

**Conhecimento sub-simbólico: Redes Neuronais Artificiais**

Bruno Pereira, 69303

João Mano, 69854

Patrícia Rocha, 69636

**Resumo**

Este relatório tem como objetivo explicar e documentar todo o processo de desenvolvimento do terceiro trabalho prático da unidade curricular de Sistemas de Representação de Conhecimento e Raciocínio no âmbito de conhecimento sub-simbólico, nomeadamente, o uso de Redes Neuronais Artificiais, RNAs.

As decisões e soluções implementadas serão aqui explicitadas e detalhadas por forma a apresentar todo o trabalho envolvido neste desafio.

Para a realização desta tarefa foram aplicados todos os conhecimentos, teóricos e práticos, adquiridos durantes as aulas desta unidade curricular.

Tabela de Conteúdos

**Extensão à Programação em Lógica e Conhecimento Imperfeito**

Introdução**6**

Objetivos**7**

Preliminares**7**

Descrição do Trabalho e Análise de Resultados**8**

Base de Conhecimento**8**

Implementação dos Predicados**9**

Predicado demo**9**

Evolução do Predicado demo**10**

Predicado evolEvol**11**

Predicados de Contexto**12**

Conhecimento Imperfeito**12**

Conhecimento Impreciso**12**

Conhecimento Incerto**13**

Conhecimento Interdito**13**

Invariantes **14**

Análise de Resultados**15**

Conclusões e Sugestões**25**

Tabela de Figuras

**­­Figura 1 –** Questão sobre a cor do automóvel a0002**15**

**Figura 2 –** Questão sobre a cor do automóvel a0002**15**

**Figura 3 –** Questão sobre a cor do automóvel a0002**15**

**Figura 4 –** Questão sobre qual o proprietário antigo do automóvel a0002**16**

**Figura 5 –** Questão sobre qual o novo proprietário do automóvel a0004 **16**

**Figura 6 –** Tentativa de inserção do registo do novo proprietário **16**

**Figura 7 –** Tentativa de inserção de matrícula existente **17**

**Figura 8 –** Tentativa de inserção de automóvel com código existente**17**

**Figura 9 –** demoE com verdadeiro e falso**17**

**Figura 10 –** demoE com verdadeiro e desconhecido**18**

**Figura 11 –** demoE com falso e desconhecido**18**

**Figura 12 –** demoE com verdadeiro e verdadeiro**18**

**Figura 13 –** demoOu com verdadeiro e falso**18**

**Figura 14 –** demoOu com verdadeiro e desconhecido**19**

**Figura 15 –** demoOu com falso e desconhecido **19**

**Figura 16 –** demoOu com falso e falso **19**

**Figura 17 –** Inserção de conhecimento verdadeiro repetido**20**

**Figura 18 –** Inserção de conhecimento positivo com negativo na base**20**

**Figura 19 –** Inserção de conhecimento positivo com desconhecido incerto na base **20**

**Figura 20 –** Inserção de conhecimento positivo com desconhecido impreciso na base**20**

**Figura 21 –**

Inserção de conhecimento negativo com positivo na base**21**

**Figura 22 –** Inserção de conhecimento negativo com negativo na base**21**

**Figura 23 –** Inserção de conhecimento negativo com desconhecido incerto na base**21**

**Figura 24 –**

Inserção de conhecimento negativo com desconhecido impreciso na base**21**

**Figura 25 –** Inserção de conhecimento incerto com positivo na base **22**

**Figura 26 –** Inserção de conhecimento incerto com negativo na base **22**

**Figura 27 –** Inserção de conhecimento incerto com conhecimento incerto na base**22**

**Figura 28 –** Inserção de conhecimento incerto com impreciso na base **23**

**Figura 29 –** Inserção de conhecimento impreciso com positivo na base **23**

**Figura 30 –** Inserção de conhecimento impreciso com negativo na base **23**

**Figura 31 –** Inserção de conhecimento impreciso com incerto na base **23**

**Figura 32 –** Inserção de conhecimento impreciso com impreciso na base**24**

**Conhecimento Sub-simbólico: Redes Neuronais Artificiais**

O objetivo deste relatório prende-se na documentação e explicitação do processo de resolução do terceiro exercício prático da unidade curricular se Sistemas de Representação de Conhecimento e Raciocínio.

A realização deste exercício te como objetivo incitar ao uso de sistemas sub-simbólicos face à representação de conhecimento e desenvolvimento de mecanismos de raciocínio.

Ao longo do documento expõem-se as decisões e conceitos definidos relevantes para a resolução do problema.

1. **Introdução**

Redes Neuronais Artificiais são técnicas computacionais, inspiradas no sistema nervoso, que adquirem conhecimento através de processamento de casos base e aprendizagem sobre estes. Estas técnicas permitem solucionar problemas de inteligência artificial através da construção de um processo baseado em circuitos imitadores do processamento e comportamento do sistema neuronal humano, adquirindo conhecimento através de experiências e erros.

As redes neuronais correspondem a grafos, com algumas restrições, onde a informação é distribuída para os nodos pelos caminhos.

O nível de cansaço aquando o uso de um computador pode ser medido pela análise de parâmetros como o movimento do rato ou *clicks*, assim sendo, é possível identificar através de uma recolha de dados o nível de fadiga de um utilizador. Neste contexto, através do uso de uma rede neuronal, teoricamente, será possível treinar a rede (com um erro de previsão associado) para que esta indique qual o nível de cansaço de um indivíduo face a um conjunto de dados sobre a utilização do computador.

Assim sendo, neste trabalho, serão usadas redes neuronais por forma a definir qual o nível de fadiga de um indivíduo.

1. **Objetivos**

Como já foi mencionado, o objetivo deste trabalho é utilizar redes neuronais para calcular níveis de fadiga de um utilizador, exercitando o conhecimento sobre este tema já abordado na unidade curricular.

O trabalho será realizado na linguagem de programação R, onde será criada e treinada a rede neuronal para utilização da mesma.

É então requerido que, face a um conjunto de casos base, se treine uma rede para que os seus valores de decisão retornados sigam, o mais próximo possível, os valores disponibilizados. É ainda pedido que, também utilizando os dados disponibilizados, a escala de valores retornados apenas indique se existe ou não fadiga e, por último, criar uma escala de valores de fadiga que melhor se aproxime do pretendido.

1. **Preliminares**

Quebrando a dependência da representação de conhecimento através do uso de símbolos, foi criada a representação de conhecimento sub-simbólicos. Neste trabalho apenas se abordaram um “ramo” deste amplo tema, Redes neuronais artificiais (RNAs). Para permitir uma melhor compreensão do tema de seguida explicar-se-ão conceitos essenciais à compreensão do abordado ao longo do relatório.

Redes neuronais artificiais são estruturas de resolução de problemas que quebram a dependência da utilização de símbolos. Baseia-se na conexão entre unidades de processamento e a sua nomenclatura é herdada da biologia.

Desta forma uma rede neuronal é constituída por:

* **Neurónio:** unidades de processamento;
* **Dentrite:** associadas aos neurónios, recebem a informação que depois é processada;
* **Axónio:** também associados aos neurónios, são responsáveis pela passagem de informação.

Um neurónio pode possuir várias dentrites mas apenas um axónio. À passagem de informação dá-se o nome de transferência/sinapse, esta apenas ocorre caso o estado de excitação dos neurónios seja suficiente. Este estado é regulado pela informação que chega ao neurónio.

