

Exemplos de aplicações de

Redes Neurais como

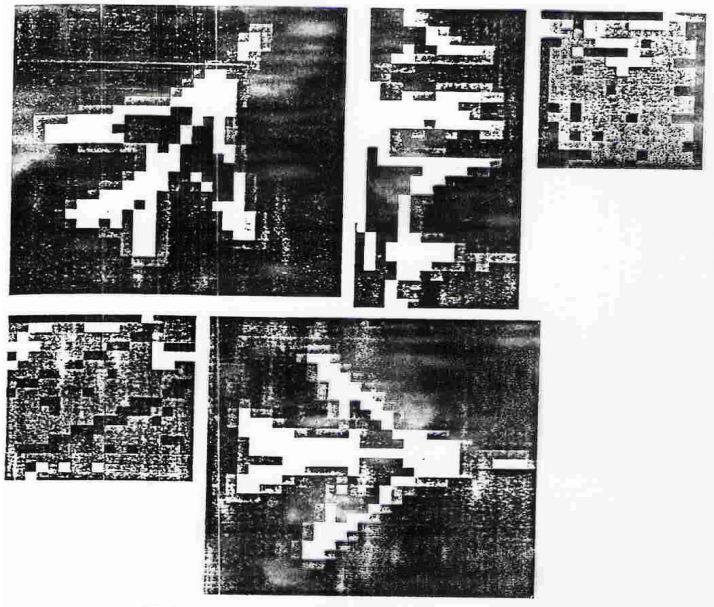
Classificadores

(saídas discretas)

*** Classificação de aviões

Insensibilização à rotação

cartesiana >> polar >> Fourier



*** NET TALK

Contexto para pronúncia inglês: 7 letras
português: 5 letras

Codificação da entrada: máximamente esparsa

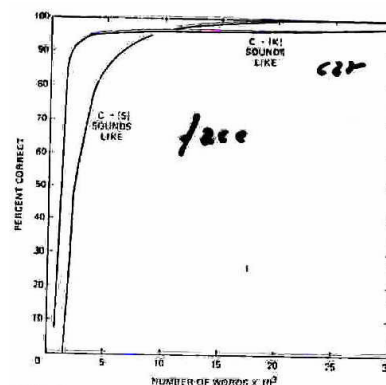
$$7 \times 29 = 203 \text{ bits !}$$

Dimensão da rede:

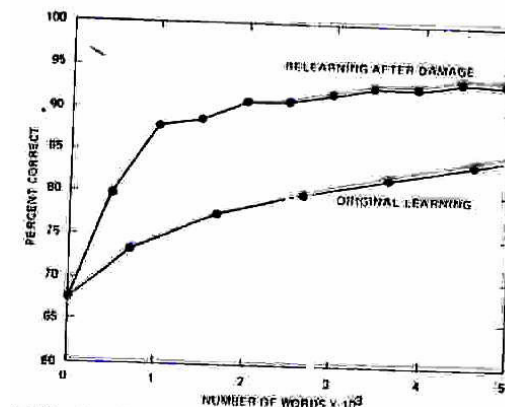
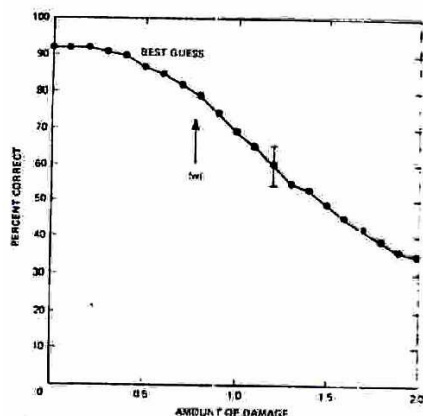
camadas 1 - 2 - 3 ??

neurônios 0 - 60 - 80 - 120

Evolução do treinamento



Treinamento, danos e retreinamento



O sotaque:

treina espanhol >>> fala inglês

Em português (7 letras)

trecho do texto utilizado nos testes :

"(...) não basta ensinar ao homem uma especialidade. Porque se tornará assim uma máquina utilizável, mas não uma personalidade. É necessário que adquira um sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto."

Após 100 passos de treinamento

"(...) ssu dasda d sssas au susus usa sssssassdadss susssi ss sussass assus usa s sussa sssssssssss sas ssu usa sssss assdadsss ssssss sdu sus adssssn us ss sssssus us ss su ssssssu da sssu ui dass a sssa sss s sss dsdus da sssu sui s sssus du sui ssusasssssi sssssus a ssu sss asssss ssi si ass."

Finalmente, ao fim de 500000 passos,

"(...) N3u baSta ENsinar au /umeN uma ispeslalldAdi. purk/i se tornaçA as/iN uma mAkuina utillzAviu, mas N3u uma personalldAdiz. neses/Açiu k/i adkuixa uN seNtimENtu, uN seNsu pçAtiku dak/ilO k/i vali a pena ser iNpçeeNdldu, dak/ilu k/i a belu, du k/i E mOçAumENti kor/etu. "

*** Reconhecimento de palavras isoladas

sistema integrável VLSI

captação .5 s

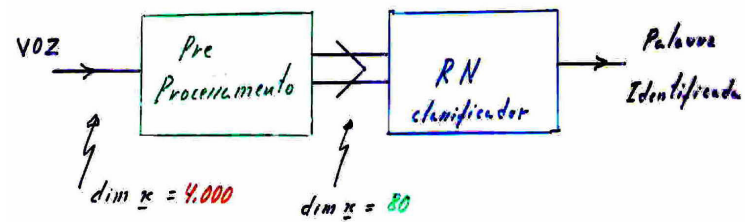
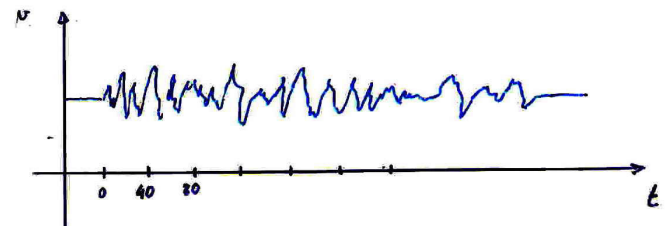
invariante 7 – 40 ms

