

Aspectos Teóricos da Computação

Prof. Rodrigo Martins

rodrigo.martins@francomontoro.com.br

Cronograma da Aula

- ◆ Autômatos Finitos Determinísticos (AFD)
- ◆ Exemplos
- ◆ Exercícios

O que são Autômatos Finitos Determinísticos (AFD)?

- ◆ É um modelo matemático usado na teoria da computação e linguagens formais para representar sistemas lógicos com um número finito de estados.
- ◆ É uma das formas mais simples de máquinas de estados, mas com uma ampla gama de aplicações.

O que são Autômatos Finitos Determinísticos (AFD)?

◆ **Modelo Matemático:**

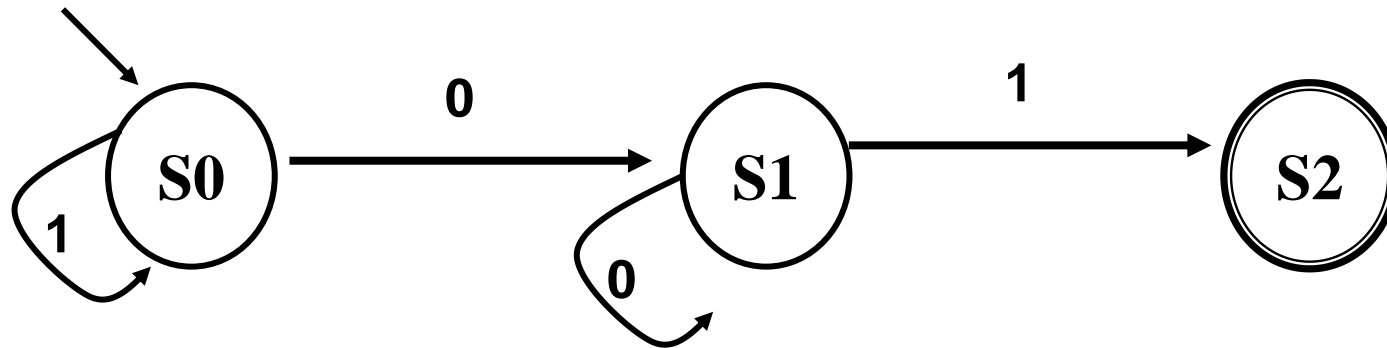
- Um AFD consiste em um conjunto finito de estados e uma função de transição que determina como se passa de um estado para outro, baseado na entrada.
- Ele tem um estado inicial e um ou mais estados finais ou de aceitação.

O que são Autômatos Finitos Determinísticos (AFD)?

◆ **Determinístico:**

- A característica "determinística" significa que, para cada estado e entrada, a função de transição aponta para no máximo um próximo estado.
- Isso implica que, dada uma string de entrada e um estado inicial, o AFD seguirá um único caminho possível através de seus estados.

AFD – Autômato Finito Determinístico



Autômato Finito Determinístico (AFD)

- ◆ Um Autômato Finito Determinístico é uma quintupla:
- ◆ $M = (S, I, t, si, F)$
- ◆ S é o conjunto de estados do controle finito.
- ◆ I é o alfabeto de entrada
- ◆ si é o estado inicial, pertencente a S
- ◆ F é o estados final
- ◆ t representa as funções de transição, regras que definem os próximos estados.
- ◆ Exemplo: $M = (\{q0, q1\}, \{a, b\}, t, q0, \{q1\})$

