

# Definição de Computação e Linguagem Regular

Esdras Lins Bispo Jr.  
bispojr@ufg.br

Linguagens Formais e Autômatos  
Bacharelado em Ciência da Computação

06 de novembro de 2017

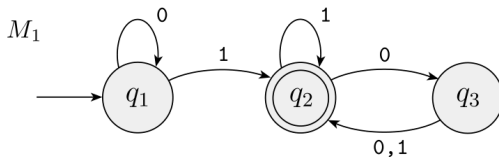
# Plano de Aula

- 1 Revisão
  - Notações e Exemplos de autômatos
- 2 Definição de Computação e Linguagem Regular

# Sumário

- 1 Revisão
  - Notações e Exemplos de autômatos
- 2 Definição de Computação e Linguagem Regular

# Definição formal



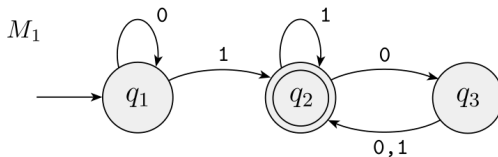
## Descrição formal de $M_1$

- $Q = \{q_1, q_2, q_3\}$ ;
- $\Sigma = \{0, 1\}$ ;

- $\delta$  é descrita como

		$\Sigma$	
		0	1
$Q$	$q_1$	$q_1$	$q_2$
	$q_2$	$q_3$	$q_2$
	$q_3$	$q_2$	$q_2$

# Definição formal



## Descrição formal de $M_1$

- $q_1$  é o estado inicial, e
- $F = \{q_2\}$ .

# Notações importantes

## Linguagem da máquina $M$

- Se  $A$  é o conjunto de todas as cadeias que a máquina  $M$  aceita, dizemos que  $A$  é a **linguagem da máquina  $M$** ;
- $L(M) = A$ ;
- $M$  **reconhece**  $A$ .

## Para evitar mal-entendidos...

O termo **aceita** será utilizado para cadeias.

E o termo **reconhece** será utilizado para linguagens.

# Notações importantes

## Algo importante...

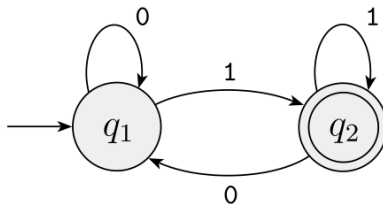
- Uma máquina pode aceitar várias cadeias, mas ela sempre reconhece uma **única** linguagem;
- Mesmo se a máquina não aceitar nenhuma cadeia, ela reconhece ainda uma linguagem:  $\emptyset$ .

## Em relação a $M_1$ ...

- $A = \{\omega \mid \omega \text{ contém pelo menos um } 1 \text{ e um número par de } 0\text{s} \text{ segue o último } 1 \}$ ;
- $L(M_1) = A$ ;
- $M_1$  reconhece  $A$ .



# Exemplos de autômatos finitos



**FIGURA 1.8**

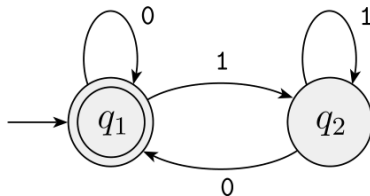
Diagrama de estados do autômato finito de dois-estados  $M_2$

Linguagem da máquina

$$L(M_2) = \{\omega \mid \omega \text{ termina com um } 1\}$$



# Exemplos de autômatos finitos



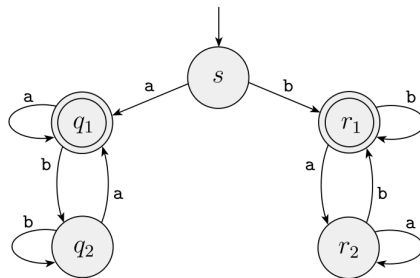
**FIGURA 1.10**

Diagrama de estados do autômato finito de dois-estados  $M_3$

Linguagem da máquina

$$L(M_3) = \{\omega \mid \omega \text{ é a cadeia vazia } \epsilon \text{ ou termina em um } 0\}$$

# Exemplos de autômatos finitos

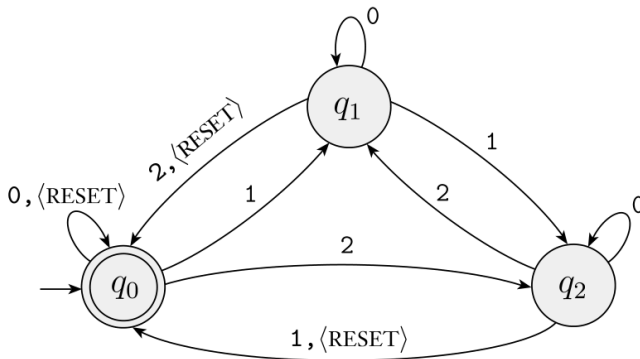


**FIGURA 1.12**  
Autômato finito  $M_4$

Linguagem da máquina

$$L(M_4) = \{\omega \mid \omega \text{ começa e termina com o mesmo símbolo} \}$$

# Exemplos de autômatos finitos



**FIGURA 1.14**  
Autômato finito  $M_5$

# Exemplos de autômatos finitos

## Linguagem da máquina (Versão 1)

$L(M_5) = \{\omega \mid \text{a soma dos símbolos em } \omega \text{ é } 0 \text{ módulo } 3, \text{ exceto que } \langle \text{RESET} \rangle \text{ retorna o contador para } 0\}$