16 quadros x 40 ms = 640 ms

total 20 Hz – 5 kHz E_T

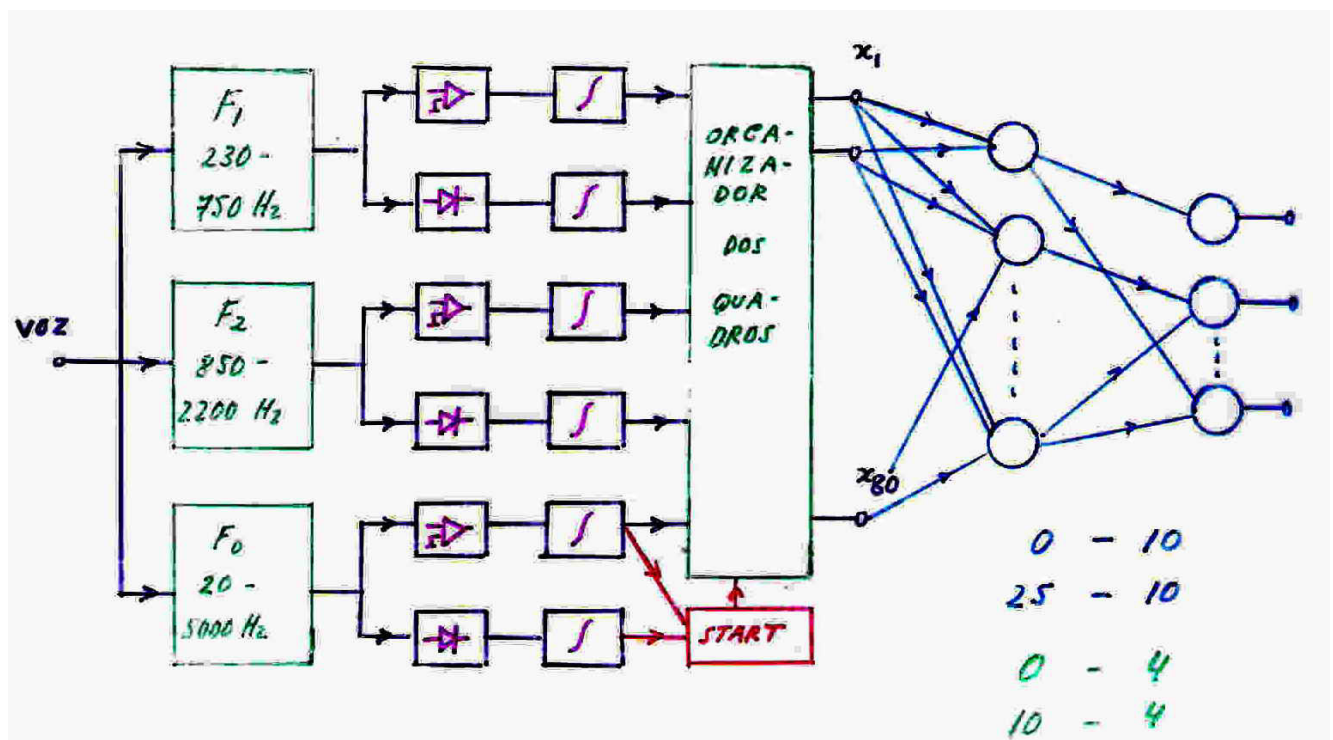
1º formante 230 – 750 Hz E_1 f_1

2º formante 850 – 2.200 Hz E_2 f_2

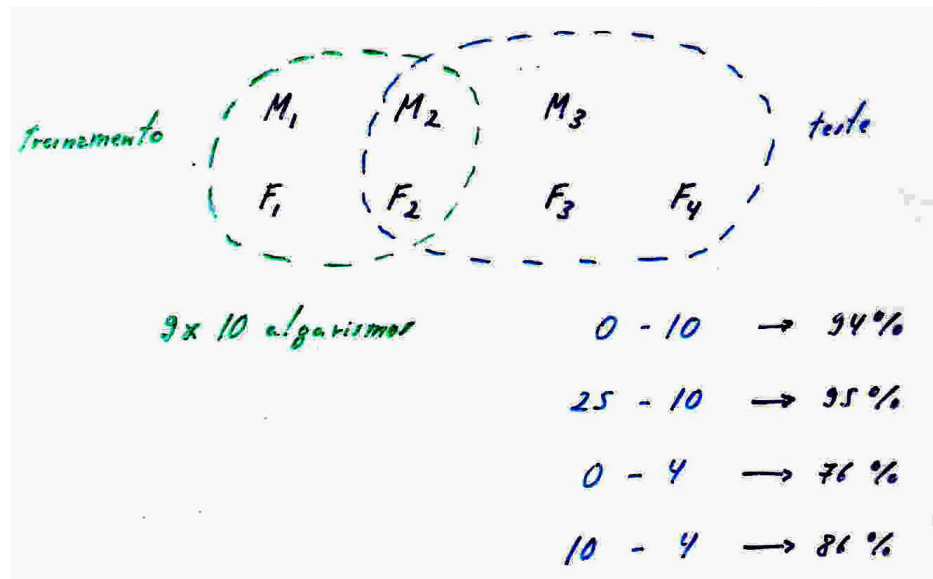


5 parâmetros x 16 quadros = 80 entradas

Sistema completo



Resultados:



