

# Universidade Federal de Alfenas

## Linguagens Formais e Autômatos

Aula 11 – Autômatos Finitos Não Determinísticos (parte 2)

[humberto@bcc.unifal-mg.edu.br](mailto:humberto@bcc.unifal-mg.edu.br)



# Formalismo dos AFNs

- Assim com AFDs, **AFNS possuem:**
  - Alfabeto;
  - Função de Transição;
  - Um Estado Inicial (depende do autor);
  - Uma Coleção de Estados de Aceitação;

# Formalismo dos AFNs

- Assim com AFDs, AFNS possuem:
  - Alfabeto;
  - Função de Transição;
  - Um Estado Inicial (depende do autor);
  - Uma Coleção de Estados de Aceitação;
- A única diferença é a **função de transição**, que **tem como imagem um conjunto de estados**;

# Formalismo dos AFNs

Um *autômato finito não-determinístico* é uma 5-upla  $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  onde

1.  $Q$  é um conjunto finito de estados,
2.  $\Sigma$  é um alfabeto finito,
3.  $\delta : Q \times \Sigma_\epsilon \longrightarrow \mathcal{P}(Q)$  é a *função de transição*,
4.  $q_0 \in Q$  é o estado inicial, e
5.  $F \subseteq Q$  é o conjunto de estados de aceitação.

# Formalismo dos AFNs

Um *autômato finito não-determinístico* é uma 5-upla  $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  onde

1.  $Q$  é um conjunto finito de estados,
2.  $\Sigma$  é um alfabeto finito,
3.  $\delta : Q \times \Sigma_{\epsilon} \longrightarrow \mathcal{P}(Q)$  é a *função de transição*,
4.  $q_0 \in Q$  é o estado inicial, e
5.  $F \subseteq Q$  é o conjunto de estados de aceitação.

# Equivalência de AFNs e AFDs

A series of horizontal lines in teal and light blue colors, with varying lengths and offsets, creating a modern, layered effect across the width of the slide.

# Equivalência de AFNs e AFDs

- É surpreendente imaginar que AFNs possuem o mesmo poder computacional que AFDs;

# Equivalência de AFNs e AFDs

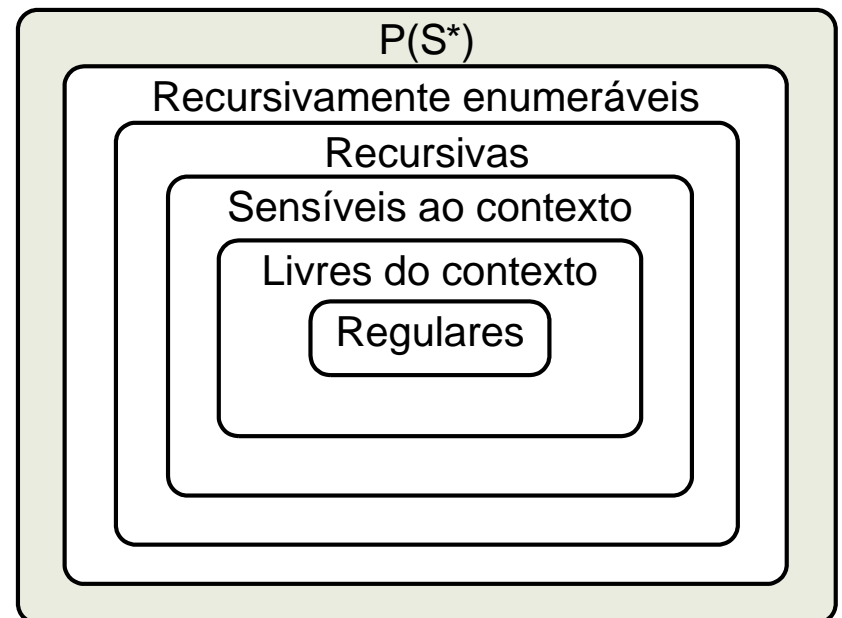
- É surpreendente imaginar que AFNs possuem o mesmo poder computacional que AFDs;
- A princípio, **poderíamos imaginar que eles reconhecem um conjunto maior de linguagens** em função de suas diferenças;

# Equivalência de AFNs e AFDs

- É surpreendente imaginar que AFNs possuem o mesmo poder computacional que AFDs;
- A princípio, poderíamos imaginar que eles reconhecem um conjunto maior de linguagens em função de suas diferenças;
- **Observação:**
  - Dizemos que duas máquinas são equivalentes se elas reconhecem a mesma linguagem.

# Equivalência de AFNs e AFDs

Uma linguagem é regular se e somente se algum autômato finito não-determinístico a reconhece.



# Fecho sobre operações regulares

A series of horizontal lines in teal and light blue colors, with varying lengths and offsets, creating a modern, layered effect across the middle of the slide.

