


Aspectos Teóricos da Computação



Prof. Rodrigo Martins

rodrigo.martins@francomontoro.com.br



Cronograma da Aula

- ◆ Autômatos Finitos
- ◆ Máquinas de estado
- ◆ Grafo de estados

Autômatos Finitos

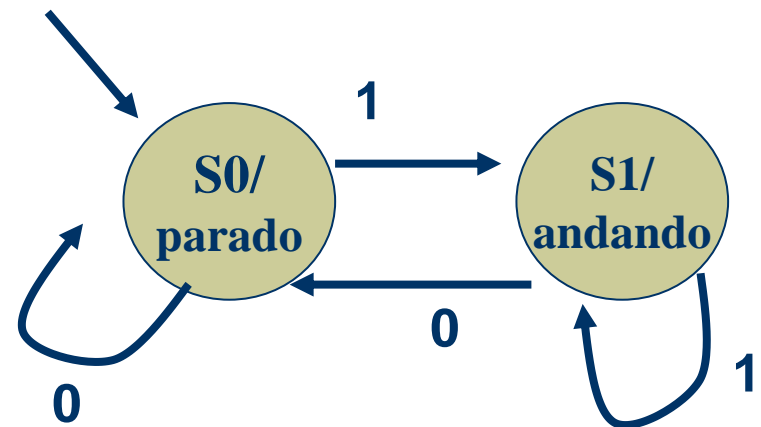
- ◆ Esta aula introduz a classe de linguagens conhecidas como “linguagens regulares”.
- ◆ Essas linguagens são exatamente aquelas que podem ser descritas por autômatos finitos.

Autômatos Finitos

- ◆ Um autômato finito tem um conjunto de estados, e seu controle se desloca de estado para estado em resposta a “entradas” externas.
- ◆ Autômatos finitos podem ser:
 - **determinístico**, que significa que o autômato não pode estar em mais de um estado em qualquer instante.
 - **Não determinísticos**, significa que o autômato pode estar em vários estados ao mesmo tempo.