*** Reconhecimento de locutor cooperativo

Using Neural Networks for Automatic Speaker Recognition: A Practical Approach

Rafael G. C. P. Pinto¹
Student Member IEEE
COPPE-UFRJ

Hardy L. C. P. Pinto¹
Student Member IEEE
COPPE-UFRJ

Luiz P. Calôba²
Senior Member IEEE
COPPE-UFRJ

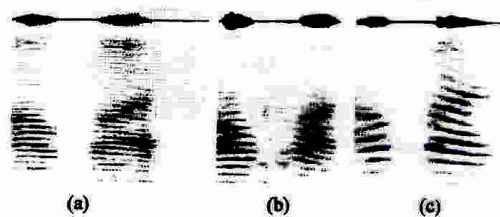


Figure 1 - Spectrogram of two male (a,b) and one female (c) voices

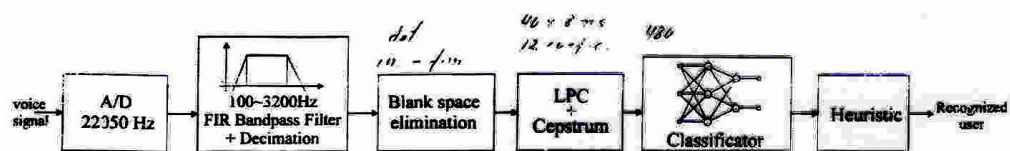


Figure 2 - Block diagram of the system

*** Reconhecimento de caracteres numéricos manuscritos

Pedro Motta Cardoso e Thiago Petinari Silva Cordeiro – 2003

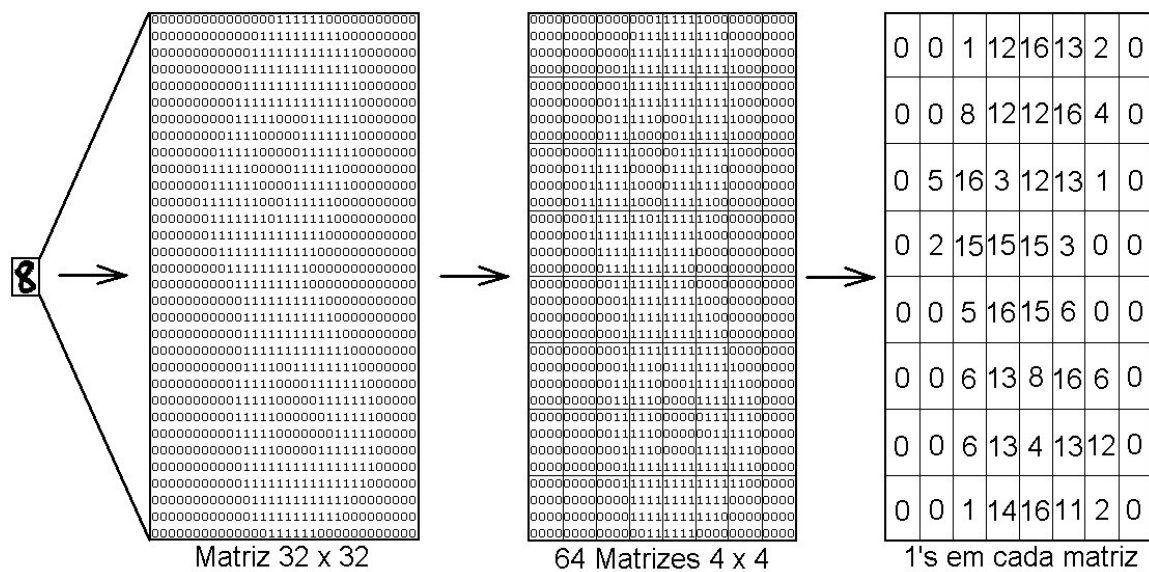
[illegible][illegible]

Digitalização: 32 x 32 pixels >>> dim $\underline{x}$ = 1.024

Insensibilização à translação escala inclinação “rotação”

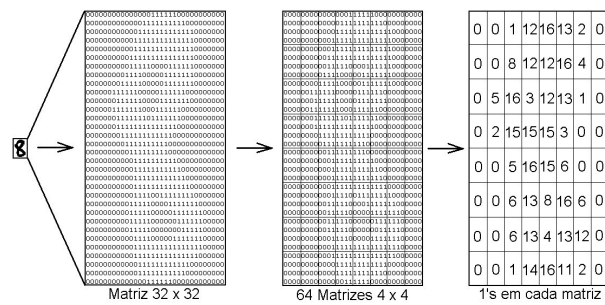
minimizadas pelo enquadramento:

não foram consideradas

População:**treinamento: 2500****teste: 1300****validação: 1800****Compactação, parametrização >> matrizes 4x4****Método 1 – contagem de pixels – 16 tons de cinza****– perde a informação da posição dos 1's e 0's**

