

# Relatório 3 - Inteligência Computacional

Jhúlia Graziella de Souza Rodrigues

<sup>1</sup>Bacharelado em Ciência da Computação  
Universidade Federal do Uberlândia (UFU)  
Uberlândia (MG)

jhuliagraziella@gmail.com

## 1. Introdução

A ideia do trabalho é avaliar redes do tipo *perceptron* para aprendizagem dos padrões numéricos “0”, “1”, “2”, “3”, “4” e “5”, representados na figura 1.

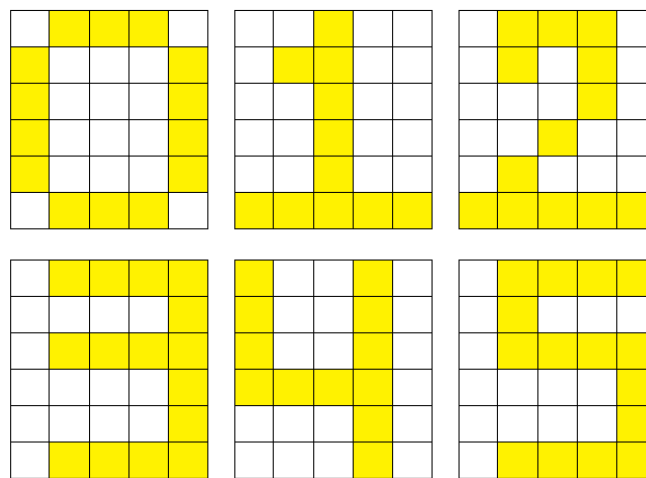


Figura 1. Padrões numéricos

Cada padrão é representado por uma matriz  $6 \times 5$  de valores booleanos, onde o valor um representa que a posição está colorida e o valor zero representa que não está.

Os neurônios *perceptron* são representados por um vetor de 30 valores reais e são inicializados com valor zero ou aleatório. A função de transferência é do tipo degrau.

## 2. Exercício 1

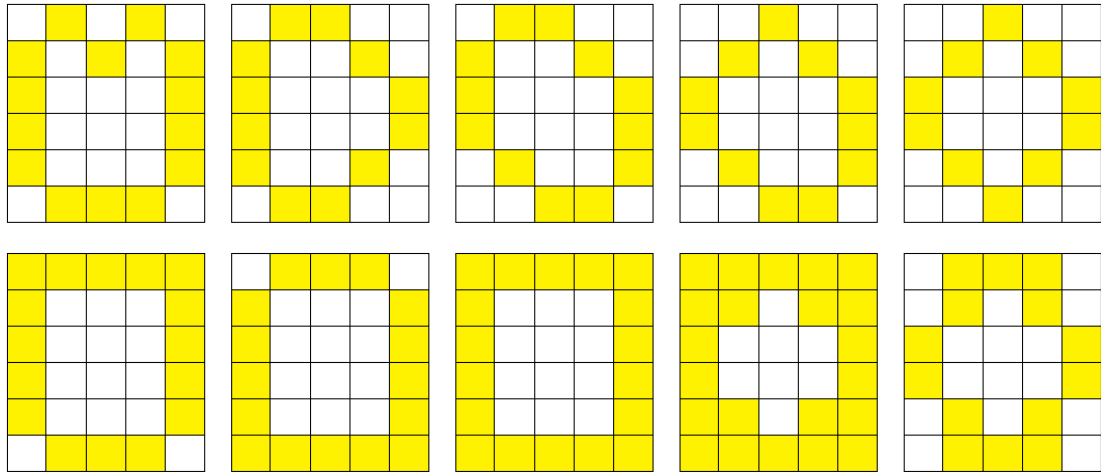
O exercício consiste em treinar uma rede *perceptron* com um único neurônio de saída para aprender a reconhecer os padrões “0” e “1”.

A saída  $Y$  do neurônio para este exercício é:

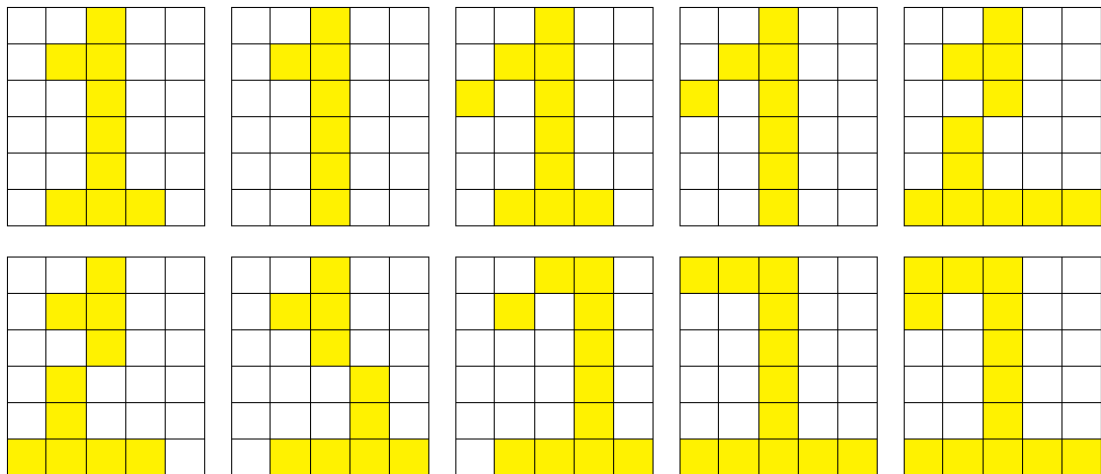
- $Y = 0 \Rightarrow$  O padrão reconhecido é “0”;
- $Y = 1 \Rightarrow$  O padrão reconhecido é “1”.