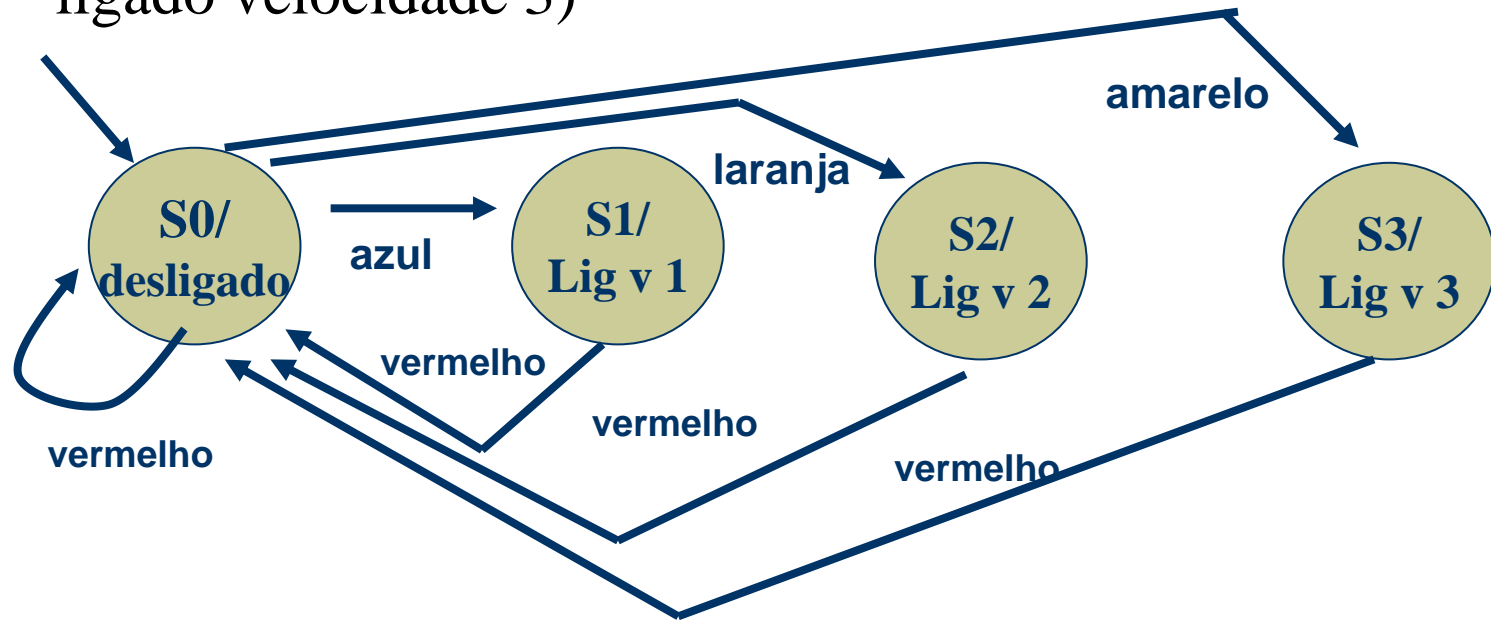
Autômatos Finitos

- ◆ Estados $\{S0, S1\}$
- ◆ Entrada = (0, 1)
- ◆ Saída = (parado, andando)
- ◆ Entrada 0 \rightarrow para
- ◆ Entrada 1 \rightarrow anda



Ventilador...

- ◆ Estados {S0,S1,S2,S3}
- ◆ Entrada=(botão vermelho, azul, laranja amarelo)
- ◆ Saída=(desligado, ligado velocidade 1, ligado velocidade 2 e ligado velocidade 3)



Máquina de Estado Finito

- ◆ Para descrever uma máquina de estado finito em particular, precisamos definir os três conjuntos e as duas funções que a definem. Por exemplo:
- ◆ Seja uma máquina de estado finito M , descrita da seguinte maneira:
- ◆ $M = [S, I, O, f_i \text{ e } f_o]$
- ◆ $S = \{ s_0, s_1, s_2 \}$
- ◆ $I = \{ 0, 1 \}$
- ◆ $O = \{ 0, 1 \}$
- ◆ f_i e f_o funções de input e output (transições).

