

**Cursos:** Bacharelado em Ciência da Computação e  
Bacharelado em Sistemas de Informação

**Disciplinas:** (1493A) Teoria da Computação e Linguagens Formais,  
(4623A) Teoria da Computação e Linguagens Formais e  
(1601A) Teoria da Computação

**Professora:** Simone das Graças Domingues Prado

**e-mail:** [simonedp@fc.unesp.br](mailto:simonedp@fc.unesp.br)

**home-page:** [wwwp.fc.unesp.br/~simonedp/discipl.htm](http://wwwp.fc.unesp.br/~simonedp/discipl.htm)

## Apostila 04 - Máquina de Turing

### Exercícios

- Qual a linguagem aceita pela Máquina de Turing  $M = (\{q_0, q_1, q_2, q_3\}, \{a, b\}, \{a, b, \square\}, \delta, q_0, \{q_3\})$ , onde:  
 $\delta(q_0, a) = (q_1, a, R)$ ,  
 $\delta(q_0, b) = (q_2, b, R)$ ,  
 $\delta(q_1, b) = (q_1, b, R)$ ,  
 $\delta(q_1, \square) = (q_3, \square, R)$ ,  
 $\delta(q_2, a) = (q_3, a, R)$ ,  
 $\delta(q_2, b) = (q_2, b, R)$ .
- Construa Máquinas de Turing que aceitem as linguagens:
  - $L = L(aba^*b)$
  - $L = \{ w \mid na(w) = nb(w) = nc(w) \}$
  - $L = \{ 0^n 1^n \mid n \geq 0 \}$
  - $L = \{ a^n b^n a^n \mid n \geq 1 \}$
  - $L = \{ a^n b^n c^n \mid n \geq 0 \}$
  - $L = \{ a^n b^n c^{2n} \mid n \geq 0 \}$
  - $L = \{ a^n b^{2n} c^{3n} \mid n \geq 0 \}$
  - $L = \{ a^i b^j a^k \mid j = \max(i, k) \}$
  - $L = \{ a^i b^j a^k \mid i = j \text{ ou } j = k \}$
  - $L = \{ a^i b^j a^k \mid i < j < k \}$
  - $L = \{ x^n y^{2n} z^n : n \geq 1 \}$
  - $L = \{ a^n b^{3n} : n \geq 1 \}$

- m)  $L = \{ x^m y^n x^m y^n : m, n \geq 1 \}$
- n)  $L = \{ w : w \in \{a\}^* \text{ e } |w| \text{ é par} \}$
- o)  $L = \{ cwc : w \in \{a,b\}^* \}$
- p)  $L = \{ ww^R : w \in \{a,b\}^* \}$
- q)  $L = \{ wcw^R : w \in \{a,b\}^* \}$
- r)  $L = \{ wc^n w^R : w \in \{a,b\}^*, n \geq 1 \}$
- s)  $L = \{ wc^n w^R : w \in \{a,b\}^*, n = |w| \}$
- t)  $L = \{ w : w \in \{a,b\}^*, \text{ onde } w \text{ é permutação de } a^n, b^n, c^n \text{ para } n \geq 0 \}$
- u)  $L = \{ w : w \in \{a,b,c\}^* \mid |w|_a = |w|_b = |w|_c \}$

3. Projete Máquinas de Turing que calcule as funções:

- a)  $f(x) = xx$ , para  $x \in \{a,b\}^*$
- b)  $f(x,y) = x - y$ , para  $x$  e  $y$  inteiros e positivos, com  $x > y$
- c)  $f(x,y) = x - y$ , para  $x$  e  $y$  inteiros e positivos
- d)  $f(x,y) = 3 * x$ , para  $x$  inteiro e positivo.
- e)  $f(x,y) = x * y$ , para  $x$  e  $y$  inteiros e positivos
- f)  $f(x,y) = x/y$ , para  $x$  e  $y$  inteiros e positivos e com  $x$  divisível por  $y$
- g)  $f(x,y) = x/y$ , para  $x$  e  $y$  inteiros e positivos
- h)  $f(x,y) = x \% y$ , para  $x$  e  $y$  inteiros e positivos (resto da divisão inteira)

4. Construa uma **Máquina de Turing** que receba uma cadeia de 1's e 0's:  $M = (Q, \{0,1\}, \Gamma, \delta, q_0, F)$  que resolva o comando: *Se 1 então soma elementos senão zera número*

Ou seja,

- (1) se a MT recebe uma cadeia do tipo “1011111011” então deve calcular a soma de “11111” por “11”, que dá “111111” e ficar com a fita: “10111110110111111”,
- (2) se receber a cadeia “0011111011”, então deve zerar o número e ficar com a fita: “101111101100”.