A rede neuronal recebe então n parâmetros de um caso como input e, faz esta informação percorrer a sua rede até que é retornado um ou mais valor/valores de output. A aprendizagem da rede é definida pela regra de transferência que a rede neuronal implementa, isto será outro parâmetro que decidirá o funcionamento da rede.

O cálculo do valor de ativação dos neurónios é influenciado pela informação que chega aos mesmos, pelos dados de *input* e pelo valor de ativação anterior (armazenado em memória).

Apesar do uso das redes neuronais ser bastante vantajoso é de notar que todos os valores obtidos são apenas aproximações e que existe uma dependência na existência de “pré-conhecimento”, ou seja, são necessários casos de treino com informação já real.

1. **Descrição do Trabalho e Análise de Resultados**

A documentação, assim como o exercício, está dividida em três partes principais, que correspondem aos três desafios propostos.

Na primeira parte é pedido que se tente treinar a rede para que esta responda com o maior grau de aproximação aos resultados disponibilizados, a segunda parte da documentação incide sobre o desafio de transformar a escala de fadiga fornecida (níveis de 0 a 7) para uma escala que apenas identifica se existe ou não fadiga (dois níveis 1 identifica fadiga e 0 identifica a sua ausência), finalmente, na terceira e última parte é pedido que se crie uma escala que melhor se adeque ao problema.

* 1. **Identificação dos 7 Níveis de Fadiga**

Por forma a obter decisões o mais perto possível das que estão presentes na experiência fornecida foram variados parâmetros como o número de nodos, camadas, os dados teste e os dados de treino, etc.

As primeiras tentativas foram longe do pretendido e não foi possível sequer a rede convergir para um comportamento pois o erro a que esta tinha de obedecer era de uma grandeza muito baixa, aumentando este valor conseguiu-se que a rede fosse treinada e convergisse.

De todas as variações construídas a mais próxima dos resultados disponibilizados, calculada pela quantidade de unidades falhadas, ou seja, fazendo a diferença entre a resposta da rede neuronal e a resposta pretendida e, somando o módulo dos valores (resultados em anexo –“unidades falhadas”), foi obtida com os parâmetros:

* Casos de treino: [1:700] dos dados disponibilizados;
* Casos de teste: [701:844] dos dados disponibilizados;
* Todos os atributos fornecidos;
* Duas camadas, oito nodos na primeira e seis na segunda;
* *Threshold* de 0.1;
* Algoritmo de *default*;

Onde se conseguiram os seguintes valores:

* 182 unidades falhadas;
* 181.0426652 de erro;
* 0.09735742473 de *threshold*;
* 12358 *steps*.

É de notar que apesar de existirem testes com melhores valores para os restantes parâmetros, como o objetivo é atingir os valores de dados teste a decisão baseou-se no teste com menor número de unidades falhadas.

Os restantes resultados de testes seguem em anexo.

* 1. **Escala Identificadora de Fadiga**

Tal como já foi mencionado, neste segundo desafio proposto é pretendido que se altere a escala de sete níveis de fadiga para uma escala com dois níveis, que apenas identifica se existe ou não fadiga.

Fiquei aqui….

Uma vez que era pedido para incorporar um universo do comércio automóvel, foi desenvolvido este trabalho direcionado para um *stand* de automóveis usados, o “AutoUsados”, assim sendo foram construídas as seguintes extensões de predicados:

* Extensão do predicado automovel que representa a existência de um dado automóvel:

automovel : CodigoAutomovel, Construtor, Marca, Modelo, AnoFabrico, Combustivel, Potencia, Lugares -> {V,F,D}

* Extensão do predicado matricula que associa uma matrícula a um automóvel:

matricula : Matricula, Automovel, AnoDeRegisto -> {V,F,D}

* Extensão do predicado cor que associa uma cor a um automóvel:

cor: Cor, Automovel -> {V,F,D}

* Extensão do predicado conservacao que dita qual o estado de conservação de um automóvel:

conservacao: Estado, Automovel -> {V,F,D}

* Extensão do predicado preco que associa a um automóvel o seu preço:

preco: Preco, Automovel -> {V,F,D}

* Extensão do predicado registoCompra que regista a compra de um automóvel por parte do *stand*:

registoCompra: Preco, Automovel, ProprietárioAntigo -> {V,F,D}

* Extensão do predicado registoVenda que regista a venda de um automóvel do *stand*:

registoVenda: Preco, Automovel, ProprietárioNovo -> {V,F,D}

Para além destes predicados relativos ao tema do trabalho é necessária a definição dos seguintes:

* Predicado evolucao
* Predicado evolEvol
* Predicado insercao
* Predicado teste
* nao
* pertence
* solucoes
* comprimento
* demo
* demoE
* demoOu

Destes apenas demo é introduzido na extensão à programação em lógica, todos os outros já tinham sido abordados nas aulas desta unidade curricular no tema de programação em lógica por isso não serão abordados à exceção do predicado demo.

O predicado demo representa a extensão à programação em lógica, definido como um predicado em lógica permite inserir o valor de verdade desconhecido e abandonar os pressupostos PMF e PDF.

Para além deste predicado e a sua evolução, demoE e demoOu, foi implementada ainda a evolução do predicado evolução, evolEvol.

* 1. **Implementação dos Predicados**
     1. **Predicado demo**

De maneira a utilizar a extensão à programação em lógica é necessário construir o predicado demo que, sendo construído à custa da programação em lógica permite o uso da extensão à mesma.

*demo( Questao,verdadeiro ) :-*

*Questao.*

*demo( Questao, falso ) :-*

*-Questao.*

*demo( Questao,desconhecido ) :-*

*nao( Questao ),*

*nao( -Questao ).*

O predicado demo recebe uma questão e forma uma resposta, assim sendo a resposta será verdadeiro se a questão se verificar (1ª definição), a resposta só será falso se existir conhecimento que tal é falso (2ª definição – negação forte) e, caso não exista conhecimento sobre esta questão, ou seja, não exista conhecimento positivo nem negativo acerca da mesma (negação fraca ou por falha na prova – predicado não), o valor retornado será desconhecido.

* + 1. **Evolução do Predicado demo**

Ainda existe um problema em relação a este predicado. O predicado demo “simples” apenas aceita uma expressão e o valor que retorna é sobre esta…

Assim sendo é necessário evoluir este predicado para conseguir retornar um valor para um conjunto de questões. Foram então criados os predicados demoE e demoOu que, retornam o valor de verdade de, respetivamente, a conjunção dos valores de verdade das questões com o operador lógico ‘e’ e a conjunção dos valores de verdade das questões com o operador lógico ‘ou’.