O objetivo é verificar quantas épocas são necessárias para o treinamento e testar o reconhecimento de um conjunto de distorções sobre padrões definidos. As distorções dos padrões “0” e “1” utilizadas nos testes dos exercícios deste trabalho são apresentadas nas figuras 2 e 3. Também é testado o comportamento ao receber como entrada um padrão bem diferente do que se deseja reconhecer: para isso são utilizados como entrada os padrões de “2” a “5” da figura 1.

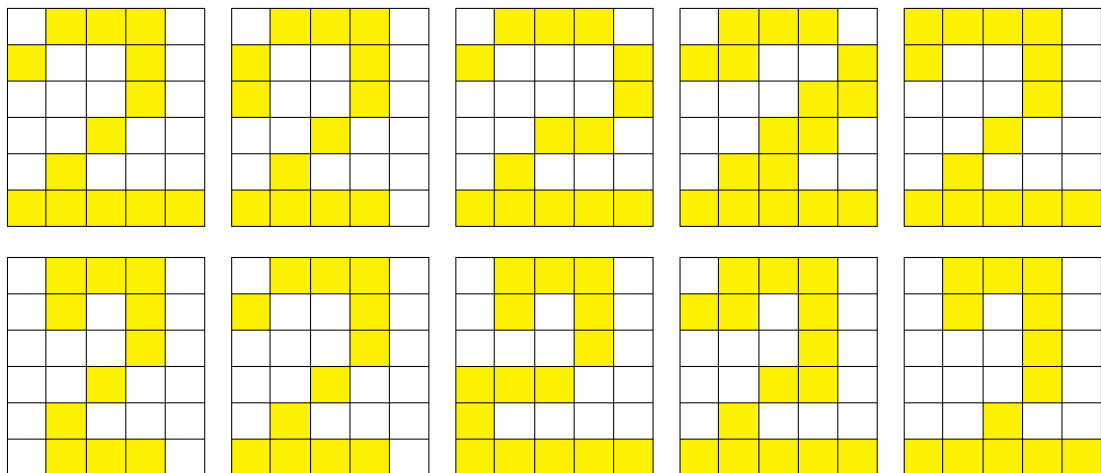
O algoritmo foi executado uma vez para a inicialização zerada e três vezes para a inicialização aleatória.