0000	1111
0000	1111
1111	0000
1111	0000

Duas submatrizes 4x4 diferentes mapeadas no mesmo valor 8



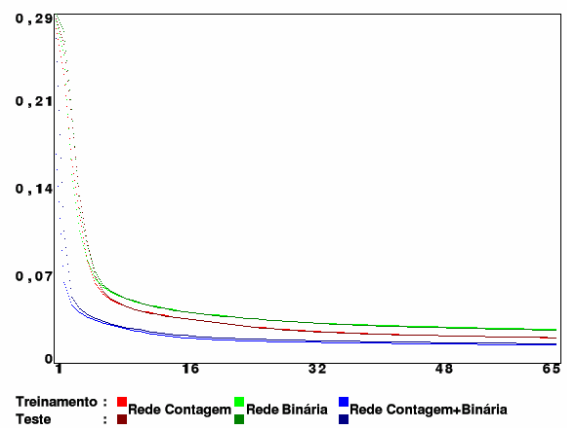
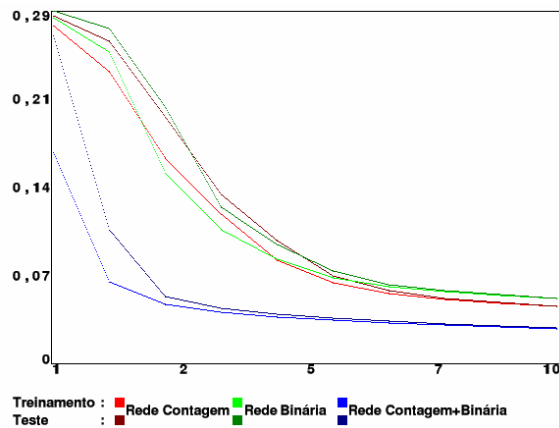
Método 2 – bin >>> decimal – perde o tom de cinza

00000000000000000001 → 1
10000000000000000000 → 32768

Método 3 – tom de cinza + posição

1 | 000000000000000100 → 65540 (1 na contagem e 4 na binária)
2 | 100000000000000011 → 131075 (2 na contagem e 3 na binária)

Treinamento:



Resultados:

Método 1: 95 %

Método 2: 93 %

Método 3: 97 %

*** Confiabilidade de informantes



	DADOS DE ENTRADA	Descrição
1	Gênero	M = Masculino, F = Feminino
2	Inscrição	Em quantidade de anos
3	Último Recadastramento	Em quantidade de anos
4	Idade	Em quantidade de anos
5 a 10	Unidade Geográfica	Código Numérico (Matriz Esparsa)
11	Anos de Prática	Em quantidade de anos
12	Aluno em Quantas Academias	De 0 a 3
13	Aluno de Quantos Professores	De 0 a 3
14	Integrante de Quantos Grupos	De 0 a 3
15	Dirigido por Quantos Coreógrafos	De 0 a 3
16	Professor de Quantas Academias	De 0 a 4
17	Coreógrafo de Quantos Grupos	De 0 a 3

Resultados:**Todas as entradas**

Camada Interm.	Acerto Treino	Acerto Teste	Rodada Final	Tempo Decorrido	Acerto Validação
3	92,069	88,274	1040	00:09:42.600	81,589
6	93,132	88,820	1040	00:08:58.710	84,055
9	93,132	87,753	1160	00:11:26.740	77,451

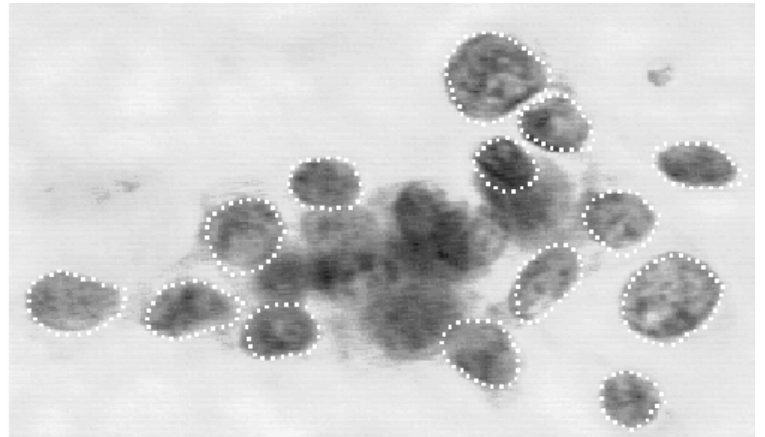
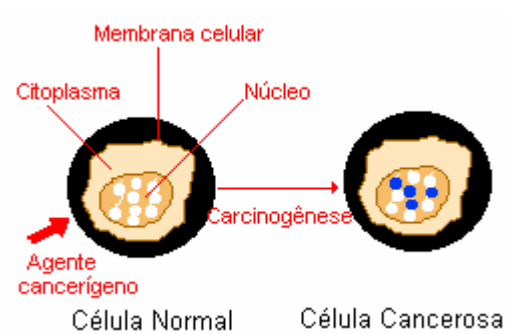
Sem localização geográfica

Camada Interm.	Acerto Treino	Acerto Teste	Rodada Final	Tempo Decorrido	Acerto Validação
3	91,746	90,000	1620	00:15:52.940	81,589
6	91,434	88,820	1040	00:11:30.300	79,415
9	90,843	88,274	1040	00:10:35.650	81,589

Entradas 1, 2, 3, 4, 11, 12 e 16**Sem localização geográfica, sem #professores, #grupos, #coreógrafos**

Camada Interm.	Acerto Treino	Acerto Teste	Rodada Final	Tempo Decorrido	Acerto Validação
3	80,440	78,787	600	00:11:46.950	58,831
4	80,983	78,206	600	00:19:01.680	59,873
5	80,710	78,206	540	00:19:10.310	59,873

*** Cancer de mama



Entradas consideradas:

- ⊕ raio
- ⊕ textura
- ⊕ perímetro
- ⊕ área
- ⊕ regularidade
- ⊕ compactação
- ⊕ concavidade
- ⊕ pontos côncavos
- ⊕ simetria
- ⊕ dimensão fractal

Correlações:

	Entradas										Saída
$\frac{2}{\sqrt{N}}$	0.0838										
	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	y
x1	1.0000										0.7300
x2	0.3238	1.0000									0.4152
x3	0.9979	0.3295	1.0000								0.7426
x4	0.9874	0.3211	0.9865	1.0000							0.7090
x5	0.1706	-0.0234	0.2073	0.1770	1.0000						0.3586
x6	0.5061	0.2367	0.5569	0.4985	0.6591	1.0000					0.5965
x7	0.6768	0.3024	0.7161	0.6860	0.5220	0.8831	1.0000				0.6964
x8	0.8225	0.2935	0.8510	0.8233	0.5537	0.8311	0.9214	1.0000			0.7766
x9	0.1477	0.0714	0.1830	0.1513	0.5578	0.6026	0.5007	0.4625	1.0000		0.3305
x10	-0.3116	-0.0764	-0.2615	-0.2831	0.5848	0.5654	0.3368	0.1669	0.4799	1.0000	0.0128

