

**Relatório do Trabalho Prático**

**Redes Neuronais (Tema 1)**

**Conhecimento e Raciocínio**

2020/2021

**Uma imagem com interior, em mosaico

Descrição gerada automaticamente**

Índice

[Sumário do projeto e seus objetivos 3](#_Toc75730870)

[Alinea a) 4](#_Toc75730871)

[Variação da função de treino 4](#_Toc75730872)

[Variação do número de neurónios em cada função treino 7](#_Toc75730873)

[Variação do número de camadas e de neurónios em várias funções de ativação (*trainlm*) 10](#_Toc75730874)

[Variação do número de épocas (mantendo os dados de configuração padrão referidos inicialmente) 11](#_Toc75730875)

[Alínea b) 12](#_Toc75730876)

[Variação de camadas e de nº de neurónios 13](#_Toc75730877)

[Variação de funções de treino 14](#_Toc75730878)

[Variação das funções de ativação (trainlm) 15](#_Toc75730879)

[Alínea c) 17](#_Toc75730880)

[Conclusões 18](#_Toc75730881)

[Alínea a) 18](#_Toc75730882)

[Alinea b) 18](#_Toc75730883)

[Alinea c) 18](#_Toc75730884)

# Sumário do projeto e seus objetivos

No âmbito da unidade curricular de Conhecimento e Raciocínio, do 2º Ano da Licenciatura em Engenharia Informática, do ISEC, em 2020/2021, foi proposto pelos docentes, a realização de um trabalho prático, onde os elementos deste grupo escolheram o tema “Redes Neuronais” (Tema 1).

No tema escolhido para este trabalho prático, pretende-se que os estudantes aprofundem os seus conhecimentos sobre redes neuronais.

O objetivo da realização deste projeto consiste na implementação e teste de diferentes arquiteturas de redes neuronais “feedforward” para classificar corretamente 10 carateres gregos:

Uma imagem com texto

Descrição gerada automaticamente

O trabalho prático foi desenvolvido na ferramenta *MatLab*. As reuniões para o seu desenvolvimento foram feitas no *Discord*, e foi utilizado o “GitHub” para a gestão repositório do projeto.

# Alinea a)

Configuração padrão

**Tipo de rede:** feedforwardnet

**Número de camadas:** 1

**Número de neurónios:** 10

**Função de treino:** trainlm

**Função de ativação:** purelin

**net.divideFcn:** dividerand

**TrainRatio:** 1.0

**ValRatio:** 0

**TestRatio:** 0

**Épocas:** 100

## Variação da função de treino

**Função de treino:** trainlm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Precisão de treino | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN |

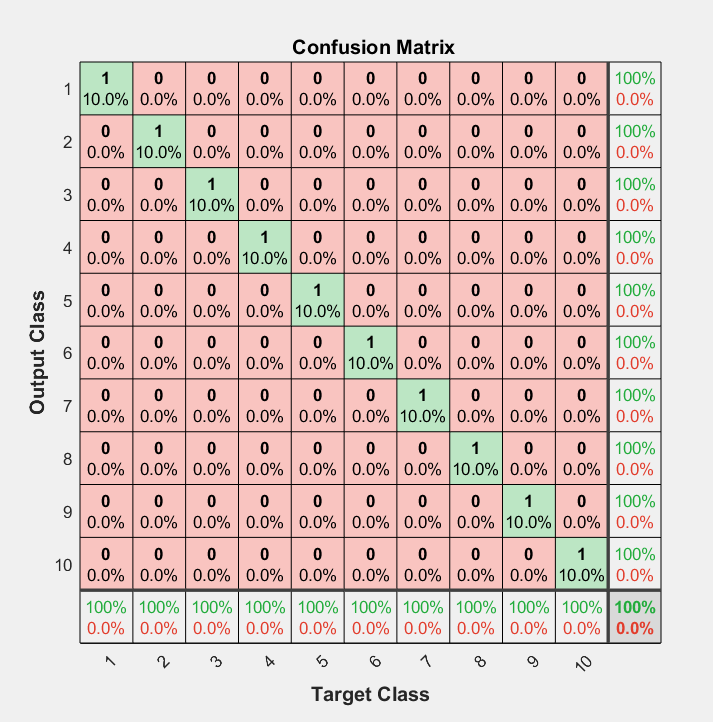


Fig.