O predicado demoE tem então a seguinte implementação:

*demoE([],verdadeiro).*

*demoE([E|RL],verdadeiro):-*

*demo(E,verdadeiro), demoE(RL,verdadeiro).*

*demoE([E|RL],falso):-*

*demo(E,falso), nao(demoE(RL,desconhecido)).*

*demoE([E|RL],falso):-*

*demo(E,verdadeiro), demoE(RL,falso).*

*demoE([E|RL],desconhecido):-*

*demo(E,desconhecido).*

*demoE([E|RL],desconhecido):-*

*nao(demo(E,desconhecido)), demoE(RL,desconhecido).*

Por sua vez o predicado demoOu segue a dada especificação:

*demoOu([],falso).*

*demoOu([E|RL],verdadeiro):-*

*demo(E,verdadeiro).*

*demoOu([E|RL],verdadeiro):-*

*nao(demo(E,verdadeiro)), demoOu(RL,verdadeiro).*

*demoOu([E|RL],falso):-*

*demo(E,falso), demoOu(RL,falso).*

*demoOu([E|RL],desconhecido):-*

*demo(E,desconhecido), nao(demoOu(RL,verdadeiro)).*

*demoOu([E|RL],desconhecido):-*

*nao(demo(E,desconhecido)), demoOu(RL,desconhecido).*

Os valores de verdade para ambos os casos foram decididos da seguinte forma:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| demoE | Verdadeiro | Falso | Desconhecido |
| Verdadeiro | Verdadeiro | Falso | Desconhecido |
| Falso | Falso | Falso | Desconhecido |
| Desconhecido | Desconhecido | Desconhecido | Desconhecido |

Tabela 1 - Valores de verdade para o demoE

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| demoOu | Verdadeiro | Falso | Desconhecido |
| Verdadeiro | Verdadeiro | Verdadeiro | Verdadeiro |
| Falso | Verdadeiro | Falso | Desconhecido |
| Desconhecido | Verdadeiro | Desconhecido | Desconhecido |

Tabela 2 - Valores de verdade para o demoOu

Foi assim decidido porque em termos da operação ‘e’ mal exista um desconhecido não sabemos qual será o resultado logo o desconhecido deverá ser o elemento absorvente desta operação, no caso do ‘ou’ o verdadeiro é o elemento absorvente.

Para os restantes casos, no demoE, foram aplicadas as regras normais da lógica e, para o demoOu, decidiu-se que desconhecido e falso deveria dar desconhecido uma vez que o valor de verdade é, de facto, desconhecido.

* + 1. **Predicado evolEvol**

Para este trabalho prático foi ainda evoluído o predicado de evolução mas, apenas foi definido para casos particulares, nomeadamente para o predicado cor e alguns casos para o predicado matricula. Não foi definido para os restantes predicados pois achou-se que a definição para um predicado já demonstraria a capacidade de evoluir o predicado evolução.

Assim, foram então definidos todos os casos possíveis seguindo a tabela de verdade:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| evolEvol | Verdadeiro | Falso | D. (Incerto) | D. (Impreciso) |
| Verdadeiro | Não | Insere e retira o Falso | Insere e retira o Incerto | Insere e retira todos os Imprecisos |
| Falso | Insere e retira o Verdadeiro | Não | Insere e retira Incerto | Insere e retira o Impreciso particular |
| D. (Incerto) | Não | Não | Não | Não |
| D. (Impreciso) | Não | Não | Insere e retira Incerto | Insere |

Tabela 3 - Tabela de ação do predicado evolucao

Note-se que não se suporta evolução de conhecimento interdito e que todas as inserções estão sujeitas aos invariantes, assumindo que respeitam os invariantes então o insere da tabela é verificado.

* + 1. **Predicados de Contexto**

Anexos

# Desafio 1

## Dados dos testes

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Testes | Dados Treino | Dados Teste | Algoritmo | Camadas e Neurónios | *Threshold* | Atributos | Tempo | Resultado |
| 1 | 1:700 | 701:844 | default | 2 camadas =(20,16) | 0.01 | 9 (Todos) | 6min. | Não convergiu |
| 2 | 1:700 | 701:844 | default | 2 camadas =(8,6) | 0.1 | 9 (Todos) | 2min. | Res1 |
| 3 | 1:700 | 701:844 | default | 2 camadas =(16,8) | 0.1 | 4(KDT,MAM,MVM,TBC) | 3min. | Res2 |
| 4 | 1:700 | 701:844 | default | 3 camadas =(20,16,8) | 0.1 | 9 (Todos) | 5min. | Não convergiu |
| 5 | 1:700 | 701:844 | default | 2 camadas =(16,8) | 0.1 | 9 (Todos) | 1min. | Res3 |
| 6 | 1:700 | 701:844 | default | 2 camadas =(8,6) | 0.1 | 9 (Todos) | <1min. | Res4 |
| 7 | 1:700 | 701:844 | sag | 2 camadas =(16,8) | 0.1 | 9 (Todos) | 3min. | Res5 |
| 8 | 1:700 | 701:844 | default | 2 camadas =(20,16) | 0.1 | 9 (Todos) | 3min. | Res6 |

Tabela 4 - Dados usados para testes

## Resultados dos testes

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Testes | Error | Threshold | Steps |
| 1 | - | - | - |
| 2 | 168.7629203 | 0.0935584923 | 18325 |
| 3 | 177.6783951 | 0.08916475274 | 96230 |
| 4 | - | - | - |
| 5 | 62.99818819 | 0.09602170327 | 26713 |
| 6 | 181.0426652 | 0.09735742473 | 12358 |
| 7 | 77.38043285 | 0.09810262053 | 45187 |
| 8 | 15.47814457 | 0.09697254518 | 33153 |

Tabela 5 -Resultados dos testes

## Unidades falhadas

|  |  |
| --- | --- |
| Testes | Unidades Falhadas |
| 1 | - |
| 2 | 186 |
| 3 | 186 |
| 4 | - |
| 5 | 186 |
| 6 | 182 |
| 7 | 220 |
| 8 | 194 |