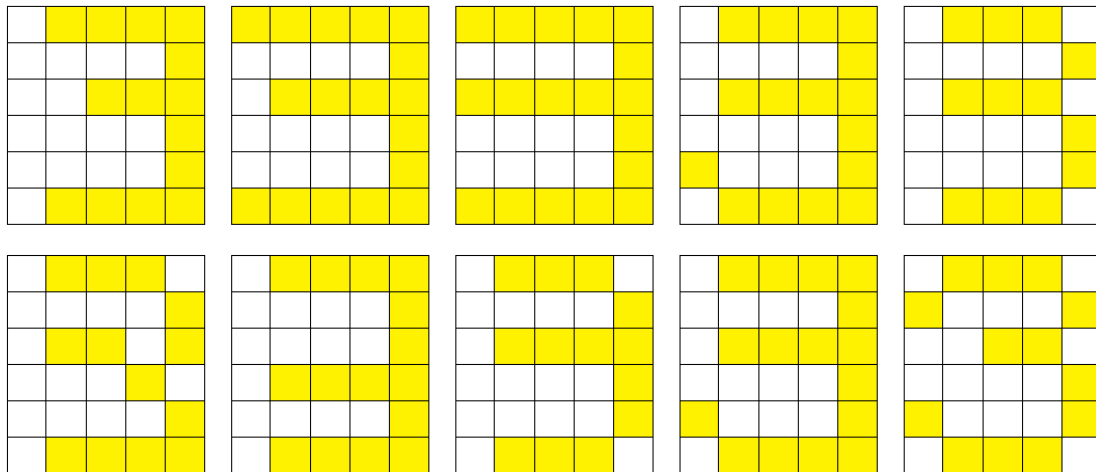
**Figura 2. Distorções do padrão zero**



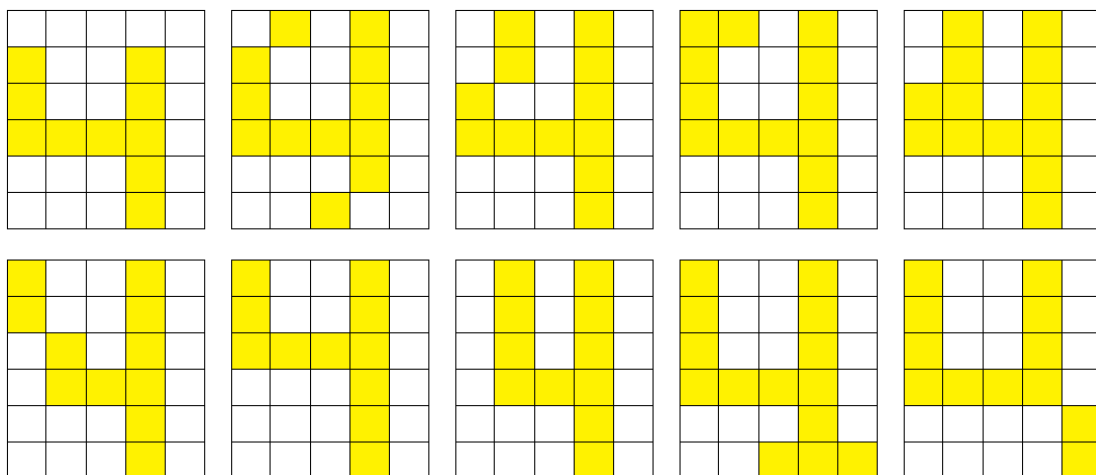
**Figura 3. Distorções do padrão um**



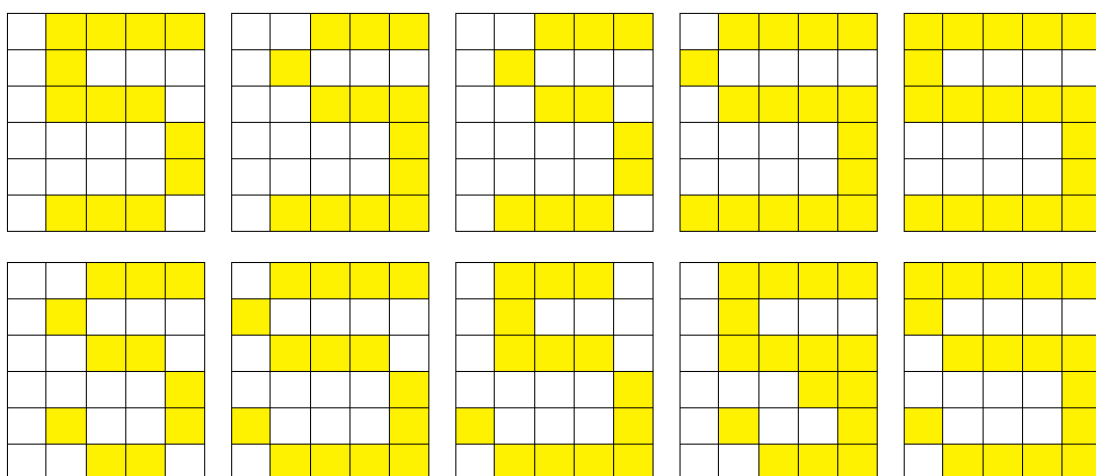
**Figura 4. Distorções do padrão dois**



**Figura 5. Distorções do padrão três**



**Figura 6. Distorções do padrão quatro**



**Figura 7. Distorções do padrão cinco**

## 2.1. Resultados utilizando inicialização zerada

Descrição dos resultados obtidos inicializando os vetores de pesos com todos os valores iguais a zero.

- Quantidade de épocas: 3;
- Vetor de pesos:  
$$W = \begin{Bmatrix} 0.00, & -1.00, & 0.00, & -1.00, & 0.00, & -1.00, & 1.00, & 1.00, & 0.00, & -1.00, \\ -1.00, & 0.00, & 1.00, & 0.00, & -1.00, & -1.00, & 0.00, & 1.00, & 0.00, & -1.00, \\ -1.00, & 0.00, & 1.00, & 0.00, & -1.00, & 1.00, & 0.00, & 0.00, & 0.00, & 1.00 \end{Bmatrix};$$
- Quantidade de identificações corretas do padrão “0” distorcido: 10;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “1” distorcido: 10;
- O padrão 2 foi reconhecido como 1;
- O padrão 3 foi reconhecido como 0;
- O padrão 4 foi reconhecido como 0;
- O padrão 5 foi reconhecido como 0.

## 2.2. Resultados utilizando inicialização aleatória

Descrição dos resultados obtidos inicializando o vetor de pesos com valores reais aleatórios no intervalo  $[-1, 1]$ .

### 2.2.1. Primeira execução:

- Quantidade de épocas: 2;
- Vetor de pesos:  
$$W = \begin{Bmatrix} 0.50, & 0.00, & 1.00, & 0.00, & -0.50, & -1.00, & 1.00, & 1.00, & -1.00, & -0.50, \\ 0.00, & 0.00, & 1.50, & 0.00, & -1.00, & 0.00, & -1.00, & 0.50, & 0.50, & -0.50, \\ 0.00, & -1.00, & 0.50, & 0.00, & -1.00, & 0.50, & 1.50, & 1.00, & 0.00, & 1.50 \end{Bmatrix};$$
- Quantidade de identificações corretas do padrão “0” distorcido: 6;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “1” distorcido: 10;
- Falha nas distorções 7, 8, 9 e 10 do padrão “0”;
- O padrão 2 foi reconhecido como 1;
- O padrão 3 foi reconhecido como 1;
- O padrão 4 foi reconhecido como 0;
- O padrão 5 foi reconhecido como 1.

### 2.2.2. Segunda execução:

- Quantidade de épocas: 3;
- Vetor de pesos:  
$$W = \begin{Bmatrix} 0.50, & -2.00, & 0.00, & -0.50, & -1.00, & -1.50, & 0.00, & 0.00, & -0.50, & -1.00, \\ -1.50, & 0.00, & 1.50, & -0.50, & -1.00, & -0.50, & -0.50, & 0.00, & 0.00, & -1.00, \\ -1.50, & -0.50, & 1.00, & -0.50, & -1.50, & 1.00, & -0.50, & 0.00, & -0.50, & 0.50 \end{Bmatrix};$$
- Quantidade de identificações corretas do padrão “0” distorcido: 10;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “1” distorcido: 6;
- Falha nas distorções 3, 7, 8 e 10 do padrão “1”;
- O padrão 2 foi reconhecido como 0;
- O padrão 3 foi reconhecido como 0;
- O padrão 4 foi reconhecido como 0;
- O padrão 5 foi reconhecido como 0.