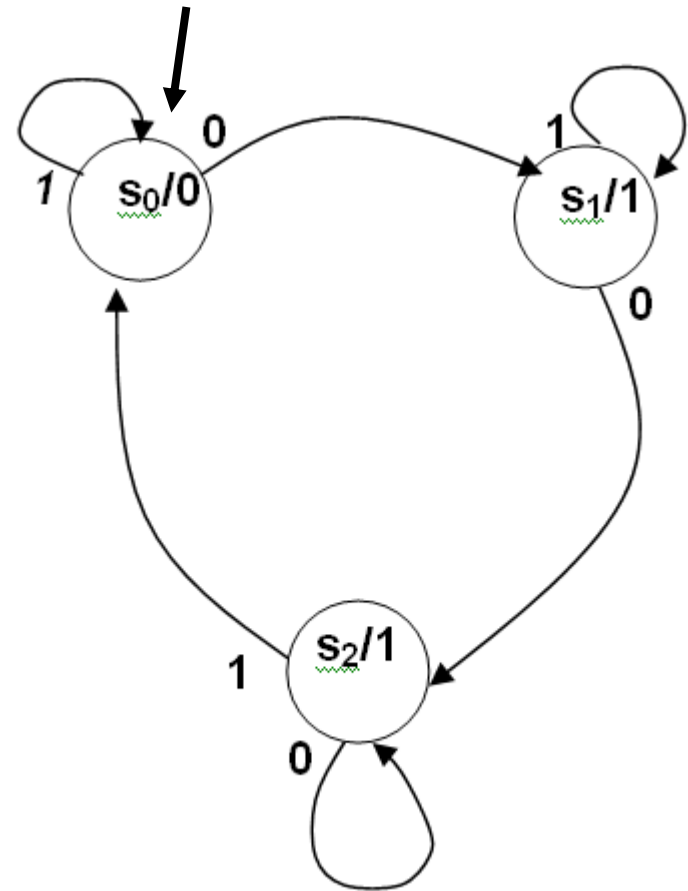
Máquina de Estado Finito

Estado Atual	Próximo Estado		Saída
	Entrada Atual		
	0	1	
s_0	s_1	s_0	0
s_1	s_2	s_1	1
s_2	s_2	s_0	1

- ♦ $M = [S, I, O, f_i \text{ e } f_o]$
- ♦ A máquina M começa no estado s_0 que tem saída 0. Se o primeiro símbolo de entrada for um 0, o próximo estado da máquina é s_1 , que tem saída 1
- ♦ Se o próximo símbolo de entrada for 1, a máquina permanece no estado s_1 , com saída 1.
- ♦ Continuando esta análise, vemos que uma sequência de entrada que consista em caracteres 01101, lidos da esquerda para a direita, produz o seguinte efeito

Grafo de Estados

- ◆ Outra forma de definir as funções f_i e f_o é através de um grafo chamado grafo de estados.



Máquina de Estado Finito.

- O zero inicial da cadeia de saída é supérfluo - ele apenas reflete o estado inicial, e não o resultado de qualquer entrada.

Ciclo	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
Entrada	0	1	1	0	1	-
Estado	s_0	s_1	s_1	s_1	s_2	S_0
Saída	<u>0</u>	1	1	1	1	0