Tabela 6 - Unidades Falhadas de cada teste

## Decisões dadas pela rede aos casos teste

Tabela 7 - Res1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **row.names** | **actual** | **prediction** |
| **1** | 701 | 4 | 2 |
| **2** | 702 | 5 | 3 |
| **3** | 703 | 5 | 3 |
| **4** | 704 | 4 | 3 |
| **5** | 705 | 4 | 3 |
| **6** | 706 | 4 | 2 |
| **7** | 707 | 4 | 2 |
| **8** | 708 | 4 | 2 |
| **9** | 709 | 4 | 3 |
| **10** | 710 | 4 | 2 |
| **11** | 711 | 4 | 2 |
| **12** | 712 | 3 | 4 |
| **13** | 713 | 3 | 1 |
| **14** | 714 | 3 | 3 |
| **15** | 715 | 3 | 4 |
| **16** | 716 | 3 | 4 |
| **17** | 717 | 3 | 1 |
| **18** | 718 | 3 | 2 |
| **19** | 719 | 3 | 3 |
| **20** | 720 | 3 | 2 |
| **21** | 721 | 3 | 3 |
| **22** | 722 | 2 | 3 |
| **23** | 723 | 2 | 2 |
| **24** | 724 | 2 | 3 |
| **25** | 725 | 2 | 3 |
| **26** | 726 | 2 | 3 |
| **27** | 727 | 2 | 3 |
| **28** | 728 | 2 | 2 |
| **29** | 729 | 2 | 3 |
| **30** | 730 | 2 | 0 |
| **31** | 731 | 2 | 3 |
| **32** | 732 | 2 | 3 |
| **33** | 733 | 1 | 3 |
| **34** | 734 | 1 | 3 |
| **35** | 735 | 1 | 3 |
| **36** | 736 | 1 | 3 |
| **37** | 737 | 1 | 3 |
| **38** | 738 | 1 | 2 |
| **39** | 739 | 1 | 3 |
| **40** | 740 | 1 | 3 |
| **41** | 741 | 1 | 3 |
| **42** | 742 | 1 | 3 |
| **43** | 743 | 1 | 4 |
| **44** | 744 | 1 | 3 |
| **45** | 745 | 1 | 3 |
| **46** | 746 | 1 | 3 |
| **47** | 747 | 1 | 3 |
| **48** | 748 | 1 | 3 |
| **49** | 749 | 1 | 3 |
| **50** | 750 | 1 | 2 |
| **51** | 751 | 1 | 3 |
| **52** | 752 | 1 | 3 |
| **53** | 753 | 1 | 2 |
| **54** | 754 | 1 | 3 |
| **55** | 755 | 1 | 3 |
| **56** | 756 | 1 | 3 |
| **57** | 757 | 1 | 3 |
| **58** | 758 | 1 | 3 |
| **59** | 759 | 1 | 1 |
| **60** | 760 | 1 | 3 |
| **61** | 761 | 1 | 3 |
| **62** | 762 | 1 | 2 |
| **63** | 763 | 1 | 3 |
| **64** | 764 | 1 | 2 |
| **65** | 765 | 1 | 3 |
| **66** | 766 | 4 | 0 |
| **67** | 767 | 4 | 3 |
| **68** | 768 | 4 | 3 |
| **69** | 769 | 1 | 1 |
| **70** | 770 | 1 | 3 |
| **71** | 771 | 1 | 2 |
| **72** | 772 | 1 | 2 |
| **73** | 773 | 1 | 3 |
| **74** | 774 | 1 | 3 |
| **75** | 775 | 1 | 3 |
| **76** | 776 | 1 | 3 |
| **77** | 777 | 1 | 1 |
| **78** | 778 | 1 | 4 |
| **79** | 779 | 1 | 3 |
| **80** | 780 | 1 | 3 |
| **81** | 781 | 1 | 3 |
| **82** | 782 | 1 | 1 |
| **83** | 783 | 1 | 1 |
| **84** | 784 | 1 | 1 |
| **85** | 785 | 1 | 1 |
| **86** | 786 | 1 | 1 |
| **87** | 787 | 1 | 1 |
| **88** | 788 | 1 | 1 |
| **89** | 789 | 1 | 1 |
| **90** | 790 | 1 | 2 |
| **91** | 791 | 1 | 1 |
| **92** | 792 | 1 | 2 |
| **93** | 793 | 1 | 3 |
| **94** | 794 | 1 | 3 |
| **95** | 795 | 1 | 2 |
| **96** | 796 | 1 | 1 |
| **97** | 797 | 1 | 2 |
| **98** | 798 | 1 | 2 |
| **99** | 799 | 1 | 3 |
| **100** | 800 | 1 | 3 |
| **101** | 801 | 1 | 3 |
| **102** | 802 | 1 | 1 |
| **103** | 803 | 1 | 3 |
| **104** | 804 | 1 | 2 |
| **105** | 805 | 1 | 1 |
| **106** | 806 | 1 | 0 |
| **107** | 807 | 3 | 0 |
| **108** | 808 | 3 | 1 |
| **109** | 809 | 1 | 1 |
| **110** | 810 | 3 | 1 |
| **111** | 811 | 1 | 1 |
| **112** | 812 | 1 | 0 |
| **113** | 813 | 1 | 1 |
| **114** | 814 | 1 | 3 |
| **115** | 815 | 1 | 2 |
| **116** | 816 | 1 | 2 |
| **117** | 817 | 1 | 1 |
| **118** | 818 | 1 | 1 |
| **119** | 819 | 1 | 3 |
| **120** | 820 | 1 | 3 |
| **121** | 821 | 1 | 3 |
| **122** | 822 | 1 | 3 |
| **123** | 823 | 1 | 1 |
| **124** | 824 | 3 | 1 |
| **125** | 825 | 1 | 1 |
| **126** | 826 | 3 | 1 |
| **127** | 827 | 1 | 1 |
| **128** | 828 | 3 | 0 |
| **129** | 829 | 3 | 3 |
| **130** | 830 | 3 | 3 |
| **131** | 831 | 3 | 3 |
| **132** | 832 | 3 | 1 |
| **133** | 833 | 3 | 1 |
| **134** | 834 | 3 | 1 |
| **135** | 835 | 3 | 2 |
| **136** | 836 | 3 | 2 |
| **137** | 837 | 2 | 2 |
| **138** | 838 | 2 | 1 |
| **139** | 839 | 3 | 2 |
| **140** | 840 | 2 | 3 |
| **141** | 841 | 4 | 1 |
| **142** | 842 | 2 | 1 |
| **143** | 843 | 2 | 2 |
| **144** | 844 | 2 | 2 |

Tabela 8 - Res2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **row.names** | **actual** | **prediction** |
| **1** | 701 | 4 | 4 |
| **2** | 702 | 5 | 2 |
| **3** | 703 | 5 | 3 |
| **4** | 704 | 4 | 3 |
| **5** | 705 | 4 | 5 |
| **6** | 706 | 4 | 4 |
| **7** | 707 | 4 | 4 |
| **8** | 708 | 4 | 3 |
| **9** | 709 | 4 | 4 |
| **10** | 710 | 4 | 3 |
| **11** | 711 | 4 | 2 |
| **12** | 712 | 3 | 3 |
| **13** | 713 | 3 | 4 |
| **14** | 714 | 3 | 3 |
| **15** | 715 | 3 | 3 |
| **16** | 716 | 3 | 3 |
| **17** | 717 | 3 | 3 |
| **18** | 718 | 3 | 3 |
| **19** | 719 | 3 | 5 |
| **20** | 720 | 3 | 2 |
| **21** | 721 | 3 | 1 |
| **22** | 722 | 2 | 3 |
| **23** | 723 | 2 | 3 |
| **24** | 724 | 2 | 3 |
| **25** | 725 | 2 | 3 |
| **26** | 726 | 2 | 3 |
| **27** | 727 | 2 | 3 |
| **28** | 728 | 2 | 5 |
| **29** | 729 | 2 | 3 |
| **30** | 730 | 2 | 3 |
| **31** | 731 | 2 | 2 |
| **32** | 732 | 2 | 1 |
| **33** | 733 | 1 | 2 |
| **34** | 734 | 1 | 4 |
| **35** | 735 | 1 | 3 |
| **36** | 736 | 1 | 2 |
| **37** | 737 | 1 | 1 |
| **38** | 738 | 1 | 3 |
| **39** | 739 | 1 | 2 |
| **40** | 740 | 1 | 3 |
| **41** | 741 | 1 | 2 |
| **42** | 742 | 1 | 2 |
| **43** | 743 | 1 | 4 |
| **44** | 744 | 1 | 4 |
| **45** | 745 | 1 | 2 |
| **46** | 746 | 1 | 1 |
| **47** | 747 | 1 | 3 |
| **48** | 748 | 1 | 3 |
| **49** | 749 | 1 | 3 |
| **50** | 750 | 1 | 4 |
| **51** | 751 | 1 | 1 |
| **52** | 752 | 1 | 3 |
| **53** | 753 | 1 | 3 |
| **54** | 754 | 1 | 1 |
| **55** | 755 | 1 | 3 |
| **56** | 756 | 1 | 3 |
| **57** | 757 | 1 | 2 |
| **58** | 758 | 1 | 1 |
| **59** | 759 | 1 | 3 |
| **60** | 760 | 1 | 2 |
| **61** | 761 | 1 | 2 |
| **62** | 762 | 1 | 3 |
| **63** | 763 | 1 | 3 |
| **64** | 764 | 1 | 3 |
| **65** | 765 | 1 | 3 |
| **66** | 766 | 4 | 3 |
| **67** | 767 | 4 | 1 |
| **68** | 768 | 4 | 3 |
| **69** | 769 | 1 | 3 |
| **70** | 770 | 1 | 3 |
| **71** | 771 | 1 | 0 |
| **72** | 772 | 1 | 3 |
| **73** | 773 | 1 | 3 |
| **74** | 774 | 1 | 1 |
| **75** | 775 | 1 | 0 |
| **76** | 776 | 1 | 2 |
| **77** | 777 | 1 | 3 |
| **78** | 778 | 1 | 1 |
| **79** | 779 | 1 | 3 |
| **80** | 780 | 1 | 2 |
| **81** | 781 | 1 | 3 |
| **82** | 782 | 1 | 5 |
| **83** | 783 | 1 | 2 |
| **84** | 784 | 1 | 1 |
| **85** | 785 | 1 | 4 |
| **86** | 786 | 1 | 4 |
| **87** | 787 | 1 | 4 |
| **88** | 788 | 1 | 3 |
| **89** | 789 | 1 | 3 |
| **90** | 790 | 1 | 3 |
| **91** | 791 | 1 | 3 |
| **92** | 792 | 1 | 1 |
| **93** | 793 | 1 | 3 |
| **94** | 794 | 1 | 1 |
| **95** | 795 | 1 | 3 |
| **96** | 796 | 1 | 3 |
| **97** | 797 | 1 | 2 |
| **98** | 798 | 1 | 0 |
| **99** | 799 | 1 | 3 |
| **100** | 800 | 1 | 3 |
| **101** | 801 | 1 | 3 |
| **102** | 802 | 1 | 3 |
| **103** | 803 | 1 | 3 |
| **104** | 804 | 1 | 1 |
| **105** | 805 | 1 | 3 |
| **106** | 806 | 1 | 1 |
| **107** | 807 | 3 | 3 |
| **108** | 808 | 3 | 3 |
| **109** | 809 | 1 | 3 |
| **110** | 810 | 3 | 3 |
| **111** | 811 | 1 | 3 |
| **112** | 812 | 1 | 3 |
| **113** | 813 | 1 | 3 |
| **114** | 814 | 1 | 2 |
| **115** | 815 | 1 | 2 |
| **116** | 816 | 1 | 1 |
| **117** | 817 | 1 | 1 |
| **118** | 818 | 1 | 1 |
| **119** | 819 | 1 | 1 |
| **120** | 820 | 1 | 1 |
| **121** | 821 | 1 | 1 |
| **122** | 822 | 1 | 3 |
| **123** | 823 | 1 | 4 |
| **124** | 824 | 3 | 1 |
| **125** | 825 | 1 | 3 |
| **126** | 826 | 3 | 1 |
| **127** | 827 | 1 | 3 |
| **128** | 828 | 3 | 3 |
| **129** | 829 | 3 | 3 |
| **130** | 830 | 3 | 3 |
| **131** | 831 | 3 | 1 |
| **132** | 832 | 3 | 1 |
| **133** | 833 | 3 | 1 |
| **134** | 834 | 3 | 1 |
| **135** | 835 | 3 | 1 |
| **136** | 836 | 3 | 1 |
| **137** | 837 | 2 | 3 |
| **138** | 838 | 2 | 3 |
| **139** | 839 | 3 | 3 |
| **140** | 840 | 2 | 2 |
| **141** | 841 | 4 | 3 |
| **142** | 842 | 2 | 3 |
| **143** | 843 | 2 | 3 |
| **144** | 844 | 2 | 3 |

