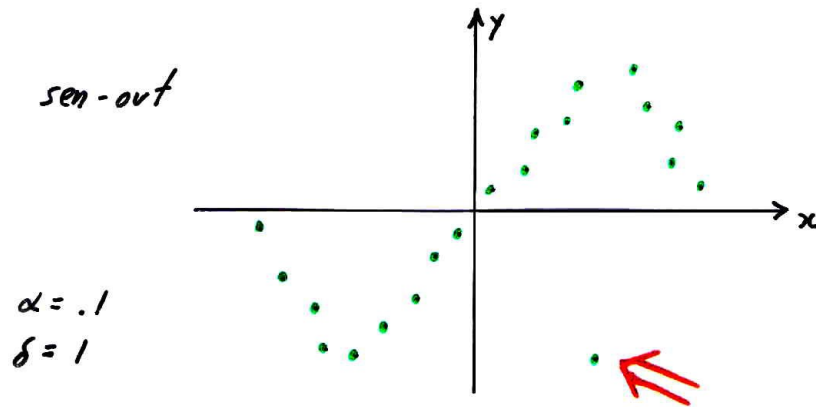


Composição da saída



Efeito de Outlayers

outliers

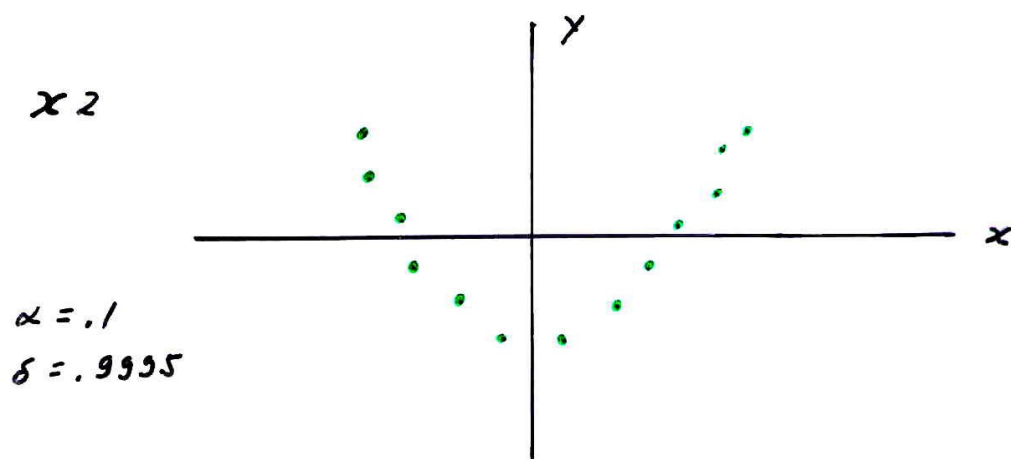


$N_{int} = 3$ *erros*

$N_{int} = 5$ *overtraining*

Mínimos locais

Mínimos locais



$ W_{in} $	.2	1	5
	<i>min. local</i>	<i>OK?</i>	<i>paralisa</i>