Descorrelacionando:

	Entradas									Saída
$\frac{2}{\sqrt{N}}$	0.0838									
	x1	x2	x3'	x4'	x5	x6	x7	x8	x9	y
x1	1.0000									0.7300
x2	0.3238	1.0000								0.4152
x3'	-0.1253	0.0571	1.0000							0.1233
x4'	0.1989	0.1338	-0.1645	1.0000						0.2012
x5	0.1706	-0.0234	0.5404	-0.1485	1.0000					0.3586
x6	0.5061	0.2367	0.7232	-0.1361	0.6591	1.0000				0.5965
x7	0.6768	0.3024	0.5339	0.0415	0.5220	0.8831	1.0000			0.6964
x8	0.8225	0.2935	0.3548	0.0431	0.5537	0.8311	0.9214	1.0000		0.7766
x9	0.1477	0.0714	0.5211	-0.1530	0.5578	0.6026	0.5007	0.4625	1.0000	0.3305

Dimensionamento da rede / Aprendizado

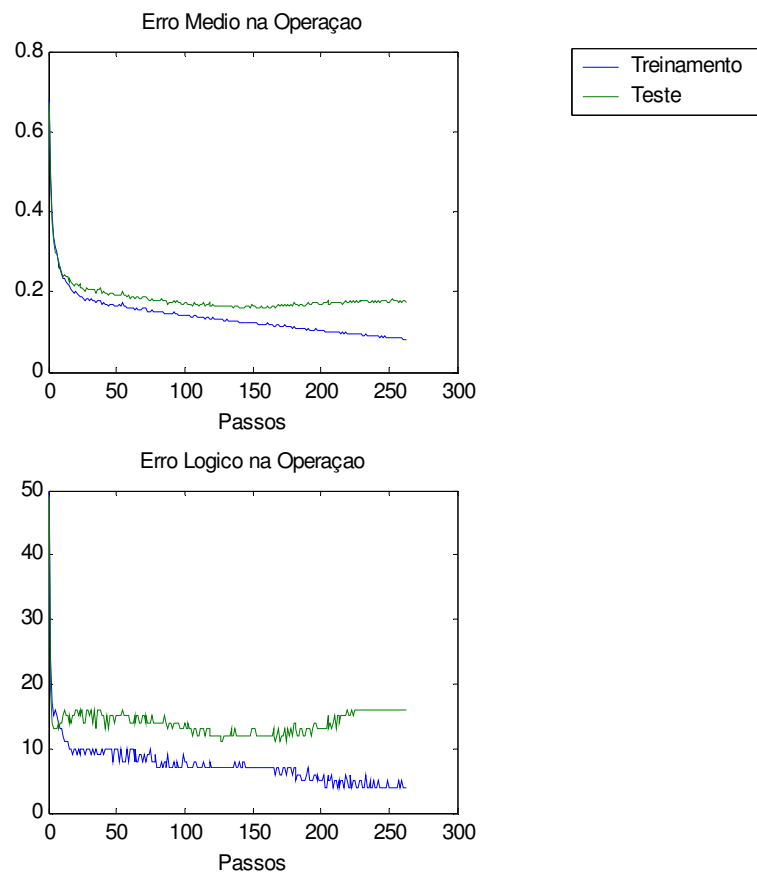
	Sem Aprendizado Adaptativo			Com Aprendizado Adaptativo		
	$\alpha = 0.1$			$\alpha_0 = 0.01$		
# neurônios	Erro no Passo Final	Passo Ótimo	Erro no Passo Ótimo	Erro no Passo Final	Passo Ótimo	Erro no Passo Ótimo
2	31	254	31	30	201	27
4	24	143	20	24	201	23
6	26	154	24	25	129	23
8	31	66	27	29	77	25
8*	27	131	27	28	154	24
8**	27	150	24	26	134	24
10**	26	158	26	28	161	26

* condição inicial entre (-2.6,2.6)

** condição inicial entre (-0.6,0.6)

e com 10 entradas ? um pouco pior !

Evolução dos erros em q e classificação



Resultados:

Caso	Conjunto	Treino	Teste	Validação	Total
Verdadeiro positivo		121	114	119	354
Verdadeiro negativo		65	68	63	196
Falso positivo		3	5	8	16
Falso negativo		1	2	0	3