### 2.2.3. Terceira execução:

- Quantidade de épocas: 3;
- Vetor de pesos:  
$$W = \{ \begin{array}{cccccccccccc} 0.00, & -1.50, & -0.50, & -1.00, & 0.00, & -2.00, & 1.00, & 0.50, & 0.50, & -1.00, \\ -0.50, & 0.50, & 1.50, & 0.50, & -2.00, & -0.50, & 0.00, & 0.00, & -1.00, & -2.00, \\ -1.00, & -0.50, & 0.00, & -0.50, & -0.50, & 1.50, & -0.50, & 0.50, & -1.00, & 1.50 \end{array} \}$$
- Quantidade de identificações corretas do padrão “0” distorcido: 10;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “1” distorcido: 8;
- Falha nas distorções 8 e 10 do padrão “1”.
- O padrão 2 foi reconhecido como 1;
- O padrão 3 foi reconhecido como 0;
- O padrão 4 foi reconhecido como 0;
- O padrão 5 foi reconhecido como 0.

## 3. Exercício 2

A proposta do segundo exercício é mesma que a do anterior, mas agora gerando dois neurônios de saída.

Seja  $Y_1$  a saída do primeiro neurônio e  $Y_2$  a saída do segundo neurônio, o reconhecimento de padrão funciona da seguinte forma:

- $Y_1 = 1$  e  $Y_2 = 0 \Rightarrow$  O padrão reconhecido é “0”;
- $Y_1 = 0$  e  $Y_2 = 1 \Rightarrow$  O padrão reconhecido é “1”;
- Outros casos  $\Rightarrow$  O padrão é desconhecido.

Mais uma vez foram utilizadas as distorções dos padrões “0” e “1” mostradas nas figuras 2 e 3 e os padrões da figura 1. O algoritmo foi executado uma vez para a inicialização zerada e três vezes para a inicialização aleatória.

### 3.1. Resultados utilizando inicialização zerada

Descrição dos resultados obtidos inicializando o vetor de pesos com todos os valores iguais a zero.

- Quantidade de épocas: 3;
- Vetores de pesos:  
$$W_1 = \{ \begin{array}{cccccccccccc} 0.00, & 1.00, & 0.00, & 1.00, & 0.00, & 1.00, & -1.00, & -1.00, & 0.00, & 1.00, \\ 1.00, & 0.00, & -1.00, & 0.00, & 1.00, & 1.00, & 0.00, & -1.00, & 0.00, & 1.00, \\ 1.00, & 0.00, & -1.00, & 0.00, & 1.00, & -1.00, & 0.00, & 0.00, & 0.00, & -1.00 \end{array} \};$$
  
$$W_2 = \{ \begin{array}{cccccccccccc} 0.00, & -1.00, & 0.00, & -1.00, & 0.00, & -1.00, & 1.00, & 1.00, & 0.00, & -1.00, \\ -1.00, & 0.00, & 1.00, & 0.00, & -1.00, & -1.00, & 0.00, & 1.00, & 0.00, & -1.00, \\ -1.00, & 0.00, & 1.00, & 0.00, & -1.00, & 1.00, & 0.00, & 0.00, & 0.00, & 1.00 \end{array} \};$$
- Quantidade de identificações corretas do padrão “0” distorcido: 10;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “1” distorcido: 10;
- O padrão 2 foi reconhecido como 1;
- O padrão 3 foi reconhecido como 0;
- O padrão 4 foi reconhecido como 0;
- O padrão 5 foi reconhecido como 0.

### 3.2. Resultados utilizando inicialização aleatória

Descrição dos resultados obtidos inicializando o vetor de pesos com valores reais aleatórios no intervalo  $[-1, 1]$ .

### 3.2.1. Primeira execução:

- Quantidade de épocas: 2;
- Vetores de pesos:  
 $W_1 = \{ -0.50, 1.50, 0.00, 0.00, -0.50, 0.00, -1.00, -1.00, 0.00, 0.00, 0.50, -0.50, -1.50, 0.50, 0.50, 1.50, 0.50, -1.00, 0.50, 0.00, 1.50, -1.00, -1.00, -0.50, 0.00, -1.00, -0.50, -1.00, 0.00, -0.50 \};$   
 $W_2 = \{ 0.50, 0.00, 0.50, 0.00, -0.50, -1.00, 0.50, 0.50, 0.50, 0.00, 0.50, 0.50, 0.00, -0.50, -0.50, -1.00, -0.50, 0.50, -0.50, -1.00, 0.50, -1.00, 0.00, -0.50, -0.50, 0.50, 0.50, -0.50, -0.50, 0.00 \};$
- Quantidade de identificações corretas do padrão “0” distorcido: 6;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “1” distorcido: 6;
- Falha nas distorções 4, 5, 9 e 10 do padrão “0”;
- Falha nas distorções 5, 6, 7 e 8 do padrão “1”;
- O padrão 2 foi reconhecido como 1;
- O padrão 3 não foi reconhecido;
- O padrão 4 foi reconhecido como 0;
- O padrão 5 não foi reconhecido.

