Teoria da Computação

Autômatos Finitos - DFA

José Osvano da Silva, PMP

Sumário

- 2. AUTOMATOS FINITOS
  - 2.1. Princípios de funcionamento das máquinas de estado.
    - Linguagens Regulares
    - Sistemas de Estados Finitos
    - Autômato de Estados Finitos
    - Hierarquia de Chomsky para as linguagens formais
  - 2.2. Máquinas de estado determinísticas – DFA.
    - DFA (Autômato Finito Determinístico)
    - Exemplos
  - Exercícios

Linguagens Regulares

- **Linguagens Regulares ou Tipo 3 – pode ser abordado através de formalismos:**
  - Autômato Finito
    - formalismo operacional ou reconhecedor
    - basicamente, um sistema de estados finitos
  - Expressão Regular
    - formalismo denotacional ou gerador
    - conjuntos (linguagens) básicos + concatenação e união
  - Gramática Regular
    - formalismo axiomático ou gerador
    - gramática com restrições da forma das regras de produção

Linguagens Regulares

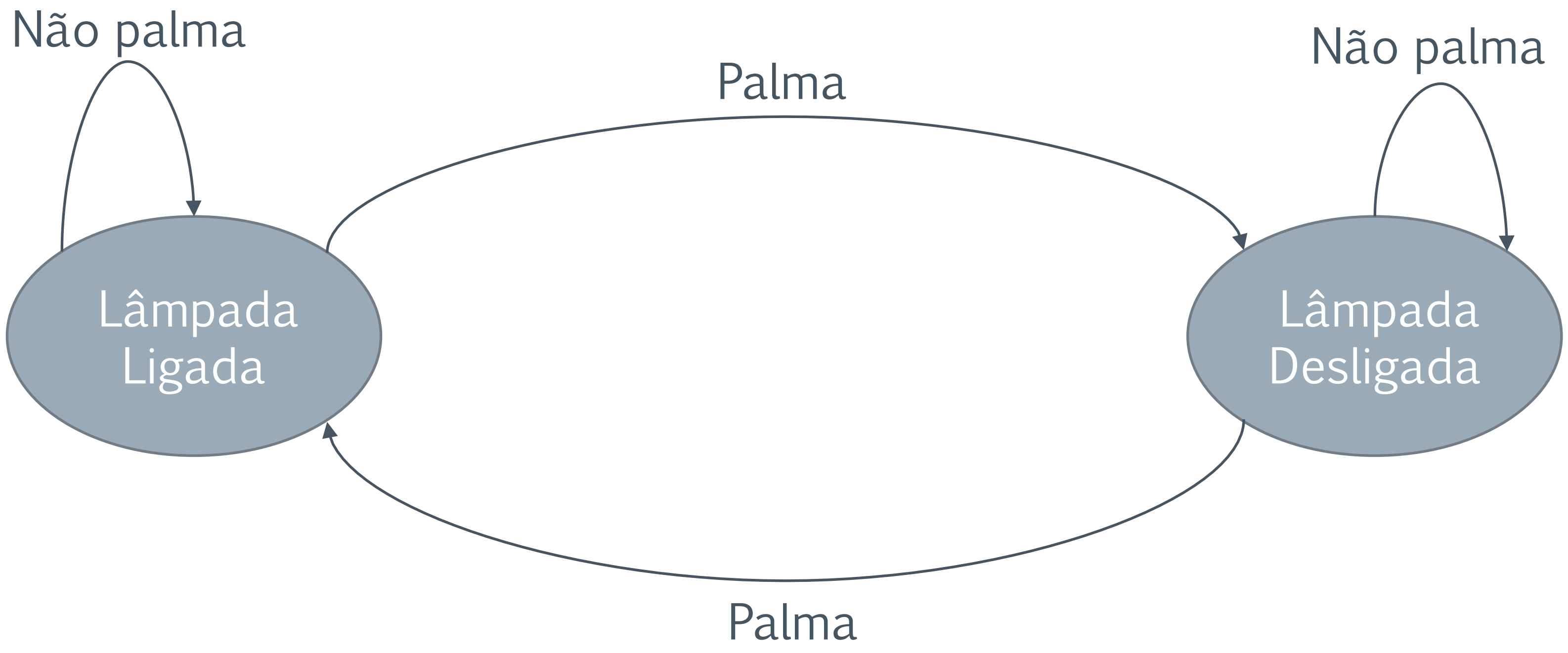
- **Hierarquia de Chomsky**
  - classe de linguagens mais simples
  - algoritmos de reconhecimento, geração ou conversão entre formalismos
    - pouca complexidade
    - grande eficiência
    - fácil implementação

Sistemas de Estados Finitos

- É um modelo matemático com entradas e saídas discretas;
- Possui um conjunto finito e pré-definido de estados;
- Cada estado resume informação do estado corrente e qual será o novo estado, dado um valor para o processamento.
- Algumas características:
  - Não possui um ponto de início de processamento;
  - Não possui um ponto de fim de processamento;
  - Não possui entrada de dados.