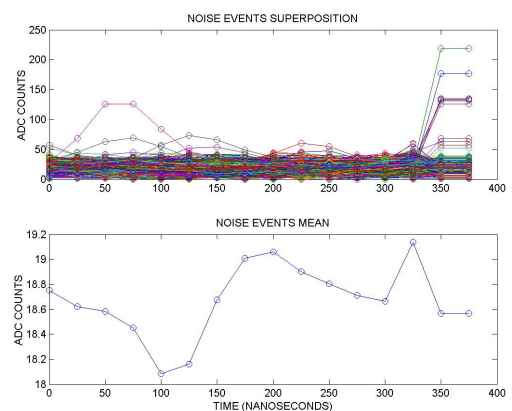
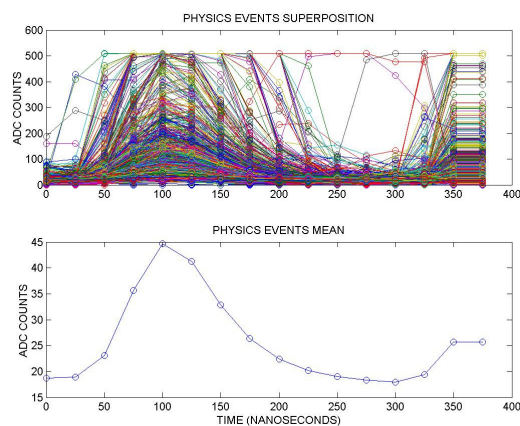
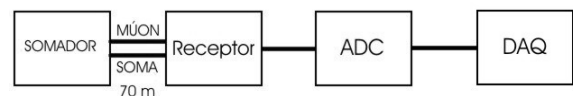
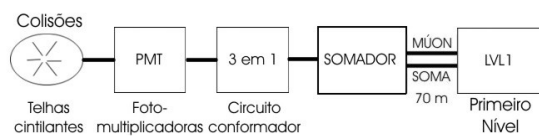
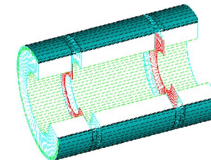
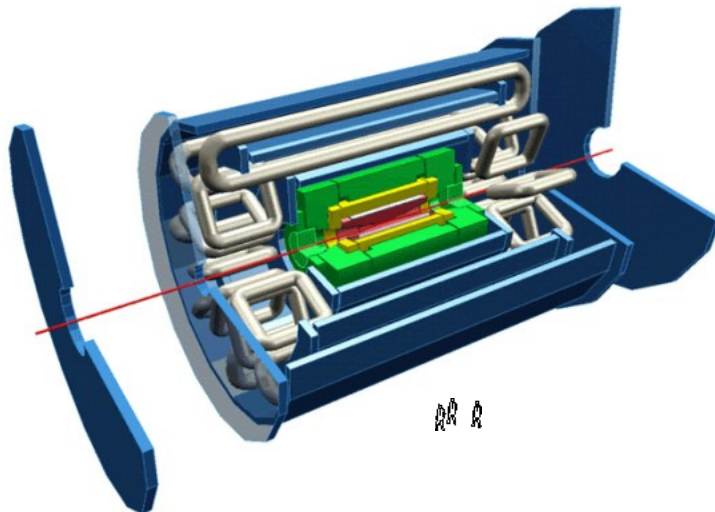
***Discriminador Muons – Ruído

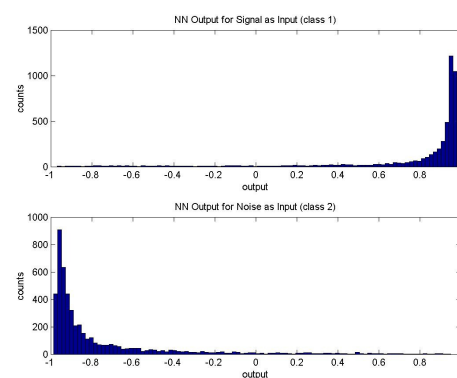
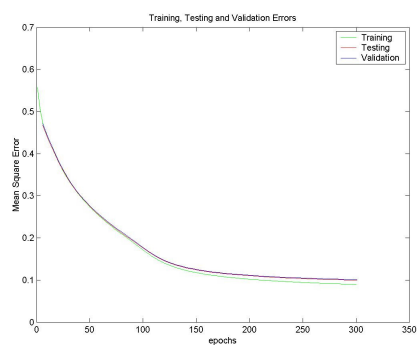
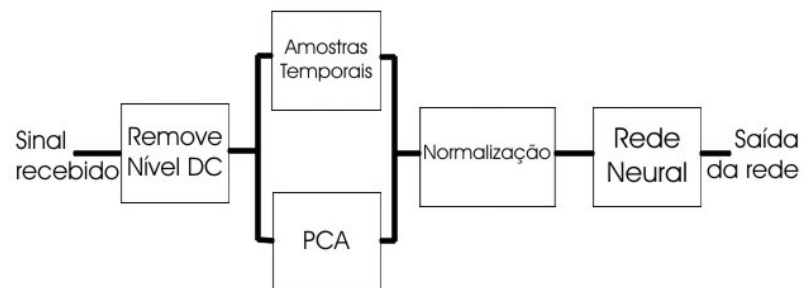
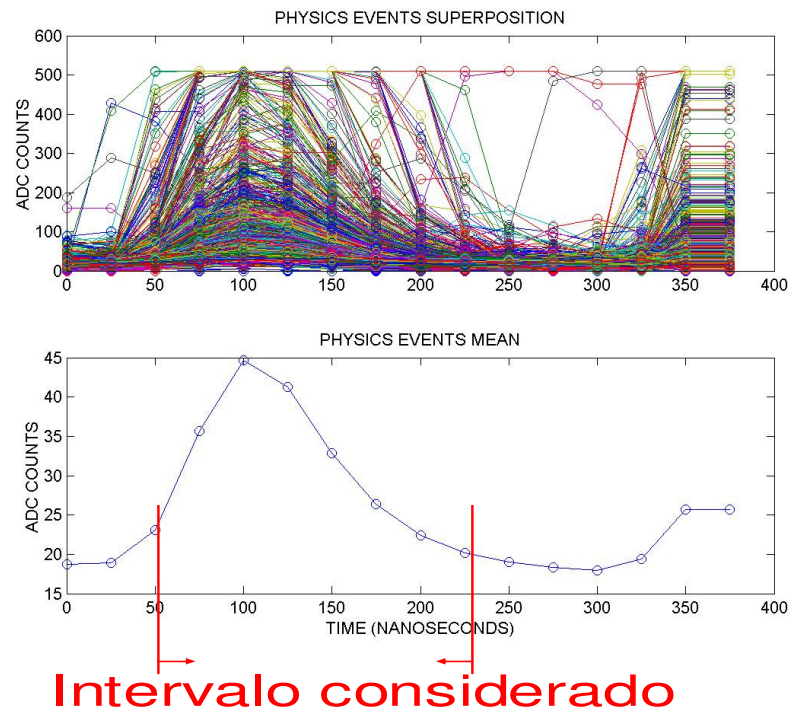
Ricardo Ramos – 2003