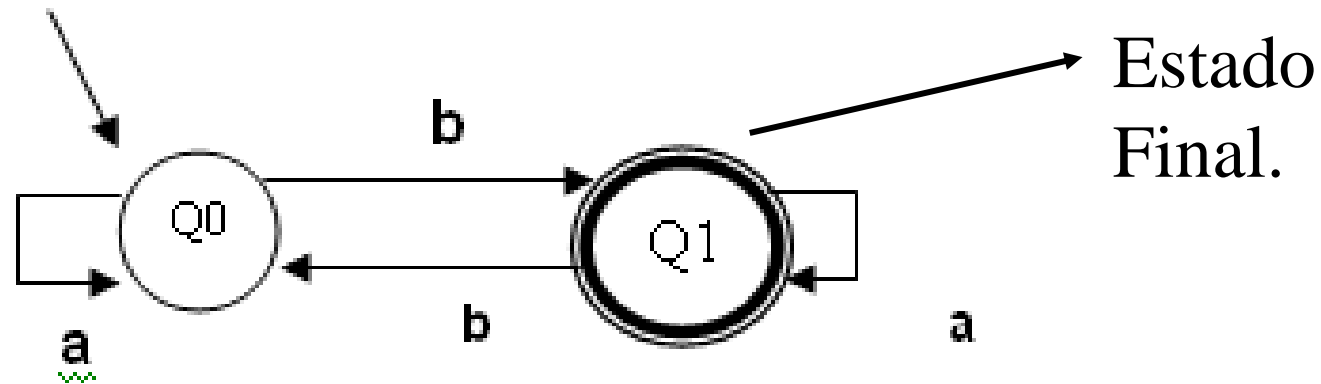
Exemplo 1

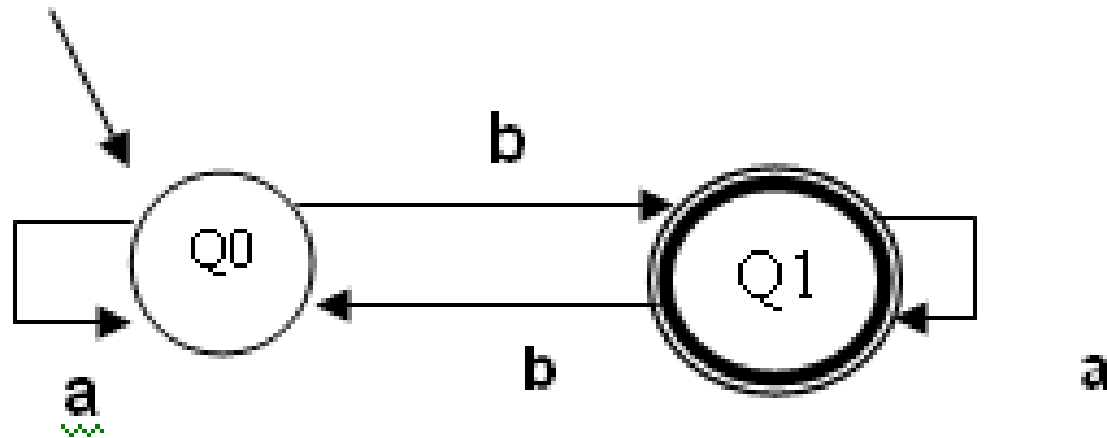
- ◆ Exemplo: $M = (\{q_0, q_1\}, \{a, b\}, t, q_0, \{q_1\})$
- ◆ E a função t , que define próximos estados, ela pode ser definida por:
 - uma tabela ou um grafo com arcos direcionados

Estado Atual	Próximo Estado	
	Entrada Atual a	b
<i>q0</i>	<i>q0</i>	q1
q1	<i>q1</i>	<i>q0</i>

Exemplo 1

- ♦ A função t na forma de grafo de estados ou diagrama de estados é a forma mais fácil de visualizar a função de transição do autômato finito:

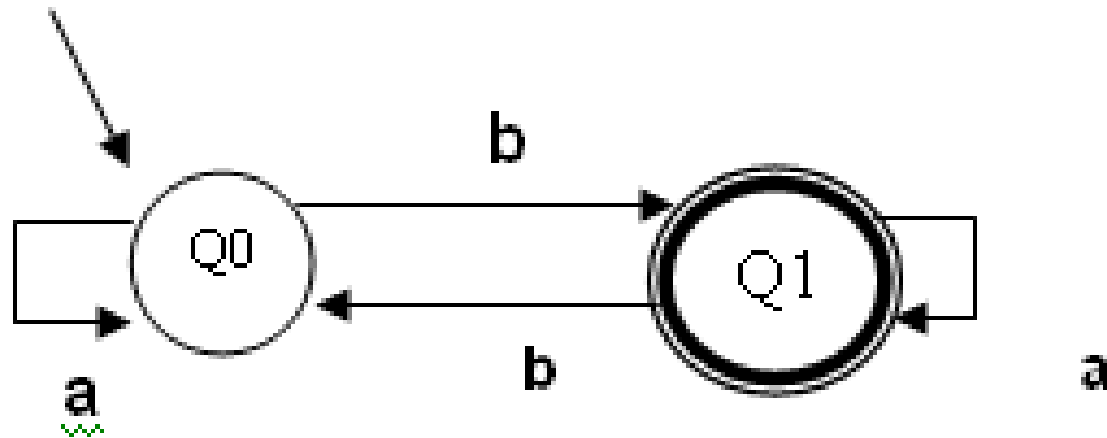




Vamos verificar se a string aabba faz parte da linguagem definida pelo autômato M.

(q0,aabba)	-M	(q0, a abba)	(consumiu o símbolo a)
	-M	(q0, a bba)	(consumiu o símbolo a)
	-M	(q0, b ba)	(consumiu o símbolo b)
	-M	(q1, b a)	(consumiu o símbolo b)
	-M	(q0, a)	(consumiu o símbolo a)
	-M	(q0 , ε)	(consumiu o símbolo a,
restando a cadeia vazia ε)			

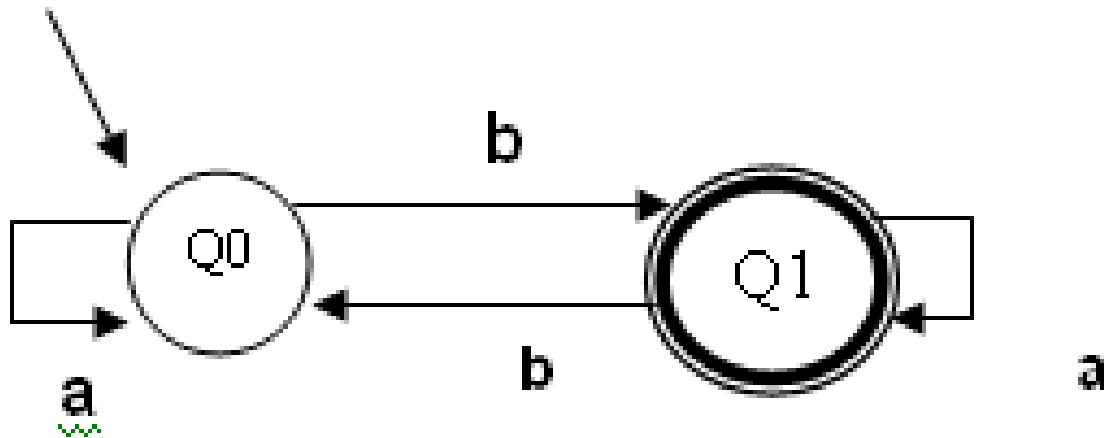
Portanto, o autômato M reconhece a cadeia aabba **MAS NÃO ATINGE O ESTADO FINAL DO AUTOMATO APÓS ENTRADAS...**



Vamos verificar se a string aabba faz parte da linguagem definida pelo autômato M.

(q0,aabbab)	-M	(q0, a abbab)	(consumiu o símbolo a)
	-M	(q0, a bbab)	(consumiu o símbolo a)
	-M	(q0, b bab)	(consumiu o símbolo b)
	-M	(q1, b ab)	(consumiu o símbolo b)
	-M	(q0, a b)	(consumiu o símbolo a)
	-M	(q0, b)	(consumiu o símbolo b)
	-M	(q1 , ε)	(consumiu o símbolo b,
restando a cadeia vazia ε)			

Portanto, o autômato M reconhece a cadeia aabba **E ATINGE O ESTADO FINAL DO AUTOMATO APÓS ENTRADAS...**



NÃO RECONHECENDO A STRING DE ENTRADA.

Vamos verificar se a string aabca faz parte da linguagem definida pelo autômato M.

(q0,aabca)	-M	(q0, a abca)	(consumiu o símbolo a)
	-M	(q0, a bca)	(consumiu o símbolo a)
	-M	(q0, b ca)	(consumiu o símbolo b)
	-M	(q1, c)	(NÃO consumiu símbolo c)
	-M	restando ca e não ϵ)	

Portanto, o autômato M **NÃO** reconhece a cadeia aabca.