## Linguagem da máquina (Versão Alternativa)

$$L(M_5) = \{\omega \mid \left\{ \begin{array}{l} \left( \sum_{i=1}^n \omega_i \right) \equiv_3 0, \text{ em que } \langle \text{RESET} \rangle \neq \omega_j \\ \text{para } 1 \leq j \leq n, \\ \left( \sum_{i=j+1}^n \omega_i \right) \equiv_3 0, \text{ em que } \omega_j \text{ é o último} \\ \langle \text{RESET} \rangle \text{ em } \omega \end{array} \right. \}$$

# Sumário

- 1 Revisão
  - Notações e Exemplos de autômatos
- 2 Definição de Computação e Linguagem Regular

# Computação em um AFD

## Definição

Seja  $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  um autômato finito e

# Computação em um AFD

## Definição

Seja  $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  um autômato finito e suponha que  $\omega = \omega_1\omega_2 \dots \omega_n$  seja uma cadeia

# Computação em um AFD

## Definição

Seja  $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  um autômato finito e suponha que  $\omega = \omega_1\omega_2 \dots \omega_n$  seja uma cadeia em que cada  $\omega_i$  é um membro do alfabeto  $\Sigma$  ( $1 \leq i \leq n$ ).



# Computação em um AFD

## Definição

Seja  $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  um autômato finito e suponha que  $\omega = \omega_1\omega_2 \dots \omega_n$  seja uma cadeia em que cada  $\omega_i$  é um membro do alfabeto  $\Sigma$  ( $1 \leq i \leq n$ ). Então  $M$  **aceita**  $\omega$  se uma sequência de estados  $r_0, r_1, \dots, r_n$  em  $Q$  existe satisfazendo três condições:

# Computação em um AFD

## Definição

Seja  $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  um autômato finito e suponha que  $\omega = \omega_1\omega_2 \dots \omega_n$  seja uma cadeia em que cada  $\omega_i$  é um membro do alfabeto  $\Sigma$  ( $1 \leq i \leq n$ ). Então  $M$  **aceita**  $\omega$  se uma sequência de estados  $r_0, r_1, \dots, r_n$  em  $Q$  existe satisfazendo três condições:

- 1  $r_0 = q_0$ ;
- 2  $\delta(r_i, \omega_{i+1}) = r_{i+1}$ ;
- 3  $r_n \in F$ .

# Computação em um AFD

## Definição

Seja  $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  um autômato finito e suponha que  $\omega = \omega_1\omega_2 \dots \omega_n$  seja uma cadeia em que cada  $\omega_i$  é um membro do alfabeto  $\Sigma$  ( $1 \leq i \leq n$ ). Então  $M$  **aceita**  $\omega$  se uma sequência de estados  $r_0, r_1, \dots, r_n$  em  $Q$  existe satisfazendo três condições:

- 1  $r_0 = q_0$ ;
- 2  $\delta(r_i, \omega_{i+1}) = r_{i+1}$ ;
- 3  $r_n \in F$ .

## Corolário

$M$  reconhece a linguagem  $A$ , se  $A = \{\omega \mid M \text{ aceita } \omega\}$ .

# Linguagem regular

## Definição 1.16

Uma linguagem é chamada de uma **linguagem regular** se algum autômato finito a reconhece.

# Linguagem regular

## Definição 1.16

Uma linguagem é chamada de uma **linguagem regular** se algum autômato finito a reconhece.

## Exemplos de computação

Máquina  $M_5$  e a cadeia  $\omega = 10\langle\text{RESET}\rangle 22\langle\text{RESET}\rangle 012$ :

- $q_0, q_1, q_1, q_0, q_2, q_1, q_0, q_0, q_1, q_0$

# Linguagem regular

## Definição 1.16

Uma linguagem é chamada de uma **linguagem regular** se algum autômato finito a reconhece.

## Exemplos de computação

Máquina  $M_5$  e a cadeia  $\omega = 10\langle\text{RESET}\rangle 22\langle\text{RESET}\rangle 012$ :

- $q_0, q_1, q_1, q_0, q_2, q_1, q_0, q_0, q_1, q_0$
- $L(M_5) = \{\omega \mid \text{a soma dos símbolos em } \omega \text{ é } 0 \text{ módulo } 3, \text{ exceto que } \langle\text{RESET}\rangle \text{ retorna o contador para } 0\}$

# Projetando Autômatos Finitos

## Sugestões...

- Ponha-se no lugar da máquina a ser projetada;

# Projetando Autômatos Finitos

## Sugestões...

- Ponha-se no lugar da máquina a ser projetada;
- Perceba que você, como máquina, não sabe quando a cadeia acaba;



# Projetando Autômatos Finitos

## Sugestões...

- Ponha-se no lugar da máquina a ser projetada;
- Perceba que você, como máquina, não sabe quando a cadeia acaba;
- Lembre-se de que a sua memória é finita.

# Projetando Autômatos Finitos

## Sugestões...

- Ponha-se no lugar da máquina a ser projetada;
- Perceba que você, como máquina, não sabe quando a cadeia acaba;
- Lembre-se de que a sua memória é finita.

## Exemplos

- Suponha que o alfabeto seja  $\{0, 1\}$  e que a linguagem consista de todas as cadeias com um número ímpar de 1s;



# Projetando Autômatos Finitos

## Sugestões...

- Ponha-se no lugar da máquina a ser projetada;
- Perceba que você, como máquina, não sabe quando a cadeia acaba;
- Lembre-se de que a sua memória é finita.

## Exemplos

- Suponha que o alfabeto seja  $\{0, 1\}$  e que a linguagem consista de todas as cadeias com um número ímpar de 1s;
- Suponha que o alfabeto seja  $\{0, 1\}$  e que a linguagem consista de todas as cadeias que contêm 001 como subcadeia.



# Definição de Computação e Linguagem Regular

Esdras Lins Bispo Jr.  
bispojr@ufg.br

Linguagens Formais e Autômatos  
Bacharelado em Ciência da Computação

06 de novembro de 2017