Sistemas de Estados Finitos

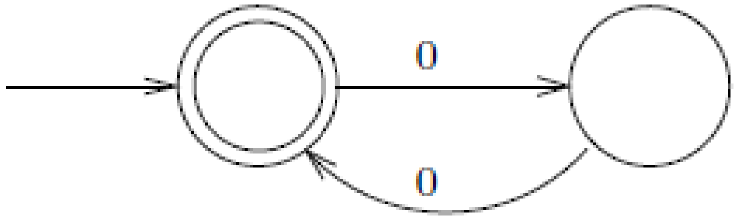
- **Ex.: Interruptor eletrônico para lâmpada acionado por palmas**



Sistemas de Estados Finitos

- Um sistema de estados, acrescido de:
  - Um ponto de início de processamento;
  - Um ponto de fim de processamento;
  - Métodos de entrada de dados.
- Figura de um autômato de estados finitos.

L1 = $\{0^k \mid k \text{ é par}\}$;



Autômato de Estados Finitos

- **Um autômato de estado finito é um sistema de estados finitos acrescido de 3 elementos conceituais.**
- **Fita:**
  - Dispositivo de entrada;
  - Sólida;
  - Finito à esquerda e infinito à direita
  - Assume o tamanho da entrada
  - Dividida em células de modo que cada célula armazena um símbolo a ser processado

Autômato de Estados Finitos

- **Um autômato de estado finito é um sistema de estados finitos acrescido de 3 elementos conceituais.**
- **Unidade de controle:**
  - Dispositivo de processamento;
  - Processa a fita da esquerda para a direita, lendo uma célula por vez;
  - Não volta na fita;
  - Não pula símbolos.

Autômato de Estados Finitos

- **Um autômato de estado finito é um sistema de estados finitos acrescido de 3 elementos conceituais.**
- **Função de transição de estados:**
  - Lógica da unidade controle;
  - Define o novo estado, à partir de um estado corrente, quando um símbolo é lido na fita.

Autômato de Estados Finitos

- **O processamento de um autômato acontece de 3 formas possíveis**
  - 1º Lê toda a fita e para em um estado final "entrada aceita";
  - 2º Lê toda a fita e para em um estado não final "entrada rejeita";
  - 3º Não consegue ler toda a fita, por não haver transição prevista em um dado estado x símbolos "entrada rejeita".

- Obs.: Estado final é onde se lê o resultado.