**Função treino:** *traingd*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 60% | 80% | 80% | 80% | 80% | 100% | 90% | 80% | 50% | 90% | **79%** |
| Precisão de treino | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN |

Uma imagem com mesa

Descrição gerada automaticamente

**Função treino:** *trainbr*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 80% | 100% | 100% | 90% | 80% | 80% | 100% | 90% | 100% | 80% | **90%** |
| Precisão de treino | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN |

**Nota: demorava cerca de 15min cada teste**

Uma imagem com mesa

Descrição gerada automaticamente

**Função treino:** *trainscg*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Precisão de treino | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN |

Uma imagem com mesa

Descrição gerada automaticamente

## Variação do número de neurónios em cada função treino

**Função de treino:** trainml

**Nº de neurónios:** 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 90% | 100% | 80% | 100% | 90% | 90% | 100% | 90% | 80% | 100% | **92%** |
| Precisão de treino | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN |

**Função de treino:** trainml

**Nº de neurónios:** 20

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | **100%** |
| Precisão de treino | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN |

**Função de treino:** trainml

**Nº de neurónios:** 50

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | **100%** |
| Precisão de treino | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN |

Nota: puxou demasiado pelo computador

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Função de treino:** traingd

**Nº de neurónios:** 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 70% | 50% | 40% | 40% | 50% | 40% | 40% | 40% | 40% | 60% | **47%** |
| Precisão de treino | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN |

**Função de treino:** traingd

**Nº de neurónios:** 20

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | **100%** |
| Precisão de treino | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN |

**Função de treino:** traingd

**Nº de neurónios:** 50

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | **100%** |
| Precisão de treino | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Função de treino:** trainbr

**Nº de neurónios:** 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 70% | 90% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 90% | 100% | 100% | **95%** |
| Precisão de treino | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN |

**Função de treino:** trainbr

**Nº de neurónios:** 20 e 50

Sem capacidade computacional para realizar os testes com estes neurónios.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Função de treino:** trainscg

**Nº de neurónios:** 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 90% | 90% | 80% | 90% | 100% | 100% | 100% | 100% | 90% | 90% | **93%** |
| Precisão de treino | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN |

**Função de treino:** trainscg

**Nº de neurónios:** 20

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | **100%** |
| Precisão de treino | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN |

**Função de treino:** trainscg

**Nº de neurónios:** 50

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 10% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | **100%** |
| Precisão de treino | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN | NaN |

## Variação do número de camadas e de neurónios em várias funções de ativação (*trainlm*)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | Nº de camadas | Nº de neurónios | Funções ativação | Precisão de treino | Média |
| 1 | 1 | 5 | *tansig* | 80% |  |
| 2 | 1 | 5 | *tansig* | 90% |  |
| 3 | 1 | 5 | *tansig* | 100% | 92% |
| 4 | 1 | 5 | *tansig* | 100% |  |
| 5 | 1 | 5 | *tansig* | 90% |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 5 | *purelin* | 100% |  |
| 2 | 1 | 5 | *purelin* | 100% |  |
| 3 | 1 | 5 | *purelin* | 90% | 98% |
| 4 | 1 | 5 | *purelin* | 100% |  |
| 5 | 1 | 5 | *purelin* | 100% |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 5,5 | *tansig, purelin* | 80% |  |
| 2 | 2 | 5,5 | *tansig, purelin* | 100% |  |
| 3 | 2 | 5,5 | *tansig, purelin* | 90% | 90% |
| 4 | 2 | 5,5 | *tansig, purelin* | 90% |  |
| 5 | 2 | 5,5 | *tansig, purelin* | 90% |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 5,5 | *purelin, tansig* | 90% |  |
| 2 | 2 | 5,5 | *purelin, tansig* | 90% |  |
| 3 | 2 | 5,5 | *purelin, tansig* | 70% | 84% |
| 4 | 2 | 5,5 | *purelin, tansig* | 80% |  |
| 5 | 2 | 5,5 | *purelin, tansig* | 90% |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 | 3 | 5,5,5 | *tansig, purelin, tansig* | 90% |  |
| 2 | 3 | 5,5,5 | *tansig, purelin, tansig* | 100% |  |
| 3 | 3 | 5,5,5 | *tansig, purelin, tansig* | 90% | 82% |
| 4 | 3 | 5,5,5 | *tansig, purelin, tansig* | 70% |  |
| 5 | 3 | 5,5,5 | *tansig, purelin, tansig* | 60% |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 | 3 | 5,5,5 | *purelin, tansig, purelin* | 80% |  |
| 2 | 3 | 5,5,5 | *purelin, tansig, purelin* | 70% |  |
| 3 | 3 | 5,5,5 | *purelin, tansig, purelin* | 90% | 86% |
| 4 | 3 | 5,5,5 | *purelin, tansig, purelin* | 90% |  |
| 5 | 3 | 5,5,5 | *purelin, tansig, purelin* | 100% |  |