Tabela 9 - Res3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **row.names** | **actual** | **prediction** |
| **1** | 701 | 4 | 4 |
| **2** | 702 | 5 | 3 |
| **3** | 703 | 5 | 1 |
| **4** | 704 | 4 | 2 |
| **5** | 705 | 4 | 2 |
| **6** | 706 | 4 | 1 |
| **7** | 707 | 4 | 2 |
| **8** | 708 | 4 | 2 |
| **9** | 709 | 4 | 3 |
| **10** | 710 | 4 | 4 |
| **11** | 711 | 4 | 3 |
| **12** | 712 | 3 | 3 |
| **13** | 713 | 3 | 2 |
| **14** | 714 | 3 | 5 |
| **15** | 715 | 3 | 1 |
| **16** | 716 | 3 | 1 |
| **17** | 717 | 3 | 2 |
| **18** | 718 | 3 | 3 |
| **19** | 719 | 3 | 0 |
| **20** | 720 | 3 | 2 |
| **21** | 721 | 3 | 2 |
| **22** | 722 | 2 | 3 |
| **23** | 723 | 2 | 2 |
| **24** | 724 | 2 | 3 |
| **25** | 725 | 2 | 3 |
| **26** | 726 | 2 | 2 |
| **27** | 727 | 2 | 2 |
| **28** | 728 | 2 | 5 |
| **29** | 729 | 2 | 3 |
| **30** | 730 | 2 | 2 |
| **31** | 731 | 2 | 1 |
| **32** | 732 | 2 | 2 |
| **33** | 733 | 1 | 2 |
| **34** | 734 | 1 | 1 |
| **35** | 735 | 1 | 1 |
| **36** | 736 | 1 | 2 |
| **37** | 737 | 1 | 1 |
| **38** | 738 | 1 | 2 |
| **39** | 739 | 1 | 1 |
| **40** | 740 | 1 | 3 |
| **41** | 741 | 1 | 4 |
| **42** | 742 | 1 | 2 |
| **43** | 743 | 1 | 4 |
| **44** | 744 | 1 | 3 |
| **45** | 745 | 1 | 1 |
| **46** | 746 | 1 | 2 |
| **47** | 747 | 1 | 2 |
| **48** | 748 | 1 | 2 |
| **49** | 749 | 1 | 2 |
| **50** | 750 | 1 | 4 |
| **51** | 751 | 1 | 3 |
| **52** | 752 | 1 | 2 |
| **53** | 753 | 1 | 1 |
| **54** | 754 | 1 | 2 |
| **55** | 755 | 1 | 3 |
| **56** | 756 | 1 | 2 |
| **57** | 757 | 1 | 1 |
| **58** | 758 | 1 | 2 |
| **59** | 759 | 1 | 3 |
| **60** | 760 | 1 | 3 |
| **61** | 761 | 1 | 3 |
| **62** | 762 | 1 | 2 |
| **63** | 763 | 1 | 2 |
| **64** | 764 | 1 | 3 |
| **65** | 765 | 1 | 3 |
| **66** | 766 | 4 | 3 |
| **67** | 767 | 4 | 1 |
| **68** | 768 | 4 | 3 |
| **69** | 769 | 1 | 3 |
| **70** | 770 | 1 | 2 |
| **71** | 771 | 1 | 3 |
| **72** | 772 | 1 | 2 |
| **73** | 773 | 1 | 3 |
| **74** | 774 | 1 | 2 |
| **75** | 775 | 1 | 3 |
| **76** | 776 | 1 | 1 |
| **77** | 777 | 1 | 3 |
| **78** | 778 | 1 | 1 |
| **79** | 779 | 1 | 3 |
| **80** | 780 | 1 | 2 |
| **81** | 781 | 1 | 1 |
| **82** | 782 | 1 | 4 |
| **83** | 783 | 1 | 4 |
| **84** | 784 | 1 | 3 |
| **85** | 785 | 1 | 3 |
| **86** | 786 | 1 | 2 |
| **87** | 787 | 1 | 3 |
| **88** | 788 | 1 | 3 |
| **89** | 789 | 1 | 4 |
| **90** | 790 | 1 | 1 |
| **91** | 791 | 1 | 2 |
| **92** | 792 | 1 | 4 |
| **93** | 793 | 1 | 3 |
| **94** | 794 | 1 | 3 |
| **95** | 795 | 1 | 1 |
| **96** | 796 | 1 | 2 |
| **97** | 797 | 1 | 3 |
| **98** | 798 | 1 | 3 |
| **99** | 799 | 1 | 1 |
| **100** | 800 | 1 | 2 |
| **101** | 801 | 1 | 3 |
| **102** | 802 | 1 | 3 |
| **103** | 803 | 1 | 1 |
| **104** | 804 | 1 | 1 |
| **105** | 805 | 1 | 2 |
| **106** | 806 | 1 | 1 |
| **107** | 807 | 3 | 3 |
| **108** | 808 | 3 | 3 |
| **109** | 809 | 1 | 3 |
| **110** | 810 | 3 | 2 |
| **111** | 811 | 1 | 5 |
| **112** | 812 | 1 | 3 |
| **113** | 813 | 1 | 2 |
| **114** | 814 | 1 | 2 |
| **115** | 815 | 1 | 2 |
| **116** | 816 | 1 | 1 |
| **117** | 817 | 1 | 1 |
| **118** | 818 | 1 | 1 |
| **119** | 819 | 1 | 1 |
| **120** | 820 | 1 | 1 |
| **121** | 821 | 1 | 1 |
| **122** | 822 | 1 | 3 |
| **123** | 823 | 1 | 3 |
| **124** | 824 | 3 | 3 |
| **125** | 825 | 1 | 4 |
| **126** | 826 | 3 | 1 |
| **127** | 827 | 1 | 3 |
| **128** | 828 | 3 | 3 |
| **129** | 829 | 3 | 3 |
| **130** | 830 | 3 | 3 |
| **131** | 831 | 3 | 1 |
| **132** | 832 | 3 | 1 |
| **133** | 833 | 3 | 1 |
| **134** | 834 | 3 | 1 |
| **135** | 835 | 3 | 1 |
| **136** | 836 | 3 | 1 |
| **137** | 837 | 2 | 2 |
| **138** | 838 | 2 | 0 |
| **139** | 839 | 3 | 5 |
| **140** | 840 | 2 | 3 |
| **141** | 841 | 4 | 2 |
| **142** | 842 | 2 | -2 |
| **143** | 843 | 2 | 2 |
| **144** | 844 | 2 | 3 |