5. Construa uma **Máquina de Turing** que receba uma cadeia de 1's e 0's:  $M = (Q, \{0,1\}, \Gamma, \delta, q_0, F)$  que resolva o comando: *Se 1 então calcula divisão inteira senão calcula resto divisão inteira*

Ou seja:

- (1) Se a MT recebe uma cadeia do tipo “1011111011” então deve calcular a divisão inteira de “11111” por “11”, que dá “11” e ficar com a fita: “1011111011011”. Suponha que a Máquina de Turing para calcular a divisão inteira entre dois números está pronta e é da forma: MDI =  $(Q, \{0,1\}, \Gamma, \delta, q_0, \{q_{fd}\})$ , onde o  $q_0$  deverá estar no início da fita, ou seja, no primeiro 1.
- (2) Se receber a cadeia “0011111011”, então deve calcular o resto da divisão inteira e ficar com a fita: “001111101101”.

6. Construa uma Máquina de Turing que converta um número na base unária para a base binária para números naturais maiores que zero.

7. Construa uma Máquina de Turing que converta um número na base binária para a base unária para números naturais maiores que zero.

8. Construa uma Máquina de Turing que dado um número na base binária, ele devolve o incremento deste número. Na linguagem C seria o  $x++$ .

9. Construa uma Máquina de Turing que dado um número na base binária, ele devolve o decremento deste número. Na linguagem C seria o x--.
10. Construa uma Máquina de Turing que verifica se um número (na base binária) é par. Se for, retorna 1, senão retorna zero. Por exemplo: entra na MT  $w = 111$  e sai  $w = 111\$0$ .
11. Escreva o comando abaixo usando uma Máquina de Turing, sabendo que x está escrito na base binária:
 

```
if (x%2 == 1 ) then x--;
else x++;
```
12. Construa uma Máquina de Turing que trabalha sobre cadeias do tipo  $\{a,b\}^*$  e conte quantas letras a's e b's aparecem nesta cadeia. O número deverá estar na base unária. Por exemplo, se entrada = aaabbaa, então a saída = aaabbaabb\$11111\$111.
13. Construa uma Máquina de Turing que calcule o tamanho de uma cadeia w, onde  $w \in \{a,b\}^*$ , onde o tamanho deverá estar escrito na base unária. (A Máquina de Turing simulará o comando **strlen()** da linguagem C). Por exemplo: entrada = abaaba, saída = abaaba\$111111.
14. Construa uma Máquina de Turing que simule o comando **strncpy(w1, w2, qt)** da linguagem C, sabendo que as cadeias são do tipo  $\{a,b\}^*$  e a quantidade estará escrita em base unária. Por exemplo, se entrada = aaabbaa\$1111, então a saída = aaabbaa\$1111#aaab
15. Sabe-se que o comando **strncmp()** da linguagem C compara lexicograficamente não mais que maxlen caracteres das duas strings terminadas com nulo e devolve um inteiro baseado no resultado. O protótipo da função é da forma:
 

```
int strncmp(const char *s1, const char *s2, size_t maxlen);
```

 Construa uma Máquina de Turing que ao receber duas cadeias w1 e w2 (com  $w1$  e  $w2 \in \{a,b\}^*$ ) e um valor X em unário simule o comando **strncmp()** da linguagem C. Se X primeiros caracteres de w1 e w2 forem iguais, coloque 1 no final da fita. Caso contrário coloque 0. Por exemplo: entrada = aabb\$aaba\$111, então saída = aabb\$aaba\$111#1
16. Construa uma Máquina de Turing que trabalha sobre cadeias do tipo  $\{a,b\}^*$ . Verifique se a cadeia de entrada é um palíndromo.
17. Construa uma Máquina de Turing Não Determinística que aceite a linguagem  $L = \{ww : w \in \{a,b\}^+\}$
18. Construa um Autômato Limitado Linearmente que aceite a linguagem  $L = \{w^n : w \in \{a,b\}^+, n \geq 1\}$
19. Construa um Autômato Limitado Linearmente que reconhece a linguagem  $L = \{a^n b^n a^n \mid n \geq 1\}$
20. Construa um Autômato Limitado Linearmente que reconhece a linguagem  $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$