## Variação do número de épocas (mantendo os dados de configuração padrão referidos inicialmente)

**Função de treino:** trainlm

**Nº de épocas: 10**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | **100%** |
| Épocas realizadas | 7 | 8 | 8 | 8 | 7 | 8 | 7 | 7 | 8 | 8 | 7.6 |

**Nº de épocas: 500**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | **100%** |
| Épocas realizadas | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 | 8 | 7 | 7.8 |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Função de treino:** traingd

**Nº de épocas: 10**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 20% | 10% | 10% | 20% | 20% | 0% | 10% | 10% | 20% | 20% | **14%** |
| Épocas realizadas | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

**Nº de épocas: 1000**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | **100%** |
| Épocas realizadas | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

# Alínea b)

**Variação de rede**

**Tipo de rede:** feedforwardnet

**Camadas:** 1

**Nº de neurónios:** 10

**Funções de ativação:** tansig (1), purelin (out)

**Função de treino:** trainlmn

**Dividerand =** {0.7, 0.15, 0.15}

**Épocas:** 100

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 91% | 96% | 96% | 89% | 93% | 92% | 91% | 64% | 89% | 82% | **88.3%** |
| Precisão de treino | 73.3% | 86.7% | 86.7% | 60% | 80% | 80% | 86.7% | 33.3% | 60% | 60% | 70.7% |

**Tipo de rede:** feedforwardnet

**Camadas:** 1

**Nº de neurónios:** 10

**Funções de ativação:** tansig (1), purelin (out)

**Função de treino:** trainlmn

**Dividerand =** {0.7, 0.15, 0.15}

**Épocas:** 100

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 93% | 93% | 87% | 94% | 90% | 94% | 92% | 86% | 96% | 80% | **90.5%** |
| Precisão de treino | 73.3% | 80% | 73.3% | 80% | 73.3% | 93.3% | 80% | 46.7% | 86.7% | 46.7% | 73.3% |

## Variação de camadas e de nº de neurónios

**Tipo de rede:** feedforwardnet

**Camadas:** 2

**Nº de neurónios:** 10, 10

**Funções de ativação:** tansig (1), tansig (2), purelin (out)

**Função de treino:** trainlmn

**Dividerand =** {0.7, 0.15, 0.15}

**Épocas:** 100

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Média |
| Precisão Global | 92% | 92% | 90% | 96% | 79% | **89.9%** |
| Precisão de treino | 66.7% | 66.7% | 73.3% | 80.7% | 53.3% | 68.1% |

**Tipo de rede:** feedforwardnet

**Camadas:** 2

**Nº de neurónios:** 20, 20

**Funções de ativação:** tansig (1), tansig (2), purelin (out)

**Função de treino:** trainlmn

**Dividerand =** {0.7, 0.15, 0.15}

**Épocas:** 100

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Média |
| Precisão Global | 97% | 94% | 93% | 92% | 95% | **94.2%** |
| Precisão de treino | 86.7 | 86.7 | 80% | 74% | 82.3 | 81.9% |

## Variação de funções de treino

**Tipo de rede:** feedforwardnet

**Camadas:** 1

**Nº de neurónios:** 10

**Funções de ativação:** tansig (1), purelin (out)

**Função de treino:** traingd

**Dividerand =** {0.7, 0.15, 0.15}

**Épocas:** 100

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Média |
| Precisão Global | 32% | 32% | 35% | 35% | 25% | **31.8%** |
| Precisão de treino | 13.3% | 13.3% | 40% | 6.7% | 13.3 | 17.3% |

**Tipo de rede:** feedforwardnet

**Camadas:** 1

**Nº de neurónios:** 10

**Funções de ativação:** tansig (1), purelin (out)

**Função de treino:** traincgf

**Dividerand =** {0.7, 0.15, 0.15}

**Épocas:** 100

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Média |
| Precisão Global | 77% | 69% | 63% | 33% | 41% | **56.6%** |
| Precisão de treino | 46.7%% | 40.0% | 46.7% | 33.3 | 26.7 | 38.7% |

**Tipo de rede:** feedforwardnet

**Camadas:** 1

**Nº de neurónios:** 10

**Funções de ativação:** tansig (1), purelin (out)

**Função de treino:** traincgp

**Dividerand =** {0.7, 0.15, 0.15}

**Épocas:** 100

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Média |
| Precisão Global | 17% | 81% | 51% | 57% | 30% | **47.2%** |
| Precisão de treino | 26.7% | 73.3% | 26.7% | 26.7% | 20% | 34.7% |