Tabela 10 - Res4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **row.names** | **actual** | **prediction** |
| **1** | 701 | 4 | 3 |
| **2** | 702 | 5 | 3 |
| **3** | 703 | 5 | 2 |
| **4** | 704 | 4 | 3 |
| **5** | 705 | 4 | 2 |
| **6** | 706 | 4 | 3 |
| **7** | 707 | 4 | 3 |
| **8** | 708 | 4 | 3 |
| **9** | 709 | 4 | 3 |
| **10** | 710 | 4 | 3 |
| **11** | 711 | 4 | 3 |
| **12** | 712 | 3 | 3 |
| **13** | 713 | 3 | 2 |
| **14** | 714 | 3 | 3 |
| **15** | 715 | 3 | 2 |
| **16** | 716 | 3 | 2 |
| **17** | 717 | 3 | 3 |
| **18** | 718 | 3 | 3 |
| **19** | 719 | 3 | 2 |
| **20** | 720 | 3 | 4 |
| **21** | 721 | 3 | 2 |
| **22** | 722 | 2 | 3 |
| **23** | 723 | 2 | 3 |
| **24** | 724 | 2 | 3 |
| **25** | 725 | 2 | 3 |
| **26** | 726 | 2 | 3 |
| **27** | 727 | 2 | 2 |
| **28** | 728 | 2 | 3 |
| **29** | 729 | 2 | 2 |
| **30** | 730 | 2 | 2 |
| **31** | 731 | 2 | 2 |
| **32** | 732 | 2 | 2 |
| **33** | 733 | 1 | 2 |
| **34** | 734 | 1 | 2 |
| **35** | 735 | 1 | 2 |
| **36** | 736 | 1 | 2 |
| **37** | 737 | 1 | 3 |
| **38** | 738 | 1 | 2 |
| **39** | 739 | 1 | 3 |
| **40** | 740 | 1 | 4 |
| **41** | 741 | 1 | 3 |
| **42** | 742 | 1 | 3 |
| **43** | 743 | 1 | 4 |
| **44** | 744 | 1 | 3 |
| **45** | 745 | 1 | 4 |
| **46** | 746 | 1 | 2 |
| **47** | 747 | 1 | 3 |
| **48** | 748 | 1 | 2 |
| **49** | 749 | 1 | 2 |
| **50** | 750 | 1 | 4 |
| **51** | 751 | 1 | 4 |
| **52** | 752 | 1 | 1 |
| **53** | 753 | 1 | 3 |
| **54** | 754 | 1 | 2 |
| **55** | 755 | 1 | 2 |
| **56** | 756 | 1 | 2 |
| **57** | 757 | 1 | 3 |
| **58** | 758 | 1 | 1 |
| **59** | 759 | 1 | 3 |
| **60** | 760 | 1 | 2 |
| **61** | 761 | 1 | 2 |
| **62** | 762 | 1 | 2 |
| **63** | 763 | 1 | 3 |
| **64** | 764 | 1 | 4 |
| **65** | 765 | 1 | 3 |
| **66** | 766 | 4 | 3 |
| **67** | 767 | 4 | 3 |
| **68** | 768 | 4 | 2 |
| **69** | 769 | 1 | 2 |
| **70** | 770 | 1 | 3 |
| **71** | 771 | 1 | 5 |
| **72** | 772 | 1 | 2 |
| **73** | 773 | 1 | 4 |
| **74** | 774 | 1 | 1 |
| **75** | 775 | 1 | 3 |
| **76** | 776 | 1 | 2 |
| **77** | 777 | 1 | 2 |
| **78** | 778 | 1 | 2 |
| **79** | 779 | 1 | 2 |
| **80** | 780 | 1 | 2 |
| **81** | 781 | 1 | 2 |
| **82** | 782 | 1 | 4 |
| **83** | 783 | 1 | 2 |
| **84** | 784 | 1 | 2 |
| **85** | 785 | 1 | 3 |
| **86** | 786 | 1 | 3 |
| **87** | 787 | 1 | 3 |
| **88** | 788 | 1 | 2 |
| **89** | 789 | 1 | 2 |
| **90** | 790 | 1 | 0 |
| **91** | 791 | 1 | 1 |
| **92** | 792 | 1 | 2 |
| **93** | 793 | 1 | 2 |
| **94** | 794 | 1 | 2 |
| **95** | 795 | 1 | 1 |
| **96** | 796 | 1 | 2 |
| **97** | 797 | 1 | 3 |
| **98** | 798 | 1 | 2 |
| **99** | 799 | 1 | 1 |
| **100** | 800 | 1 | 2 |
| **101** | 801 | 1 | 4 |
| **102** | 802 | 1 | 4 |
| **103** | 803 | 1 | 2 |
| **104** | 804 | 1 | 2 |
| **105** | 805 | 1 | 4 |
| **106** | 806 | 1 | 2 |
| **107** | 807 | 3 | 2 |
| **108** | 808 | 3 | 4 |
| **109** | 809 | 1 | 3 |
| **110** | 810 | 3 | 1 |
| **111** | 811 | 1 | 3 |
| **112** | 812 | 1 | 4 |
| **113** | 813 | 1 | 3 |
| **114** | 814 | 1 | 2 |
| **115** | 815 | 1 | 2 |
| **116** | 816 | 1 | 3 |
| **117** | 817 | 1 | 3 |
| **118** | 818 | 1 | 2 |
| **119** | 819 | 1 | 2 |
| **120** | 820 | 1 | 2 |
| **121** | 821 | 1 | 2 |
| **122** | 822 | 1 | 3 |
| **123** | 823 | 1 | 2 |
| **124** | 824 | 3 | 2 |
| **125** | 825 | 1 | 1 |
| **126** | 826 | 3 | 3 |
| **127** | 827 | 1 | 4 |
| **128** | 828 | 3 | 2 |
| **129** | 829 | 3 | 1 |
| **130** | 830 | 3 | 3 |
| **131** | 831 | 3 | 2 |
| **132** | 832 | 3 | 2 |
| **133** | 833 | 3 | 2 |
| **134** | 834 | 3 | 2 |
| **135** | 835 | 3 | 2 |
| **136** | 836 | 3 | 2 |
| **137** | 837 | 2 | 2 |
| **138** | 838 | 2 | 2 |
| **139** | 839 | 3 | 3 |
| **140** | 840 | 2 | 4 |
| **141** | 841 | 4 | 2 |
| **142** | 842 | 2 | 2 |
| **143** | 843 | 2 | 2 |
| **144** | 844 | 2 | 3 |

