

Universidade Federal Rural de Pernambuco  
 Departamento de Estatística e Informática  
 Bacharelado em Sistemas de Informação  
 Introdução à Teoria da Computação

Lista de exercícios - Máquinas de Turing

1. Construa formalmente Máquinas de Turing (MT) que executem as seguintes computações. Dica: a função  $\delta$  é completamente definida.
  - (a) Reconhecer  $L = \{w \in \{a, b\}^* : w c w^R\}$
  - (b) Reconhecer  $L = \{w \in \{a, b\}^* : w \text{ tem pelo menos uma ocorrência de } bba\}$
  - (c) Reconhecer  $L = \{w \in \{a, b\}^* : w \text{ tem pelo menos dois } a\text{'s e um } b\}$
  - (d) Reconhecer  $L = \{w \in \{a, b\}^* : w \text{ tem o mesmo número de } a\text{'s e } b\text{'s}\}$
  - (e) Reconhecer  $L = \{w \in \{a, b, c\}^* : w = a^n b^{2n} c^{3n}, n \geq 0\}$
2. Usando MTs básicas, forneça MTs para
  - (a) Decidir  $L = \{w \in \{a, b\}^* : w = (abb)^*\}$ .
  - (b) Decidir  $L = \{w \in \{a, b\}^* : |w| \text{ é par}\}$ .
  - (c) Decidir  $L = \{w \in \{a, b\}^* : \text{número de } a\text{'s e } b\text{'s é igual}\}$ .
  - (d) Decidir  $L = \{w \in \{a, b\}^* : w = a^n b^n, n \geq 0\}$ .
  - (e) Decidir  $L = \{w \in \{a, b\}^* : \text{número de } a\text{'s é o dobro do de } b\text{'s}\}$ .
3. Elabore formalmente um MT que compute as seguintes funções numéricas.
  - (a)  $f : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}, f(x) = x + 1$
  - (b)  $f : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}, f(x) = \lfloor \frac{x}{2} \rfloor$
4. Usando MTs básicas e as MTs da questão anterior, elabore uma máquina para computar a função  $f : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}, f(x) = \lfloor \frac{x+2}{4} \rfloor$ .
5. Descreva o objetivo, com precisão, da seguinte MT,  $M = (K, \Sigma, \delta, s, \{h\})$ , onde  $K = \{s, q, h\}$ ,  $\Sigma = \{0, 1, \triangleright, \sqcup\}$  e  $\delta$  é dado pela seguinte tabela. Sua entrada tem a forma  $\triangleright \sqcup w \sqcup$ , onde  $w \in \Sigma_0^*$ .

$p$	$\sigma$	$\delta(p, \sigma)$
$s$	$0$	$(q, \rightarrow)$
$s$	$1$	$(q, \rightarrow)$
$s$	$\sqcup$	$(q, \rightarrow)$
$s$	$\triangleright$	$(s, \rightarrow)$
$q$	$0$	$(s, 1)$
$q$	$1$	$(s, 0)$
$q$	$\sqcup$	$(h, \sqcup)$
$q$	$\triangleright$	$(q, \rightarrow)$

6. Como MTs podem nos ajudar a representar formalmente *softwares*?
7. Prove que o problema da parada é indecidível.
8. Qual a importância da tese de Church-Turing para a computação?
9. A função  $f : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ , tal que  $f(x) = x^2$ , é computável? Justifique.