Exemplo 2

- ◆ Vamos especificar formalmente em AFD que aceita todos e somente os strings de 0's e 1's que tem a sequência 01 em algum lugar no string. Podemos escrever essa linguagem L como:

$\{w \mid w \text{ é da forma } x01y \text{ para alguns strings } x \text{ e } y \text{ que consistem somente em 0's e 1's}\}$

- ◆ Outra descrição equivalente, usando parâmetros x e y à esquerda da barra vertical é,

$\{x01y \mid x \text{ e } y \text{ são quaisquer strings de 0's e 1's}\}$

Exemplo 2 – cont...

- ◆ Os exemplos de strings na linguagem incluem 01, 11010, e 100011. Os exemplos de strings que não estão na linguagem incluem ε , 0 e 111000.
- ◆ A especificação completa do autômato A que aceita a linguagem L de strings que tem como substring 01, é

$$A = (\{q_0, q_1, q_2\}, \{0,1\}, t, q_0, \{q_1\})$$

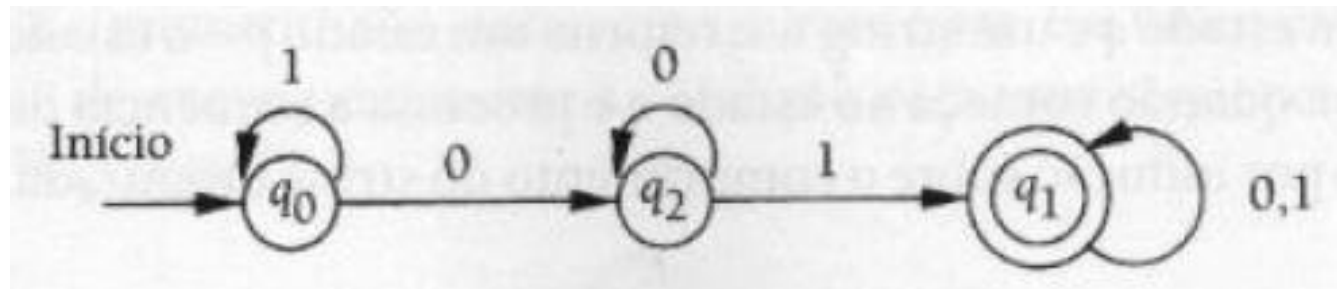
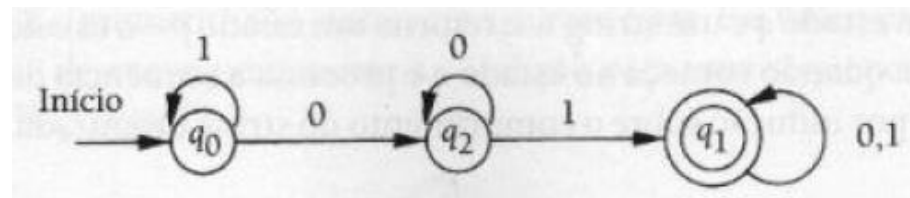


Tabela de transições

- ♦ Uma **tabela de transições** é uma representação convencional e tabular de uma função como t que recebe dois argumentos e retorna um valor.
- ♦ As linhas da tabela correspondem aos estados, e as colunas correspondem às entradas.