Tabela 11 – Res5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **row.names** | **actual** | **prediction** |
| **1** | 701 | 4 | 4 |
| **2** | 702 | 5 | 1 |
| **3** | 703 | 5 | 3 |
| **4** | 704 | 4 | 2 |
| **5** | 705 | 4 | 1 |
| **6** | 706 | 4 | 3 |
| **7** | 707 | 4 | 0 |
| **8** | 708 | 4 | 2 |
| **9** | 709 | 4 | 3 |
| **10** | 710 | 4 | 2 |
| **11** | 711 | 4 | 3 |
| **12** | 712 | 3 | 4 |
| **13** | 713 | 3 | 1 |
| **14** | 714 | 3 | 5 |
| **15** | 715 | 3 | 2 |
| **16** | 716 | 3 | 2 |
| **17** | 717 | 3 | 2 |
| **18** | 718 | 3 | 3 |
| **19** | 719 | 3 | 3 |
| **20** | 720 | 3 | 2 |
| **21** | 721 | 3 | 1 |
| **22** | 722 | 2 | 2 |
| **23** | 723 | 2 | 3 |
| **24** | 724 | 2 | 3 |
| **25** | 725 | 2 | 3 |
| **26** | 726 | 2 | 2 |
| **27** | 727 | 2 | 1 |
| **28** | 728 | 2 | 4 |
| **29** | 729 | 2 | 3 |
| **30** | 730 | 2 | 1 |
| **31** | 731 | 2 | 3 |
| **32** | 732 | 2 | 1 |
| **33** | 733 | 1 | 2 |
| **34** | 734 | 1 | 2 |
| **35** | 735 | 1 | 1 |
| **36** | 736 | 1 | 2 |
| **37** | 737 | 1 | 1 |
| **38** | 738 | 1 | 3 |
| **39** | 739 | 1 | 2 |
| **40** | 740 | 1 | 4 |
| **41** | 741 | 1 | 3 |
| **42** | 742 | 1 | 4 |
| **43** | 743 | 1 | 3 |
| **44** | 744 | 1 | 2 |
| **45** | 745 | 1 | 3 |
| **46** | 746 | 1 | 2 |
| **47** | 747 | 1 | 2 |
| **48** | 748 | 1 | 2 |
| **49** | 749 | 1 | 3 |
| **50** | 750 | 1 | 4 |
| **51** | 751 | 1 | 4 |
| **52** | 752 | 1 | 3 |
| **53** | 753 | 1 | 2 |
| **54** | 754 | 1 | 3 |
| **55** | 755 | 1 | 4 |
| **56** | 756 | 1 | 3 |
| **57** | 757 | 1 | 1 |
| **58** | 758 | 1 | 3 |
| **59** | 759 | 1 | 1 |
| **60** | 760 | 1 | 2 |
| **61** | 761 | 1 | 0 |
| **62** | 762 | 1 | 3 |
| **63** | 763 | 1 | 4 |
| **64** | 764 | 1 | 3 |
| **65** | 765 | 1 | 2 |
| **66** | 766 | 4 | 4 |
| **67** | 767 | 4 | 0 |
| **68** | 768 | 4 | 2 |
| **69** | 769 | 1 | 2 |
| **70** | 770 | 1 | 3 |
| **71** | 771 | 1 | 4 |
| **72** | 772 | 1 | 1 |
| **73** | 773 | 1 | 4 |
| **74** | 774 | 1 | 2 |
| **75** | 775 | 1 | 3 |
| **76** | 776 | 1 | 2 |
| **77** | 777 | 1 | 3 |
| **78** | 778 | 1 | 5 |
| **79** | 779 | 1 | 3 |
| **80** | 780 | 1 | 2 |
| **81** | 781 | 1 | 3 |
| **82** | 782 | 1 | 3 |
| **83** | 783 | 1 | 2 |
| **84** | 784 | 1 | 3 |
| **85** | 785 | 1 | 4 |
| **86** | 786 | 1 | 3 |
| **87** | 787 | 1 | 2 |
| **88** | 788 | 1 | 2 |
| **89** | 789 | 1 | 2 |
| **90** | 790 | 1 | 3 |
| **91** | 791 | 1 | 3 |
| **92** | 792 | 1 | 0 |
| **93** | 793 | 1 | -1 |
| **94** | 794 | 1 | 3 |
| **95** | 795 | 1 | 3 |
| **96** | 796 | 1 | 3 |
| **97** | 797 | 1 | 5 |
| **98** | 798 | 1 | 2 |
| **99** | 799 | 1 | 4 |
| **100** | 800 | 1 | 0 |
| **101** | 801 | 1 | 3 |
| **102** | 802 | 1 | 4 |
| **103** | 803 | 1 | 2 |
| **104** | 804 | 1 | 1 |
| **105** | 805 | 1 | 5 |
| **106** | 806 | 1 | 2 |
| **107** | 807 | 3 | 3 |
| **108** | 808 | 3 | 2 |
| **109** | 809 | 1 | 2 |
| **110** | 810 | 3 | 2 |
| **111** | 811 | 1 | 3 |
| **112** | 812 | 1 | 4 |
| **113** | 813 | 1 | 3 |
| **114** | 814 | 1 | 3 |
| **115** | 815 | 1 | 3 |
| **116** | 816 | 1 | 3 |
| **117** | 817 | 1 | 3 |
| **118** | 818 | 1 | 1 |
| **119** | 819 | 1 | 1 |
| **120** | 820 | 1 | 1 |
| **121** | 821 | 1 | 1 |
| **122** | 822 | 1 | 3 |
| **123** | 823 | 1 | 2 |
| **124** | 824 | 3 | -1 |
| **125** | 825 | 1 | 2 |
| **126** | 826 | 3 | 2 |
| **127** | 827 | 1 | 4 |
| **128** | 828 | 3 | 3 |
| **129** | 829 | 3 | 3 |
| **130** | 830 | 3 | 3 |
| **131** | 831 | 3 | 1 |
| **132** | 832 | 3 | 1 |
| **133** | 833 | 3 | 1 |
| **134** | 834 | 3 | 1 |
| **135** | 835 | 3 | 1 |
| **136** | 836 | 3 | 1 |
| **137** | 837 | 2 | 2 |
| **138** | 838 | 2 | 2 |
| **139** | 839 | 3 | 2 |
| **140** | 840 | 2 | 2 |
| **141** | 841 | 4 | 3 |
| **142** | 842 | 2 | 1 |
| **143** | 843 | 2 | 3 |
| **144** | 844 | 2 | 5 |