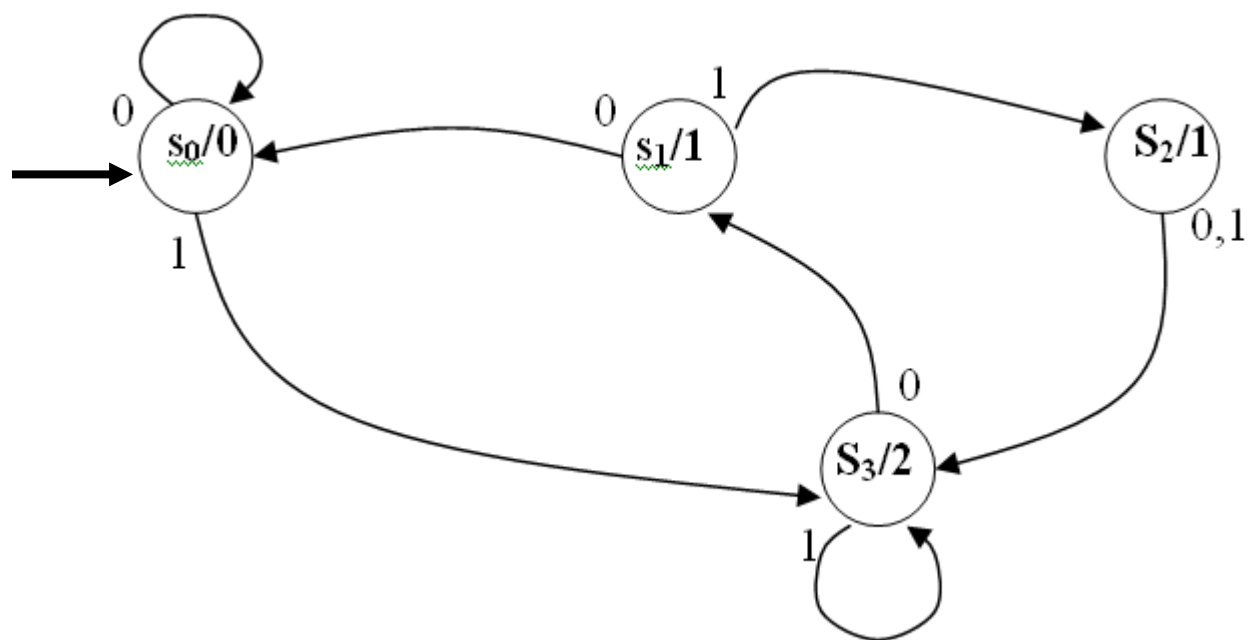
Exemplo 1

- ♦ Para a máquina definida, reproduza a saída para a sequência de entrada 1010.
- ♦ A saída é 00111

Ciclo	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4
Entrada	1	0	1	0	-
Estado	s_0	s_0	s_1	s_1	s_2
Saída	0	0	1	1	1

Exemplo 2

- Uma máquina M é dada pelo grafo de estados.



- Forneça a tabela de estados de M .

A Tabela de Estados

Estado Atual	Próximo Estado		Saída
	Entrada <i>0</i>	Atual <i>1</i>	
s_0	s_0	s_3	<i>0</i>
s_1	s_0	s_2	<i>1</i>
s_2	s_3	s_3	<i>1</i>
s_3	s_1	s_3	<i>2</i>

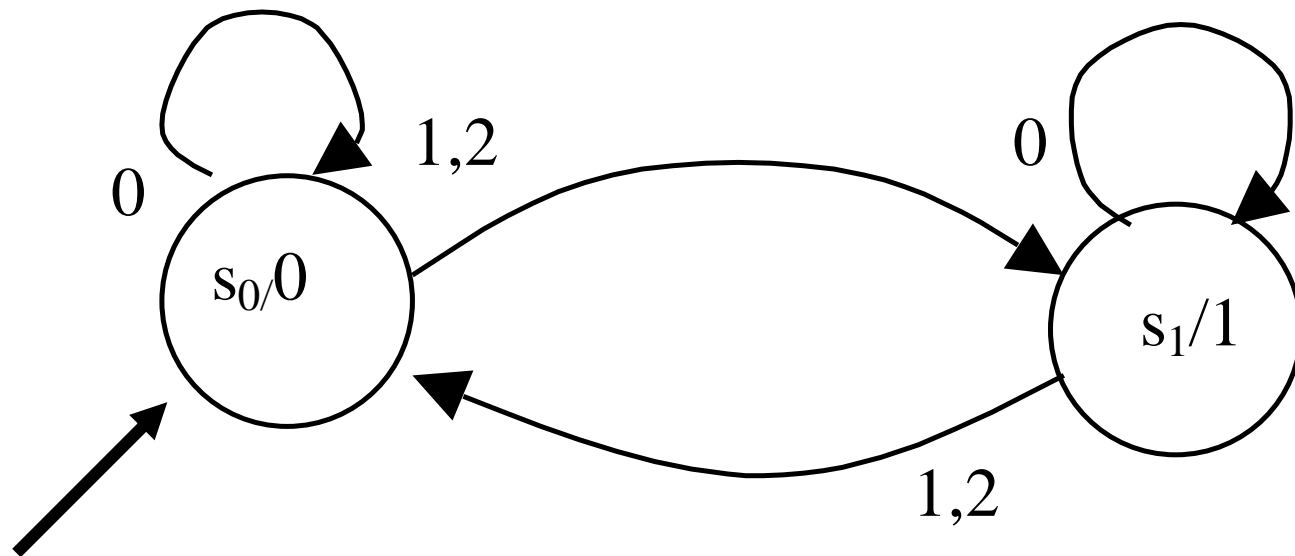
Exemplo 3

- Uma máquina de estados é descrita pela tabela de estados:

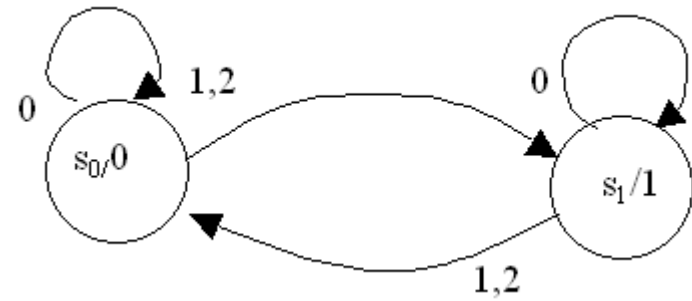
Estado Normal	Próximo Estado			Saída
	Entrada Atual			
	0	1	2	
s_0	s_0	s_1	s_1	0
s_1	s_1	s_0	s_0	1

- Desenhar o grafo de estados para de M

Grafo

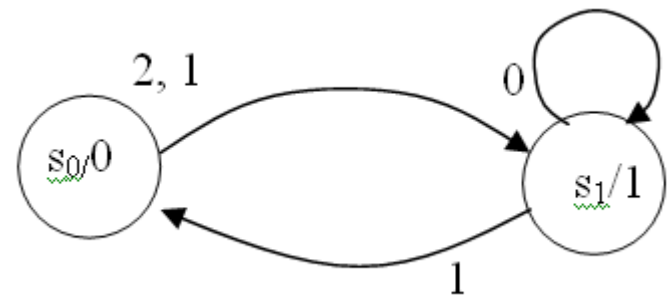


Exemplo 4



- Qual a saída correspondente à sequência de entrada 2110? Mostrar em tabela e em grafo (caminho!).

Ciclo	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4
Entrada	2	1	1	0	
Estado	s_0	s_1	s_0	s_1	s_1
Saída	0	1	0	1	1



Exercício 1

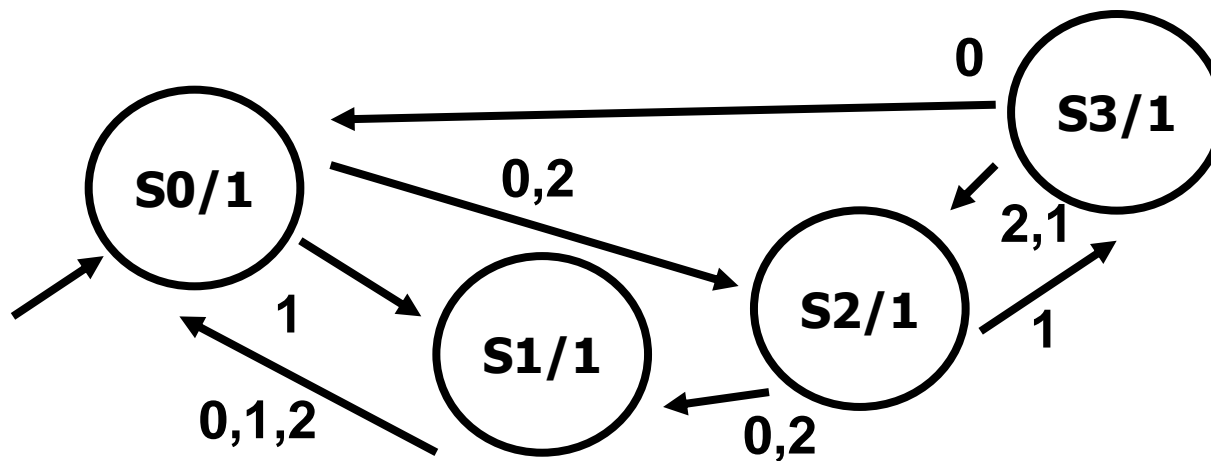
- ♦ Uma máquina M é descrita pela tabela de estados:

Estado atual	Próximo Estado			Saída
	Entrada Atual			
	0	1	2	
s_0	s_0	s_2	s_1	0
s_1	s_1	s_0	s_2	1
s_2	s_1	s_2	s_0	0