## Variação das funções de ativação (trainlm)

**Tipo de rede:** feedforwardnet

**Camadas:** 1

**Nº de neurónios:** 10

**Funções de ativação:** purelin (1), purelin (out)

**Função de treino:** trainlm

**Dividerand =** {0.7, 0.15, 0.15}

**Épocas:** 100

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Média |
| Precisão Global | 96% | 99% | 97% | 98% | 97% | **97.4%** |
| Precisão de treino | 86.7% | 93.3% | 86.7% | 100% | 93% | 91.9% |

**Tipo de rede:** feedforwardnet

**Camadas:** 1

**Nº de neurónios:** 100

**Funções de ativação:** tansig (1), tansig (out)

**Função de treino:** trainlmn

**Dividerand =** {0.7, 0.15, 0.15}

**Épocas:** 100

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Média |
| Precisão Global | 95% | 93% | 82% | 96% | 96% | **92.4%** |
| Precisão de treino | 93% | 80% | 66.7% | 80% | 73.3% | 78.6% |

**Tipo de rede:** feedforwardnet

**Camadas:** 1

**Nº de neurónios:** 10

**Funções de ativação:** purelin (1), tansig (out)

**Função de treino:** trainlm

**Dividerand =** {0.7, 0.15, 0.15}

**Épocas:** 100

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Média |
| Precisão Global | 39% | 19% | 8% | 32% | 27% | **25%** |
| Precisão de treino | 40% | 13% | 13% | 33.3% | 20% | 23.9% |

# Alínea c)

Melhor rede obtida na alinea b)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Camadas | Nº de neurónios | Funções de ativação | Funções de treino | Divisão dos exemplos | Precisão global |
| 2 | 10 | Tansig,  Tansig  purelin | trainlm | Dividerand =  {0.7,0.15,0.15} | 94.2% |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nº de execuções | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média |
| Precisão Global | 81% | 75% | 79% | 83% | 82% | 79% | 85% | 86% | 75% | 81% | **80.6%** |

Treino: pasta\_3

Teste: pasta\_1

Precisão de teste: 40%

Treino: Pasta\_3

Teste: pasta\_2

Precisão de teste: 69%

Treino: Pasta\_3

Teste: pasta\_3

Precisão de teste: 100%

# Conclusões

## Sobre a alínea a)

Utilizando a mesma configuração verificou-se que paras as diferentes funções de treino testadas (trainlm, trainscg, trainbr e traingd), a precisão manteve-se constante em 100% nas funções ‘trainlm’ e trainscg’, mas com algumas variações nas funções ‘trainbr’ e traingd’.

Variando o número de neurónios, verificamos que acima dos 20, as funções de treino davam uma precisão de 100%.

Por sua vez, ao variar o número de neurónios e o número de camadas com diferentes combinações de funções de ativação, obtivemos resultados diferentes de precisão de treino máxima: com a combinação “purelin, tansig” a precisão baixou de 100% para uma média de 88.6%.

Verificou-se ainda que a função de treino ‘trainlm’ mantem as 7/8 iterações no treino, independente das épocas utilizadas (10 ou 500) e que a função ‘trangd’ utiliza o valor das épocas todas, sendo que quanto maior for o número de épocas, maior é a precisão.

Como só foi utilizada a rede feedforwardnet, não podemos concluir se é ou não a melhor rede a ser utilizada na pasta 1.

## Sobre a alínea b)

Concluímos que a função de treino mais adequada à situação é a trainml uma vez que para as restantes – traincgf, traincgp, e traingd – a precisão média rondou os 45.2% e na trainml, usada nos testes iniciais, chegou aos 90%. Comparando os resultados obtidos ao variar o número de neurónios em 10 e 20, notámos que a melhor precisão obtida foi na configuração com duas camadas com o número de neurónios configurado em 20,20. Em relação ao número de camadas, observámos que para um mesmo número de neurónios, numa única camada, a precisão foi ligeiramente superior à registada para duas camadas. A primeira, rondou os 89.9% e, a segunda, os 94.2%. Por fim, a conclusão sobre a função de ativação (ou combinação de funções) mais adequada foi que esta seria a que combina purelin (na primeira camada) e purelin (na camada de saída), atingindo na sua melhor configuração os 97,4%. Em contrapartida, observámos que a combinação mais desadequada foi a que combinou purelin (na primeira camada) com tansig (na camada de saída).

## Sobre a alínea c)