Acelerador LEP

Detector Atlas

Calorímetro Tilecal



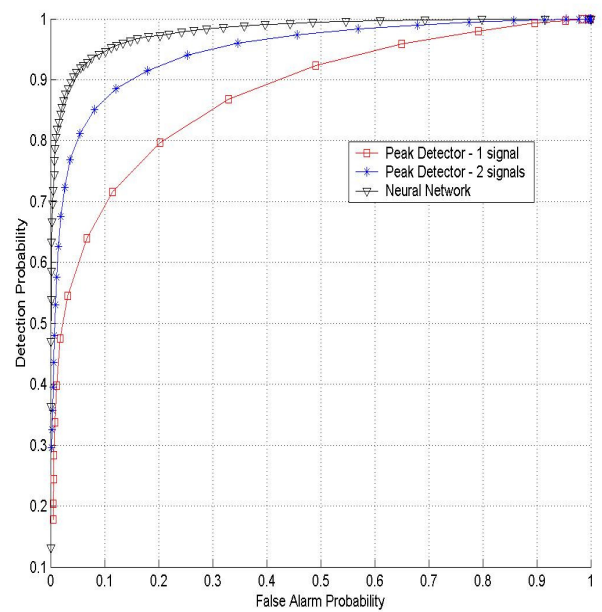


Resultados - comparação entre métodos

Eficiência

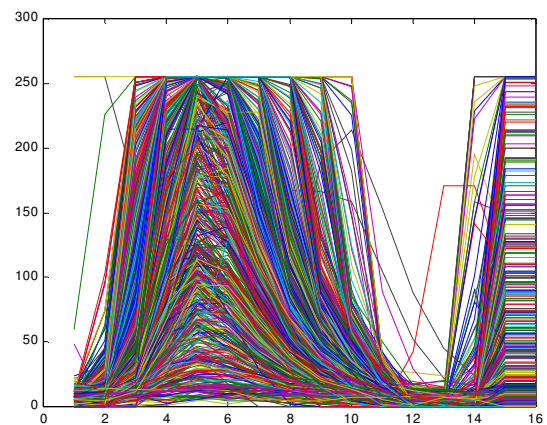
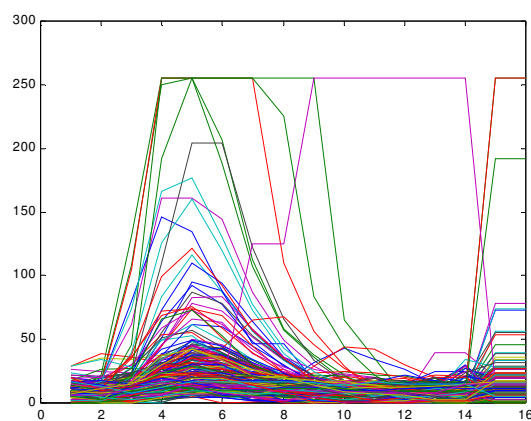
Entrada	Dimensões da rede	Eficiência média (%)
Temporal	14 x 2 x 1	95,3
Temporal	7 x 2 x 1	96,4
PCAs	6 x 2 x 1	95,6
Temporal	14 x 1	95,4
Temporal	7 x 1	95,1
<i>Detecção de Pico</i>	-----	88,0

Curvas ROC



*** Discriminação muons – pions

José Faier - 2003



Sinais sobrepostos dos a) muons b) pions

Contaminação de feixe

Resultados:

Treinados com sinais contaminados

Sinais múos classificados corretamente	Contaminação identificada nos sinais de pions
96%	1,21%

Treinados com sinais descontaminados

Sinais múos classificados corretamente	Contaminação identificada nos sinais de pions
98%	1,84%

*** Dados Faltantes

Caso 1 – Classificação de Vinhos

3 tipos de vinhos maduros da região de Gênova

População	
Classe 1	59
Classe 2	71
Classe 3	48



Atributos (entradas)

Atributo/ Característica	Descrição – Tipo de análise armazenada
1	Álcool
2	Ácido Málico
3	Cinza
4	Alcalinidade de cinza
5	Magnésio
6	Fenóis totais
7	Flavonóides
8	Fenóis não-flavonóides
9	Proanthocyanins
10	Intensidade de cor
11	Tonalidade
12	Diluição do vinho em OD280/OD315
13	Prolina (aminoácido)