Tabela 12 - Res6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **row.names** | **actual** | **prediction** |
| **1** | 701 | 4 | 2 |
| **2** | 702 | 5 | 3 |
| **3** | 703 | 5 | 3 |
| **4** | 704 | 4 | 2 |
| **5** | 705 | 4 | 2 |
| **6** | 706 | 4 | 3 |
| **7** | 707 | 4 | -1 |
| **8** | 708 | 4 | 3 |
| **9** | 709 | 4 | 5 |
| **10** | 710 | 4 | 3 |
| **11** | 711 | 4 | 3 |
| **12** | 712 | 3 | 2 |
| **13** | 713 | 3 | 2 |
| **14** | 714 | 3 | 2 |
| **15** | 715 | 3 | 2 |
| **16** | 716 | 3 | 4 |
| **17** | 717 | 3 | 3 |
| **18** | 718 | 3 | 2 |
| **19** | 719 | 3 | 3 |
| **20** | 720 | 3 | 4 |
| **21** | 721 | 3 | 0 |
| **22** | 722 | 2 | 3 |
| **23** | 723 | 2 | 3 |
| **24** | 724 | 2 | 4 |
| **25** | 725 | 2 | 0 |
| **26** | 726 | 2 | 5 |
| **27** | 727 | 2 | 4 |
| **28** | 728 | 2 | 2 |
| **29** | 729 | 2 | 3 |
| **30** | 730 | 2 | 2 |
| **31** | 731 | 2 | 4 |
| **32** | 732 | 2 | 2 |
| **33** | 733 | 1 | 4 |
| **34** | 734 | 1 | 3 |
| **35** | 735 | 1 | 2 |
| **36** | 736 | 1 | 2 |
| **37** | 737 | 1 | 1 |
| **38** | 738 | 1 | 0 |
| **39** | 739 | 1 | 3 |
| **40** | 740 | 1 | 4 |
| **41** | 741 | 1 | 3 |
| **42** | 742 | 1 | 2 |
| **43** | 743 | 1 | 4 |
| **44** | 744 | 1 | 3 |
| **45** | 745 | 1 | 3 |
| **46** | 746 | 1 | 4 |
| **47** | 747 | 1 | 1 |
| **48** | 748 | 1 | 2 |
| **49** | 749 | 1 | 2 |
| **50** | 750 | 1 | 4 |
| **51** | 751 | 1 | 4 |
| **52** | 752 | 1 | 4 |
| **53** | 753 | 1 | 1 |
| **54** | 754 | 1 | 0 |
| **55** | 755 | 1 | 0 |
| **56** | 756 | 1 | 2 |
| **57** | 757 | 1 | 3 |
| **58** | 758 | 1 | 0 |
| **59** | 759 | 1 | 0 |
| **60** | 760 | 1 | 3 |
| **61** | 761 | 1 | 3 |
| **62** | 762 | 1 | 1 |
| **63** | 763 | 1 | 4 |
| **64** | 764 | 1 | 2 |
| **65** | 765 | 1 | 4 |
| **66** | 766 | 4 | 2 |
| **67** | 767 | 4 | 1 |
| **68** | 768 | 4 | 1 |
| **69** | 769 | 1 | 2 |
| **70** | 770 | 1 | 3 |
| **71** | 771 | 1 | 1 |
| **72** | 772 | 1 | 4 |
| **73** | 773 | 1 | 1 |
| **74** | 774 | 1 | -1 |
| **75** | 775 | 1 | 5 |
| **76** | 776 | 1 | 1 |
| **77** | 777 | 1 | 3 |
| **78** | 778 | 1 | 1 |
| **79** | 779 | 1 | 1 |
| **80** | 780 | 1 | 1 |
| **81** | 781 | 1 | 1 |
| **82** | 782 | 1 | 3 |
| **83** | 783 | 1 | 3 |
| **84** | 784 | 1 | 2 |
| **85** | 785 | 1 | 1 |
| **86** | 786 | 1 | 2 |
| **87** | 787 | 1 | 2 |
| **88** | 788 | 1 | 0 |
| **89** | 789 | 1 | 1 |
| **90** | 790 | 1 | 1 |
| **91** | 791 | 1 | 1 |
| **92** | 792 | 1 | 2 |
| **93** | 793 | 1 | 2 |
| **94** | 794 | 1 | 4 |
| **95** | 795 | 1 | 1 |
| **96** | 796 | 1 | 3 |
| **97** | 797 | 1 | 1 |
| **98** | 798 | 1 | 3 |
| **99** | 799 | 1 | 2 |
| **100** | 800 | 1 | 0 |
| **101** | 801 | 1 | 1 |
| **102** | 802 | 1 | 2 |
| **103** | 803 | 1 | 6 |
| **104** | 804 | 1 | 1 |
| **105** | 805 | 1 | 4 |
| **106** | 806 | 1 | 2 |
| **107** | 807 | 3 | 4 |
| **108** | 808 | 3 | 2 |
| **109** | 809 | 1 | 3 |
| **110** | 810 | 3 | 1 |
| **111** | 811 | 1 | 4 |
| **112** | 812 | 1 | 3 |
| **113** | 813 | 1 | 1 |
| **114** | 814 | 1 | 1 |
| **115** | 815 | 1 | 1 |
| **116** | 816 | 1 | 1 |
| **117** | 817 | 1 | 1 |
| **118** | 818 | 1 | 1 |
| **119** | 819 | 1 | 1 |
| **120** | 820 | 1 | 1 |
| **121** | 821 | 1 | 1 |
| **122** | 822 | 1 | 3 |
| **123** | 823 | 1 | 5 |
| **124** | 824 | 3 | 2 |
| **125** | 825 | 1 | 4 |
| **126** | 826 | 3 | 1 |
| **127** | 827 | 1 | 1 |
| **128** | 828 | 3 | 2 |
| **129** | 829 | 3 | 3 |
| **130** | 830 | 3 | 1 |
| **131** | 831 | 3 | 1 |
| **132** | 832 | 3 | 1 |
| **133** | 833 | 3 | 1 |
| **134** | 834 | 3 | 1 |
| **135** | 835 | 3 | 1 |
| **136** | 836 | 3 | 1 |
| **137** | 837 | 2 | 2 |
| **138** | 838 | 2 | 3 |
| **139** | 839 | 3 | 3 |
| **140** | 840 | 2 | 4 |
| **141** | 841 | 4 | 3 |
| **142** | 842 | 2 | 4 |
| **143** | 843 | 2 | 2 |
| **144** | 844 | 2 | 2 |

1. **Conclusões e Sugestões**

As maiores dificuldades prenderam-se nas decisões em relação ao contexto, ou seja, apesar de ter sido decidido aplicar o PMF foi bastante discutida a sua aplicação. Acabou-se por concordar que, no universo do *stand,* só existiria dado conhecimento se houvesse registo desse conhecimento.

Acima de tudo a maior dificuldade foi na evolução dos predicados demo e evolucao que foram um pouco trabalhosas e custosas de conseguir, não foi de nosso entendimento que o tivéssemos de aplicar e por consequente, quando assim o percebemos, tornou-se ainda mais desafiante a sua implementação.

A aplicação dos três tipos de conhecimento imperfeito não levantou quaisquer problemas e, todos os resultados dos testes e exemplos práticos foram os esperados.

Após identificadas as condições de inserção de registo, a construção dos invariantes foi também bastante simples e rápida.

Com a finalização deste trabalho prático conseguimos perceber o nível de conhecimento do nosso grupo neste tema em particular, praticar definições e construção de predicados recorrendo à extensão da programação em lógica e entender de forma mais completa o porquê da sua existência e necessidade.