### 3.2.2. Segunda execução:

- Quantidade de épocas: 3;
- Vetores de pesos:  
 $W_1 = \{ 0.50, 1.50, 0.50, 0.00, 0.00, 1.00, -0.50, -1.50, -1.00, 0.50, 0.00, -0.50, -0.50, 0.50, 0.00, 0.50, 0.00, -1.50, 0.00, 1.00, 1.50, -1.00, -0.50, -1.00, 1.50, -1.50, -1.00, -0.50, -0.50, -1.00 \};$   
 $W_2 = \{ 0.50, -1.50, -0.50, -1.00, 0.50, -1.50, 1.00, 1.50, -0.50, -1.50, -1.50, -0.50, 0.00, 0.50, -0.50, -1.50, -0.50, 0.00, -0.50, -0.50, -2.00, -0.50, 1.50, -0.50, -1.00, 1.50, 0.50, -0.50, 0.50, 1.00 \};$
- Quantidade de identificações corretas do padrão “0” distorcido: 7;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “1” distorcido: 9;
- Falha nas distorções 4, 5 e 10 do padrão “0”;
- Falha na distorção 8 do padrão “1”;
- O padrão 2 foi reconhecido como 1;
- O padrão 3 foi reconhecido como 0;
- O padrão 4 não foi reconhecido;
- O padrão 5 foi reconhecido como 0.

### 3.2.3. Terceira execução:

- Quantidade de épocas: 2;
- Vetores de pesos:  
 $W_1 = \{ -0.50, 1.50, -1.00, 1.00, -0.50, 0.00, -1.00, -2.00, 0.50, 1.00, 0.00, -0.50, -1.00, 0.00, 1.50, 1.00, 0.00, -0.50, -0.50, 1.50, 0.50, 0.50, -1.00, 0.00, 0.00, -2.00, 0.50, -1.00, 0.50, -0.50 \};$   
 $W_2 = \{ 0.50, 0.00, 0.50, -0.50, -1.00, 0.50, 0.50, 1.50, 0.50, -0.50, -1.00, -1.00, 1.00, -0.50, -1.00, -0.50, -0.50, 1.50, -1.00, -1.00, 0.50, -0.50, 0.50, 0.50, 0.00, 1.00, 0.00, 1.50, 0.50, 1.00 \};$

- Quantidade de identificações corretas do padrão “0” distorcido: 6;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “1” distorcido: 10;
- Falha nas distorções 2, 7, 8 e 9 do padrão “0”;
- O padrão 2 foi reconhecido como 1;
- O padrão 3 foi reconhecido como 0;
- O padrão 4 foi reconhecido como 0;
- O padrão 5 foi reconhecido como 0.

#### 4. Exercício 3

A proposta do terceiro exercício é treinar uma rede *perceptron* com seis neurônios de saída para aprender a reconhecer todos os padrões de “0” a “5”.

Seja  $Y_i$  a saída do neurônio  $i$ ,  $i \in [1, 6]$ . O reconhecimento de padrão deve funcionar da seguinte forma:

- $Y_1 = 1, Y_2 = 0, Y_3 = 0, Y_4 = 0, Y_5 = 0$  e  $Y_6 = 0 \Rightarrow$  O padrão reconhecido é “0”;
- $Y_1 = 0, Y_2 = 1, Y_3 = 0, Y_4 = 0, Y_5 = 0$  e  $Y_6 = 0 \Rightarrow$  O padrão reconhecido é “1”;
- $Y_1 = 0, Y_2 = 0, Y_3 = 1, Y_4 = 0, Y_5 = 0$  e  $Y_6 = 0 \Rightarrow$  O padrão reconhecido é “2”;
- $Y_1 = 0, Y_2 = 0, Y_3 = 0, Y_4 = 1, Y_5 = 0$  e  $Y_6 = 0 \Rightarrow$  O padrão reconhecido é “3”;
- $Y_1 = 0, Y_2 = 0, Y_3 = 0, Y_4 = 0, Y_5 = 1$  e  $Y_6 = 0 \Rightarrow$  O padrão reconhecido é “4”;
- $Y_1 = 0, Y_2 = 0, Y_3 = 0, Y_4 = 0, Y_5 = 0$  e  $Y_6 = 1 \Rightarrow$  O padrão reconhecido é “5”;
- Outros casos  $\Rightarrow$  O padrão é desconhecido.

Assim como nos exercícios anteriores, o objetivo é verificar a quantidade de épocas necessárias para treinamento e testar o reconhecimento de distorções dos padrões base. As distorções dos padrões de “0” a “5” utilizadas nos testes deste exercício são apresentadas nas figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Para testar o comportamento ao receber como entrada um padrão bem diferente do que se deseja reconhecer foram utilizadas as entradas apresentadas na figura 8.

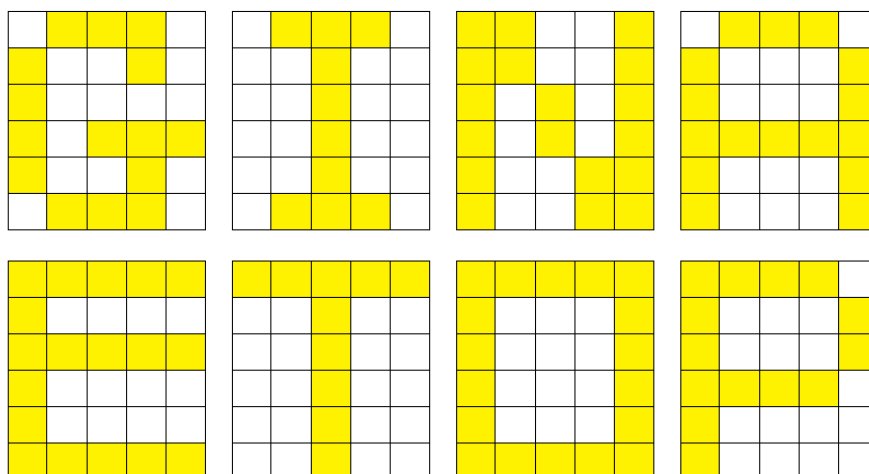


Figura 8. Padrões diferentes dos dígitos de 0 a 5

O algoritmo foi executado uma vez para a inicialização zerada e três vezes para a inicialização aleatória.