- ♦ A – Criar o grafo de estado para M.
- ♦ B – Qual a sequência de saída que corresponde a entrada 211201
- ♦ C – Qual a sequência de saída que corresponde a entrada 2122213

Exercício 2

- Uma máquina M é descrita pelo seguinte grafo:



- A – Criar a tabela de estados para M.
- B – Qual a sequência de saída que corresponde a entrada 211201
- C – Qual a sequência de saída que corresponde a entrada 2122213

Exercício 3

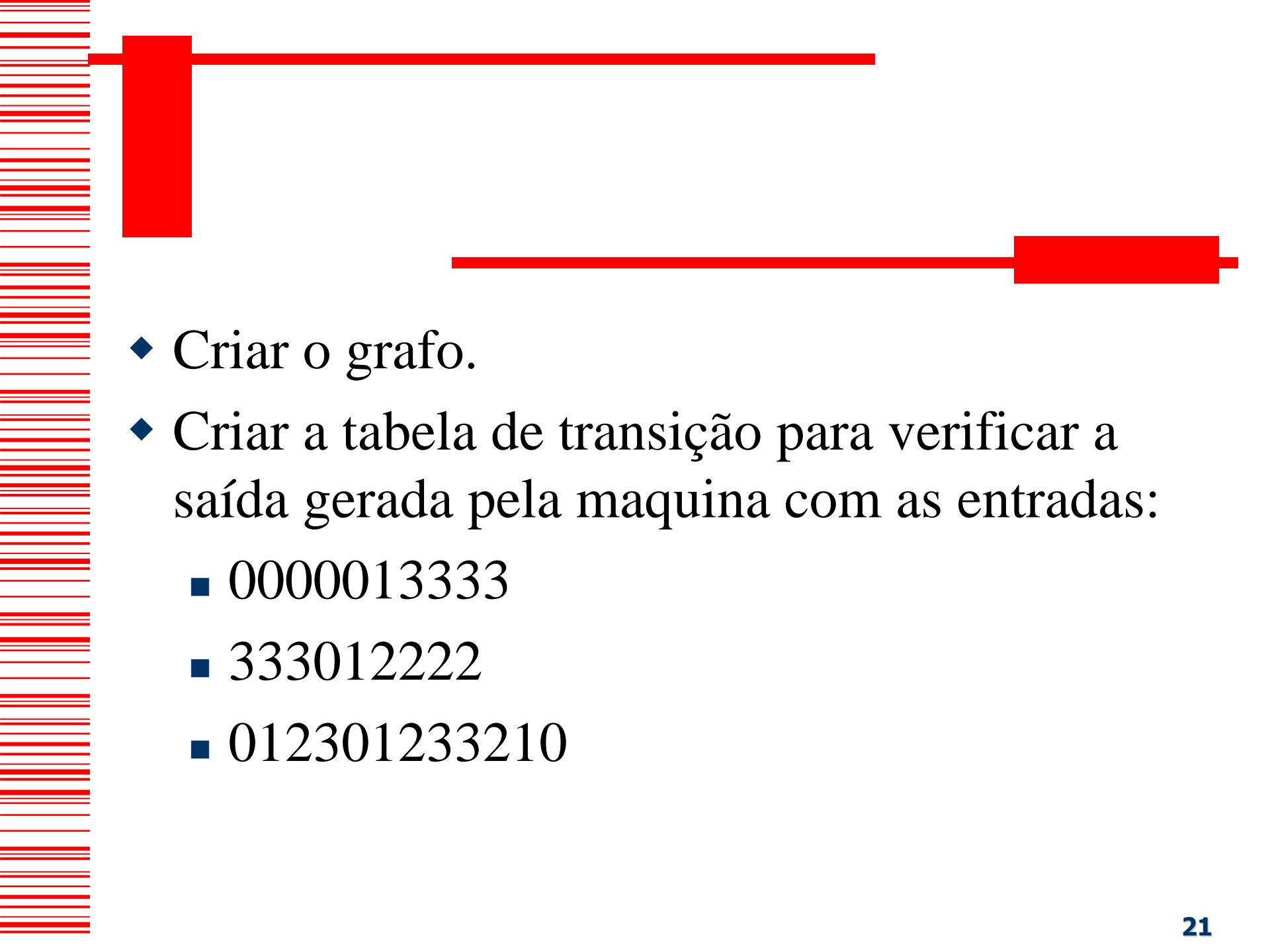
- ♦ Com base na tabela de estados abaixo:
 - A – criar o grafo.
 - B – verificar a saída gerada a partir da entrada 00110101110, para isso gerar a tabela de transição.