	0	1
$\rightarrow q_0$	q_2	q_0
$* q_1$	q_1	q_1
q_2	q_2	q_1

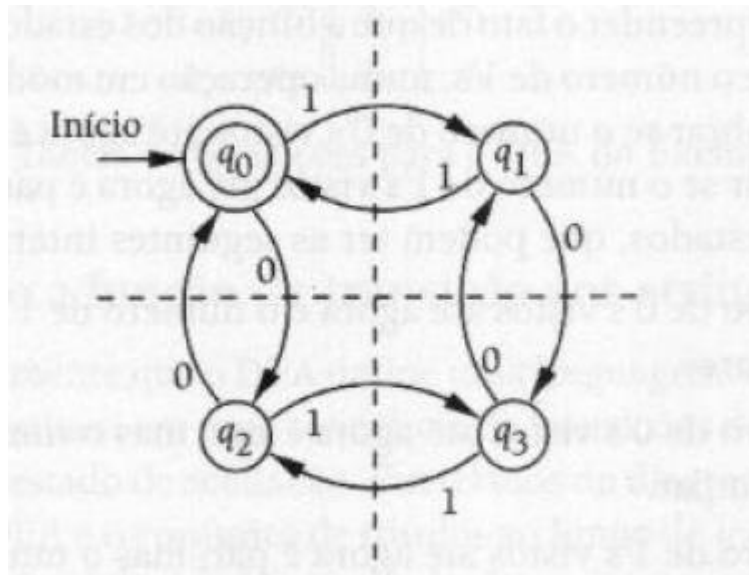


Exemplo 3

- ♦ Vamos projetar um AFD para aceitar a linguagem
- ♦ $L = \{w \mid w \text{ tem ao mesmo tempo um número par de 0's e um número par de 1's}\}$
- ♦ Teremos quatro estados, que podem ter as seguintes interpretações.
 - q0: O número de 0's vistos até agora e o número de 1's vistos até agora são ambos pares.
 - q1: O número de 0's vistos até agora é par, mas o número de 1's vistos até agora é ímpar.
 - q2: O número de 1's vistos até agora é par, mas número de 0's vistos até agora é ímpar.
 - q3: O número de 0's vistos até agora e o número de 1's vistos até agora são ambos ímpares.

Exemplo 3 – cont...

- ♦ A especificação completa do autômato A que aceita a linguagem L é:
 $A = (\{q_0, q_1, q_2, q_3\}, \{0, 1\}, t, q_0, \{q_0\})$



	0	1
*→ q ₀	q ₂	q ₁
q ₁	q ₃	q ₀
q ₂	q ₀	q ₃
q ₃	q ₁	q ₂

Nesta aula vimos...

- ◆ Apresentou como um modelo matemático usado na teoria da computação e linguagens formais para representar sistemas lógicos com um número finito de estados, destacou sua simplicidade e ampla gama de aplicações.
- ◆ Mostrou que um AFD é definido como uma quintupla, incluindo o conjunto de estados, alfabeto de entrada, estado inicial, estados finais e as funções de transição.
- ◆ Apresentou como os estados transitam com base em entradas específicas, usando tabelas e grafos para representar as funções de transição

Exercício 1

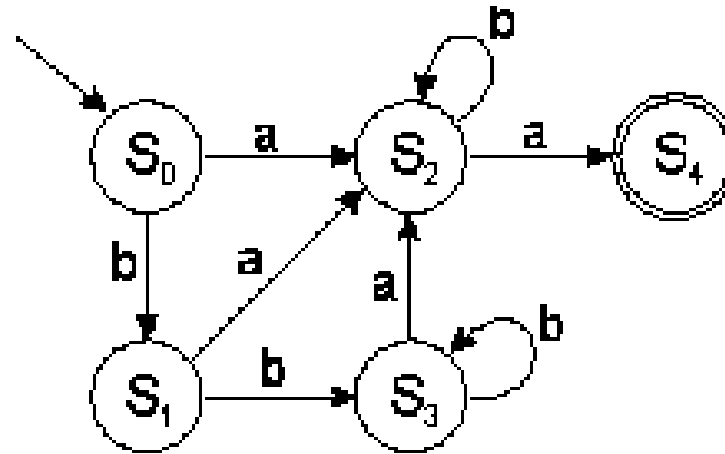
- ◆ Faça o AFD para reconhecer uma cadeia com entrada 11
- ◆ Criar o grafo e a tabela de estados
- ◆ Testar a máquina para a entrada 10111100101.

Exercício 2

- ◆ Faça o AFD para reconhecer a cadeia de entrada 0110.
 - Criar o grafo e a tabela de estados
 - Testar a máquina para a entrada 0110.

Exercício 3

- Com base no grafo:



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

Exercício 4

- ♦ Forneça os autômatos finitos determinísticos que aceitam as seguintes linguagens sobre o alfabeto $\{0,1\}$.
 - a) O conjunto de todos os strings que terminam em 00
 - b) O Conjunto de todos os strings com três 0's consecutivos (não necessariamente no final)
 - c) O conjunto de strings que tem 011 como um substring.

Referência 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