##### 4.1. Resultados utilizando inicialização zerada

Descrição dos resultados obtidos inicializando o vetor de pesos com todos os valores iguais a zero.

- Quantidade de épocas: 7;
- Vetores de pesos:
 
$$W_1 = \{ -1.00, 1.00, 0.00, 0.00, -1.00, 1.00, -1.00, -1.00, -1.00, 1.00, 1.00, -1.00, -2.00, -2.00, 1.00, 1.00, -1.00, -2.00, -1.00, 1.00, 2.00, 0.00, -1.00, -1.00, 1.00, -1.00, 0.00, 0.00, 0.00, -1.00, -2.00 \};$$

$$W_2 = \{ 0.00, -1.00, 0.00, -1.00, 0.00, 0.00, 0.00, 1.00, -1.00, 0.00, 0.00, 0.00, 1.00, -1.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, -1.00, 1.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00 \};$$

$$W_3 = \{ -1.00, 1.00, 0.00, 0.00, -2.00, -1.00, 1.00, -1.00, 2.00, -1.00, -1.00, -2.00, -3.00, 0.00, -2.00, -1.00, -1.00, 1.00, -1.00, -2.00, 0.00, 3.00, -1.00, -1.00, -2.00, 2.00, 0.00, 0.00, -1.00, 0.00 \};$$

$$W_4 = \{ -1.00, 0.00, 0.00, -1.00, 0.00, -1.00, -4.00, 0.00, -1.00, 4.00, -1.00, 0.00, 0.00, -1.00, 0.00, -1.00, -1.00, -1.00, -1.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, -1.00, 0.00, 0.00, 0.00, -1.00, 0.00 \};$$

$$W_5 = \{ 1.00, -1.00, -1.00, 0.00, -1.00, 1.00, -1.00, 0.00, 1.00, 0.00, 1.00, -1.00, -1.00, 0.00, -1.00, 1.00, 1.00, 1.00, 1.00, -1.00, 0.00, 0.00, 0.00, 1.00, -1.00, 0.00, -1.00, -1.00, 0.00, -1.00 \};$$

$$W_6 = \{ 0.00, 0.00, -1.00, 0.00, 2.00, -1.00, 4.00, -1.00, -1.00, -5.00, -1.00, 2.00, 1.00, 1.00, 1.00, -1.00, 0.00, -2.00, 0.00, 1.00, -1.00, -1.00, -1.00, 0.00, 1.00, -2.00, -1.00, -1.00, -1.00, 0.00 \};$$
- Quantidade de identificações corretas do padrão “0” distorcido: 10;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “1” distorcido: 8;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “2” distorcido: 10;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “3” distorcido: 7;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “4” distorcido: 8;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “5” distorcido: 10;
- Falhas nas distorções 7 e 8 do padrão “1”;
- Falhas nas distorções 2, 3 e 7 do padrão “3”;
- Falhas nas distorções 5 e 8 do padrão “4”;
- O padrão ‘G’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘I’ foi reconhecido como 1;
- O padrão ‘N’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘A’ foi reconhecido como 0;
- O padrão ‘E’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘T’ foi reconhecido como 1;
- O padrão ‘O’ foi reconhecido como 0;
- O padrão ‘P’ não foi reconhecido.

## 4.2. Resultados utilizando inicialização aleatória

Descrição dos resultados obtidos inicializando o vetor de pesos com valores reais aleatórios no intervalo  $[-1, 1]$ .

### 4.2.1. Primeira execução:

- Quantidade de épocas: 7;
- Vetores de pesos:
 
$$W_1 = \{ -1.50, 1.50, 0.00, -1.00, -1.50, 0.00, -1.00, -1.00, -1.00, 0.00, 0.50, -1.50, -2.50, -1.50, 0.50, 1.50, -0.50, -2.00, -0.50, 0.00, \}$$