Estado Atual	Próximo Estado		Saída
	Entrada Atual		
	0	1	
S_0	S_1	S_0	0
S_1	S_3	S_2	1
S_2	S_4	S_5	1
S_3	S_3	S_4	0
S_4	S_2	S_0	0
S_5	S_3	S_4	0

Exercício 4

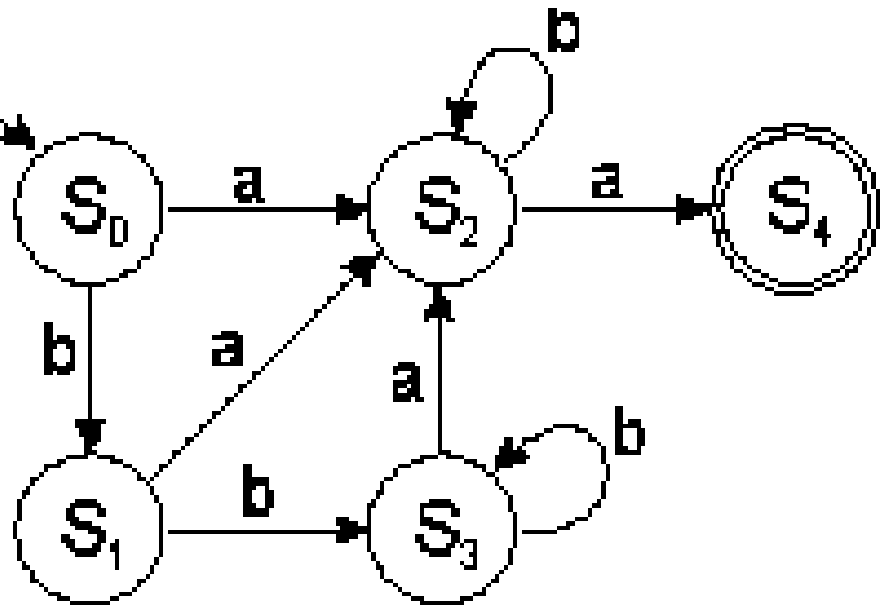
- ◆ Baseado na tabela de estados:

Estado Atual	Próximo Estado				Saída
	Entrada Atual				
	0	1	2	3	
S^0	S^1	S^5	S^0	S^0	0
S^1	S^3	S^4	S^3	S^2	1
S^2	S^4	S^5	S^4	S^5	1
S^3	S^3	S^3	S^0	S^0	2
S^4	S^2	S^0	S^2	S^4	2
S^5	S^3	S^4	S^1	S^0	0

- 
- ◆ Criar o grafo.
 - ◆ Criar a tabela de transição para verificar a saída gerada pela maquina com as entradas:
 - 0000013333
 - 333012222
 - 012301233210

Exercício 5

- Com base no grafo:



- Verifique se o autômato chega ao estado final ao receber como entrada a palavra baba

Referências desta aula

- ◆ HOPCROFT, John E.; MOTWANI, Rajeev; ULLMAN, Jeffrey D. Introdução a teoria de autômatos, linguagens e computação. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

FIM

Obrigado

Rodrigo