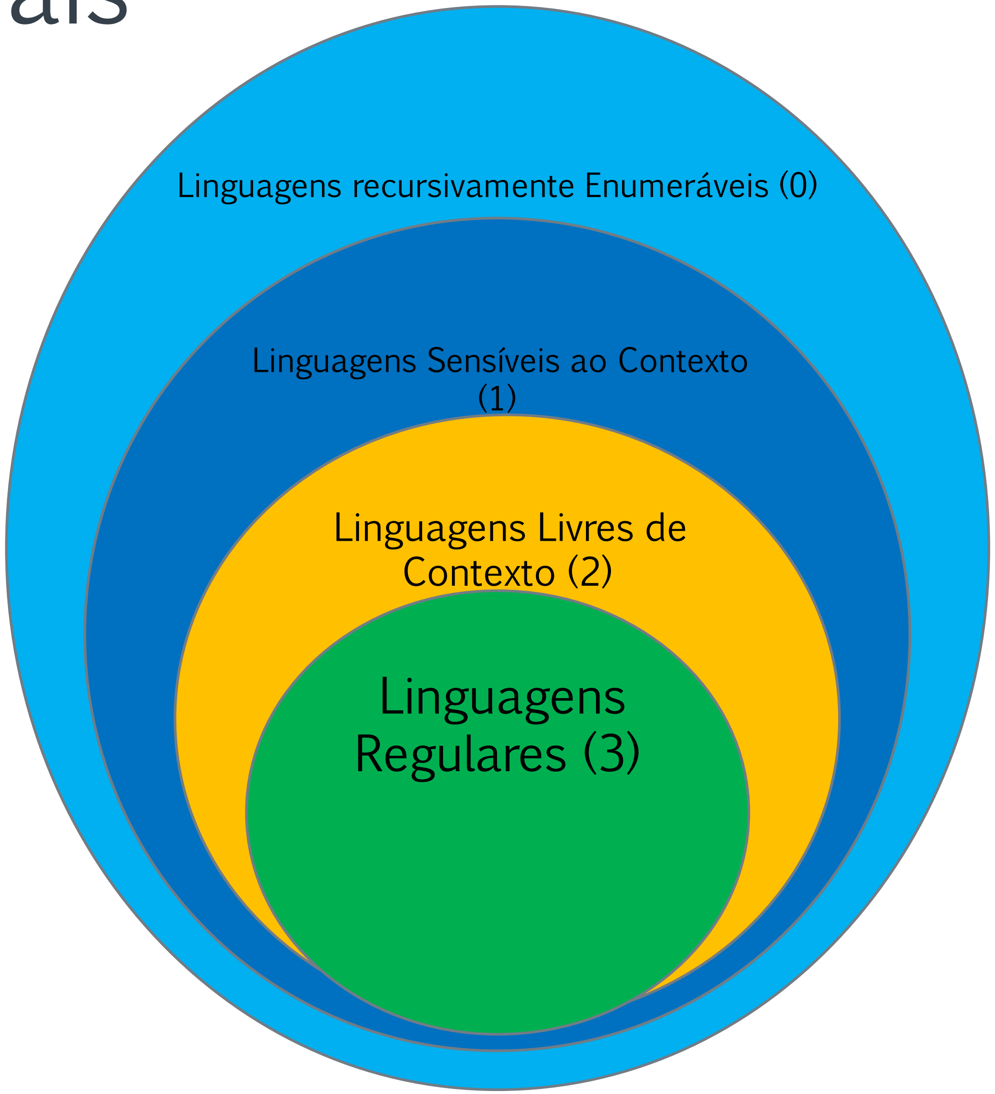
Autômato de Estados Finitos

- **Definição:**
- **Alfabeto** (Σ) – Conjunto finito de símbolos;
  - Ex.: ε, {0, 1}, {a, ..., z}, {palavras reservadas java}
- **String** (w) → Sequência finita de símbolos de um Σ
  - Ex.: 010110, INFORMATICA, programa em java, ε
- **Comprimento da String** (|w|) → É o número de símbolos do dado
  - Ex.: w = 0100 |w| = 4

Autômato de Estados Finitos

- **Definição:**
- **Estrela de Kleene** (Σ^*) → É um conjunto de todos os strings definidos sobre Σ.
  - Ex.: $\Sigma = \{0, 1\}$ - Σ^* $\{\varepsilon, 0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 111, \ldots\}$
- **Linguagem** (L) → $L \subseteq \Sigma^*$. L é um subconjunto de Σ^* que respeita uma dada regra.
  - Ex.: $\Sigma^* = \{\varepsilon, 0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 111, \ldots\}$
  - L é a linguagem de todos os dados (w) cujo $|w| = 2$
  - $\{00, 01, 10, 11\}$
  - $L = \{w \in \Sigma^* \mid w \text{ respeita a regra}\}$
  - Ex.: $L = \{w \in \{0, 1\} \mid |w| = 2\}$

Hierarquia de Chomsky para as linguagens formais



"Não compatível"

Linguagens Regulares

- Uma linguagem é classificada como regular se e somente se existir um autômato de estados finitos determinístico (DFA).
- Um autômato de estados finito não determinístico (NFA) a uma expressão regular (ER) que se reconheça.

DFA (Autômato Finito Determinístico)

› Definição formal: Uma DFA é uma 5-upla (Σ, Q, q0, F, δ) onde:

Σ = Alfabeto de entrada;

Q = conjunto de entradas do sistema;

q0 = q0 $\in$ Q, estado inicial;

F = F $\subset$ Q, conjunto de estados finais;

δ = q0 x Σ $\rightarrow$ Q, função de transição de estados.

DFA (Autômato Finito Determinístico)

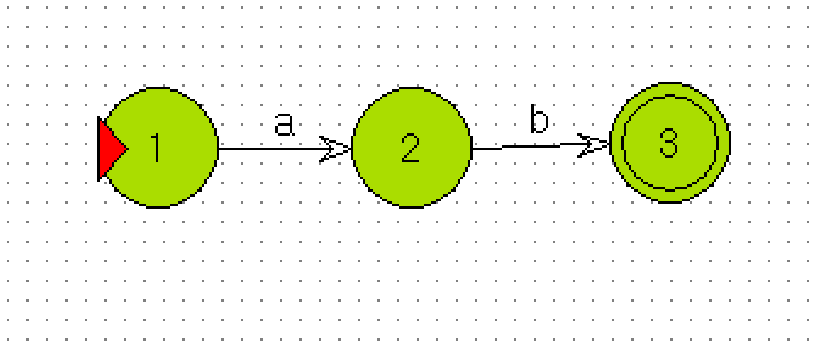
› Exemplos:

› Construir um DFA que reconheça as seguintes linguagens.