$$\begin{aligned}
& 2.50, -1.00, -1.00, -1.50, \quad 0.00, -1.00, -0.50, -1.00, -1.00, -1.50\}; \\
W_2 = \{ & 0.50, -1.00, \quad 0.50, -1.00, -0.50, -1.00, \quad 0.50, \quad 1.50, -0.50, \quad 0.00, \\
& 0.50, \quad 0.50, \quad 1.00, -1.50, -0.50, -1.00, -0.50, \quad 0.50, -0.50, -1.00, \\
& 0.50, -2.00, \quad 1.00, -0.50, -0.50, \quad 0.50, \quad 0.50, -0.50, -0.50, \quad 0.00\}; \\
W_3 = \{ & -1.00, \quad 0.50, \quad 0.00, \quad 0.00, -2.00, \quad 0.00, \quad 0.00, \quad 0.00, \quad 0.00, -2.00, \\
& 0.00, -1.50, -1.00, -0.50, -1.00, \quad 0.00, \quad 0.00, \quad 0.50, -0.50, -2.00, \\
& -0.50, \quad 1.50, -1.00, \quad 0.00, -2.00, \quad 0.00, \quad 0.00, -1.00, \quad 0.50, -1.00\}; \\
W_4 = \{ & -1.00, \quad 0.50, \quad 0.00, \quad 0.50, -0.50, \quad 0.00, -3.00, \quad 0.00, -0.50, \quad 2.50, \\
& -0.50, \quad 0.50, \quad 0.50, \quad 0.00, -1.00, \quad 0.00, -0.50, \quad 0.00, -0.50, \quad 0.00, \\
& -0.50, -0.50, -1.00, -1.00, \quad 0.00, -0.50, -0.50, -0.50, -0.50, -1.00\}; \\
W_5 = \{ & 0.00, \quad 0.00, -0.50, -1.00, \quad 0.50, \quad 0.50, \quad 0.50, \quad 0.00, \quad 0.50, -1.00, \\
& 0.00, \quad 0.00, -0.50, -1.00, \quad 0.00, \quad 0.00, \quad 0.50, \quad 0.50, \quad 0.50, -0.50, \\
& -0.50, \quad 0.50, -0.50, \quad 0.50, -0.50, -0.50, -0.50, \quad 0.00, -0.50, -1.00\}; \\
W_6 = \{ & 0.00, \quad 0.00, -1.00, \quad 0.00, \quad 2.50, -3.00, \quad 3.00, -0.50, -1.00, -4.50, \\
& -2.00, \quad 3.50, \quad 1.00, \quad 1.50, \quad 0.00, -1.50, \quad 0.50, -2.50, \quad 0.00, \quad 1.00, \\
& -1.50, -2.00, -1.00, -1.00, \quad 0.00, -2.50, -2.00, -0.50, -2.00, \quad 0.00\};
\end{aligned}$$

- Quantidade de identificações corretas do padrão “0” distorcido: 3;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “1” distorcido: 9;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “2” distorcido: 4;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “3” distorcido: 4;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “4” distorcido: 5;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “5” distorcido: 6;
- Falhas nas distorções 3, 4, 5, 6, 8, 9 e 10 do padrão “0”;
- Falha na distorção 8 do padrão “1”;
- Falhas nas distorções 3, 4, 5, 8, 9 e 10 do padrão “2”;
- Falhas nas distorções 1, 2, 3, 4, 7 e 9 do padrão “3”;
- Falhas nas distorções 3, 7, 8, 9 e 10 do padrão “4”;
- Falhas nas distorções 4, 5, 7 e 10 do padrão “5”;
- O padrão ‘G’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘I’ foi reconhecido como 1;
- O padrão ‘N’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘A’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘E’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘T’ foi reconhecido como 1;
- O padrão ‘O’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘P’ não foi reconhecido.

#### 4.2.2. Segunda execução:

- Quantidade de épocas: 8;
- Vetores de pesos:

$$\begin{aligned}
W_1 = \{ & -1.00, -1.00, -0.50, -1.00, \quad 0.00, \quad 1.00, -1.00, -1.00, -0.50, \quad 0.00, \\
& 0.50, \quad 0.00, -1.00, -1.50, \quad 0.00, \quad 1.00, -0.50, -1.00, -1.00, \quad 1.50, \\
& 0.00, -0.50, -1.00, -1.00, \quad 1.50, -1.00, \quad 0.00, \quad 0.00, \quad 0.00, -1.50\}; \\
W_2 = \{ & 0.50, -1.50, -0.50, -1.00, \quad 0.00, \quad 0.00, \quad 0.00, \quad 1.50, -1.00, \quad 0.50, \\
& 0.00, \quad 0.50, \quad 1.50, -1.50, -1.00, -1.00, \quad 0.00, -0.50, \quad 0.50, -0.50, \\
& 0.50, -1.00, \quad 1.00, \quad 0.00, -1.00, \quad 0.00, -1.00, \quad 0.00, \quad 0.50, \quad 0.50\}; \\
W_3 = \{ & -1.50, \quad 1.00, \quad 0.50, \quad 0.00, -1.00, -0.50, \quad 1.50, -2.00, \quad 1.00, -0.50, \\
& -0.50, -1.00, -1.50, \quad 1.50, -1.50, -1.00, -2.00, \quad 0.50, -1.50, -1.00,
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -0.50, 3.00, -1.50, -1.50, -1.50, 2.00, 1.50, 0.00, -1.00, 0.00\}; \\
W_4 = \{ & -0.50, 0.00, -0.50, -0.50, 0.00, -1.50, -6.50, -0.50, -1.00, 6.00, \\
& -1.00, 0.00, 0.50, 0.50, 0.50, -2.00, -0.50, -2.00, 0.50, -1.00, \\
& -0.50, 0.00, -2.00, 0.50, 0.00, -0.50, -1.50, -1.00, -0.50, 0.50\}; \\
W_5 = \{ & 1.00, -1.00, -2.00, 0.00, -1.50, 0.00, -1.00, 0.00, 0.50, 0.00, \\
& 0.50, -1.00, -1.00, -0.50, -0.50, 0.50, 0.50, 1.00, 0.50, -2.00, \\
& 0.00, -0.50, 0.00, 0.50, -0.50, 0.00, -1.50, -1.50, 0.50, -1.00\}; \\
W_6 = \{ & 0.00, 0.00, -1.00, 0.00, 1.00, -2.00, 2.00, -1.50, -1.50, -4.00, \\
& -0.50, 1.00, 0.50, 1.50, 1.50, -1.00, 0.50, -2.00, 0.00, 1.00, \\
& -1.00, -1.00, -2.00, -1.00, 1.50, -2.00, -1.00, -1.50, -2.00, 0.00\};
\end{aligned}$$