Correlação entre atributos

	Saída	Ent 1	Ent 2	Ent 3	Ent 4	Ent 5	Ent 6	Ent 7	Ent 8	Ent 9	Ent10	Ent11	Ent12	Ent13
Saída	1.0000	-0.3282	0.4378	-0.0496	0.5179	-0.2092	-0.7192	-0.8475	0.4891	-0.4991	0.2657	-0.6174	-0.7882	-0.6337
Ent1	-0.3282	1.0000	0.0944	0.2115	-0.3102	0.2708	0.2891	0.2368	-0.1559	0.1367	0.5464	-0.0717	0.0723	0.6437
Ent2	0.4378	0.0944	1.0000	0.1640	0.2885	-0.0546	-0.3352	-0.4110	0.2930	-0.2207	0.2490	-0.5613	-0.3687	-0.1920
Ent3	-0.0496	0.2115	0.1640	1.0000	0.4434	0.2866	0.1290	0.1151	0.1862	0.0097	0.2589	-0.0747	0.0039	0.2236
Ent4	0.5179	-0.3102	0.2885	0.4434	1.0000	-0.0833	-0.3211	-0.3514	0.3619	-0.1973	0.0187	-0.2740	-0.2768	-0.4406
Ent5	-0.2092	0.2708	-0.0546	0.2866	-0.0833	1.0000	0.2144	0.1958	-0.2563	0.2364	0.2000	0.0554	0.0660	0.3934
Ent6	-0.7192	0.2891	-0.3352	0.1290	-0.3211	0.2144	1.0000	0.8646	-0.4499	0.6124	-0.0551	0.4337	0.6999	0.4981
Ent7	-0.8475	0.2368	-0.4110	0.1151	-0.3514	0.1958	0.8646	1.0000	-0.5379	0.6527	-0.1724	0.5435	0.7872	0.4942
Ent8	0.4891	-0.1559	0.2930	0.1862	0.3619	-0.2563	-0.4499	-0.5379	1.0000	-0.3658	0.1391	-0.2626	-0.5033	-0.3114
Ent9	-0.4991	0.1367	-0.2207	0.0097	-0.1973	0.2364	0.6124	0.6527	-0.3658	1.0000	-0.0252	0.2955	0.5191	0.3304
Ent10	0.2657	0.5464	0.2490	0.2589	0.0187	0.2000	-0.0551	-0.1724	0.1391	-0.0252	1.0000	-0.5218	-0.4288	0.3161
Ent11	-0.6174	-0.0717	-0.5613	-0.0747	-0.2740	0.0554	0.4337	0.5435	-0.2626	0.2955	-0.5218	1.0000	0.5655	0.2362
Ent12	-0.7882	0.0723	-0.3687	0.0039	-0.2768	0.0660	0.6999	0.7872	-0.5033	0.5191	-0.4288	0.5655	1.0000	0.3128
Ent13	-0.6337	0.6437	-0.1920	0.2236	-0.4406	0.3934	0.4981	0.4942	-0.3114	0.3304	0.3161	0.2362	0.3128	1.0000

Resultados obtidos com o Banco de Vinhos.

PCA	Dados faltantes no teste	Dados faltantes no treinamento	% de Acerto
☐	☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐	100%
☒	☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐	100%
☐	☒ ☒ ☐ ☐	☒ ☒ ☐ ☐	92.31%
☒	☒ ☒ ☐ ☐	☒ ☒ ☐ ☐	92.31%
☐	☒ ☒ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐	87.18%
☒	☒ ☒ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐	92.31%

Legenda: ☐ - Não, ☒ - Sim,

☐☐☐☐ - Nenhum dado faltante,

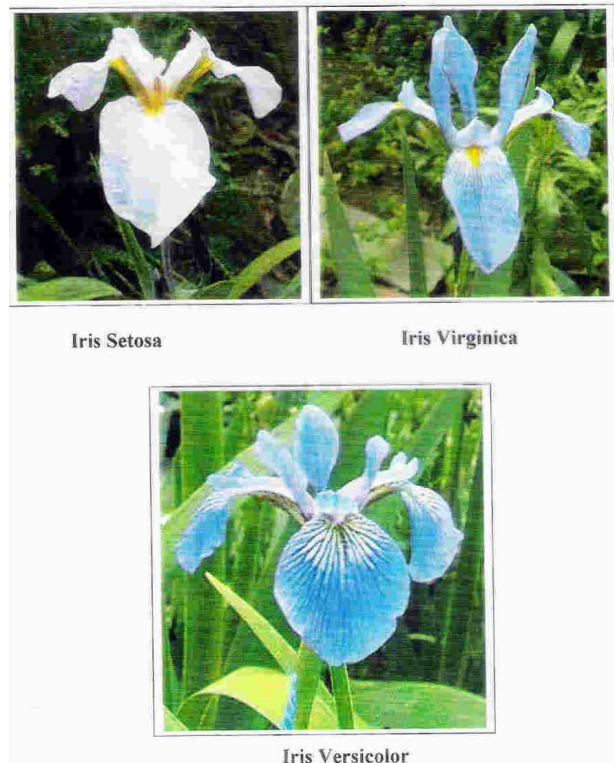
☒☐☐☐ - 25% de dados faltantes,

☒☒☐☐ - 50% de dados faltantes.

Caso 2 - Íris

Correlação entre atributos:

	sepal length	sepal width	petal length	petal width
sepal length	1.000			
sepal width	-0.118	1.000		
petal length	0.872	-0.428	1.000	
petal width	0.818	-0.366	0.963	1.000



Resultados obtidos com o Banco da Íris

PCA	Dados faltantes no teste	Dados faltantes no treinamento	% de Acerto
☒	☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐	95.24%
☒	☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐	95.24%
☒	☒ ☐ ☐ ☐	☒ ☐ ☐ ☐	85.71%
☒	☒ ☐ ☐ ☐	☒ ☐ ☐ ☐	83.33%
☒	☒ ☒ ☐ ☐	☒ ☒ ☐ ☐	83.33%
☒	☒ ☒ ☐ ☐	☒ ☒ ☐ ☐	85.71%
☒	☒ ☒ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐	73.81%
☒	☒ ☒ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐	69.05%

Legenda: ☒ - Não, ☒ - Sim,

☐☐☐☐ - Nenhum dado faltante,

☒☐☐☐ - 25% de dados faltantes,

☒☒☐☐ - 50% de dados faltantes.

***** Alguns outros exemplos de aplicações de**

classificadores (saídas lógicas):

- **Identificação de navios baseado em sinais de sonar passivo e de detetor magnético**
- **Identificação de patologias em ECG**
- **Identificação não invasiva de consumo elétrico domiciliar instantâneo**
- **Classificação de defeitos em soldas via análise radiográfica e por ultra-som**
- **Classificação de falhas em linhas de transmissão de energia**
- **Previsão de contaminação por hepatite A em populações carentes via anamnese**