› L1 = { w ∈ {a, b}* | w começa com a e termina com b}

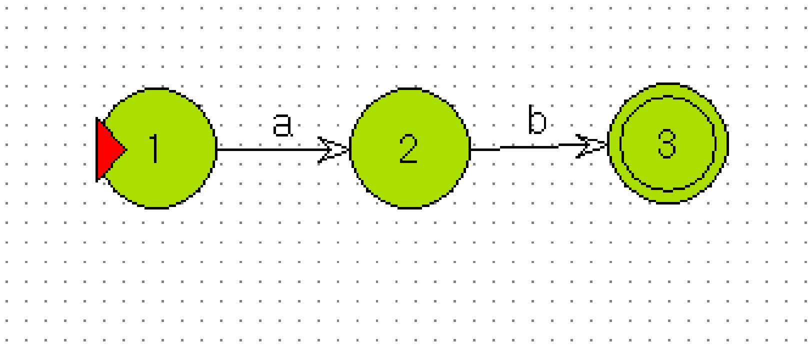
– w = ab

– w = a ⊔ b



DFA (Autômato Finito Determinístico)

- $\Sigma = \{a, b\}$
- $Q = \{1, 2, 3\}$
- $q0 = \{1\}$
- $F = \{3\}$

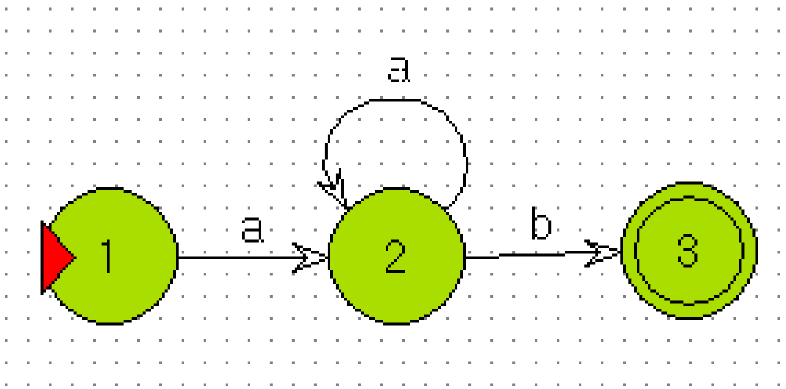


- Tabela de transição de estados

Q/Σ	a	b
1	2	-
2		3
3		

DFA (Autômato Finito Determinístico)

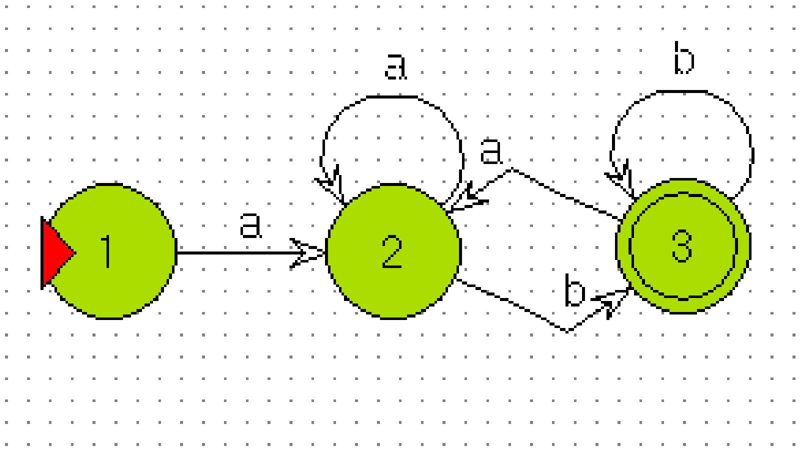
- $\Sigma = \{a, b\}$
- $Q = \{1, 2, 3\}$
- $q0 = \{1\}$
- $F = \{3\}$



Q/Σ	a	b
1	2	-
2	2	3
3		

DFA (Autômato Finito Determinístico)

- $\Sigma = \{a, b\}$
- $Q = \{1, 2, 3\}$
- $q0 = \{1\}$
- $F = \{3\}$



Q/Σ	a	b
1	2	-
2	2	3
3	2	3

DFA (Autômato Finito Determinístico)

- Exemplos:
- Construir um DFA que reconheça as seguintes linguagens.
- L2 = { $w \in \{a, b\}^*$ | w começa com a e termina com bb}
- L3 = { $w \in \{a, b\}^*$ | w possui a substring aba}
- L4 = { $w \in \{a, b\}^*$ | w começa com a substring aba e termina com b}