- Quantidade de identificações corretas do padrão “0” distorcido: 6;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “1” distorcido: 7;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “2” distorcido: 10;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “3” distorcido: 8;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “4” distorcido: 9;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “5” distorcido: 5;
- Falhas nas distorções 5, 8, 9 e 10 do padrão “0”;
- Falhas nas distorções 5, 6 e 8 do padrão “1”;
- Falhas nas distorções 7 e 10 do padrão “3”;
- Falhas na distorção 8 do padrão “4”;
- Falhas nas distorções 4, 5, 6, 7 e 10 do padrão “4”;
- O padrão ‘G’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘I’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘N’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘A’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘E’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘T’ foi reconhecido como 1;
- O padrão ‘O’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘P’ foi reconhecido como 4.

#### 4.2.3. Terceira execução:

- Quantidade de épocas: 9;
- Vetores de pesos:
$$\begin{aligned}
W_1 = \{ & -1.00, 0.00, 0.50, 0.00, -1.00, 1.00, -2.00, -2.00, -0.50, 1.00, \\
& 0.00, -0.50, -1.50, 0.00, 0.50, 1.00, -1.00, -0.50, 0.00, 1.50, \\
& 0.00, -0.50, -1.50, -0.50, 0.50, -0.50, -0.50, -1.00, -1.00, -0.50\}; \\
W_2 = \{ & -1.00, -2.50, -1.00, -2.50, -0.50, -0.50, 0.00, 1.00, -1.50, -1.00, \\
& -1.00, -1.00, 1.00, -2.00, -1.00, -0.50, -0.50, 0.50, 0.00, -1.00, \\
& -1.00, -1.00, 1.50, -0.50, -1.50, 1.00, 0.50, -0.50, -1.00, -0.50\}; \\
W_3 = \{ & -0.50, 0.50, -1.00, -0.50, -0.50, -0.50, 1.50, -2.00, 0.00, -2.00, \\
& -0.50, -2.00, -1.50, -1.00, -1.50, -2.00, -1.50, 0.50, -0.50, -1.00, \\
& -1.00, 1.50, -2.00, -0.50, -1.00, 1.00, 0.00, 0.50, -1.50, -0.50\}; \\
W_4 = \{ & -1.50, 0.00, -1.00, -1.00, 1.00, -2.00, -7.50, -0.50, -1.00, 6.50, \\
& -1.50, 0.50, 0.00, -0.50, 0.00, -3.00, -1.50, -0.50, -1.50, -0.50, \\
& -0.50, -0.50, 0.50, -2.00, 0.50, 0.50, 0.00, -0.50, -0.50, 0.00\}; \\
W_5 = \{ & 1.50, -0.50, -1.00, -1.00, -1.00, 1.00, -1.00, -1.00, 0.50, 0.50, \\
& 0.00, -1.00, -1.00, 0.50, -1.00, 1.50, 1.00, 1.50, 1.00, -1.00, \\
& 0.50, 0.00, -1.00, 1.00, -1.00, 0.50, -1.00, -1.00, -0.50, -2.00\};
\end{aligned}$$

$$W_6 = \{ \begin{array}{l} 0.50, -1.00, -0.50, -1.00, \quad 1.50, -0.50, \quad 0.50, -1.50, -2.00, -2.50, \\ -0.50, \quad 1.50, \quad 0.50, \quad 0.50, \quad 0.00, -1.00, -1.00, -3.00, \quad 0.50, \quad 1.50, \\ -2.00, -0.50, -1.00, \quad 0.00, \quad 0.00, -3.00, -0.50, -0.50, -0.50, -1.00 \end{array} \};$$

- Quantidade de identificações corretas do padrão “0” distorcido: 6;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “1” distorcido: 4;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “2” distorcido: 1;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “3” distorcido: 9;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “4” distorcido: 10;
- Quantidade de identificações corretas do padrão “5” distorcido: 5;
- Falhas nas distorções 4, 5, 9 e 10 do padrão “0”;
- Falhas nas distorções 5, 6, 7, 8, 9 e 10 do padrão “1”;
- Falhas nas distorções 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10 do padrão “2”;
- Falha na distorção 10 do padrão “3”;
- Falhas nas distorções 4, 5, 7, 8 e 10 do padrão “5”;
- O padrão ‘G’ foi reconhecido como 4;
- O padrão ‘I’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘N’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘A’ foi reconhecido como 0;
- O padrão ‘E’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘T’ não foi reconhecido;
- O padrão ‘O’ foi reconhecido como 0;
- O padrão ‘P’ não foi reconhecido.

## 5. Conclusão

Utilizando apenas um neurônio a quantidade de falsos positivos era muito grande: todas as entradas eram jogados para o padrão 0 ou 1, mesmo não possuindo nada em comum. Com o aumento da quantidade de neurônios mais entradas foram não reconhecidas, mas a precisão do reconhecimento aumentou.

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que quanto maior a quantidade de neurônios mais exigente é o sistema de reconhecimento, o que costuma torná-lo mais preciso, pois reduz a quantidade de falsos reconhecimentos positivos, embora aumente a quantidade de reconhecimentos negativos.