# Fecho sobre operações regulares

- Considere duas linguagens regulares  $N_1$  e  $N_2$ :
  - $L_1 = N_1 \cup N_2$
  - $L_2 = N_1.N_2$
  - $L_3 = N_1^*$

# Fecho sobre operações regulares

- Considere duas linguagens regulares  $N_1$  e  $N_2$ :
  - $L_1 = N_2 \cup N_2$
  - $L_2 = N_1.N_2$
  - $L_3 = N_1^*$

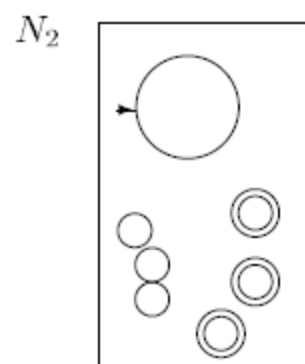
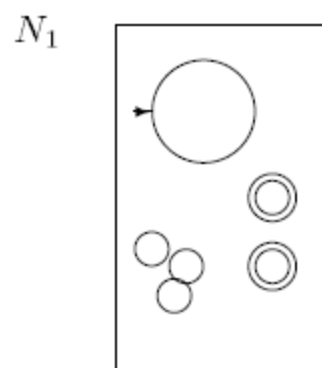
**$L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$  são linguagens regulares?**

# Fecho sobre operações regulares

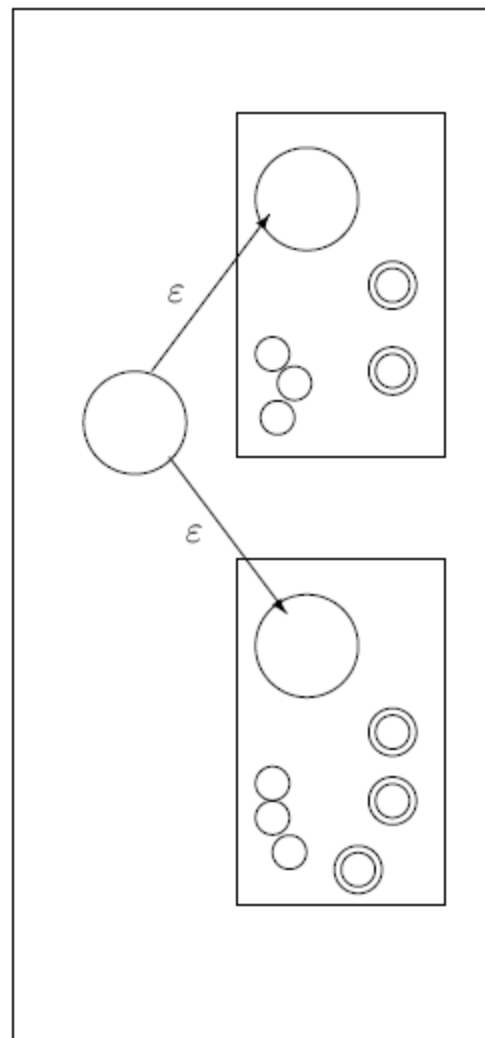
- Considere duas linguagens regulares  $N_1$  e  $N_2$ :
  - $L_1 = N_1 \cup N_2$
  - $L_2 = N_1.N_2$
  - $L_3 = N_1^*$

**$L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$  são também linguagens regulares**

# União

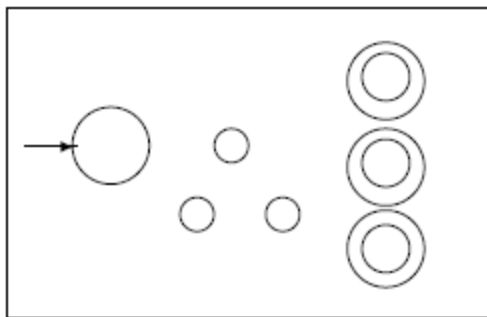


$N$

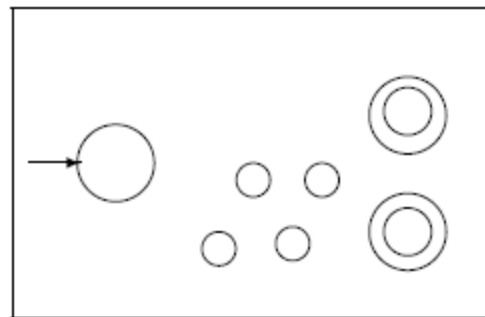


# Concatenação

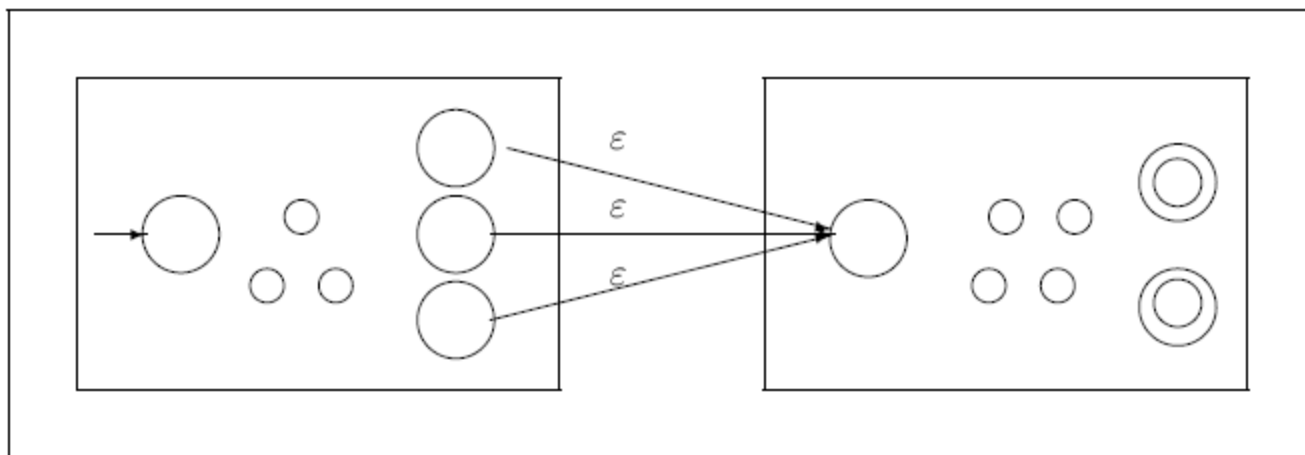
$N_1$



$N_2$

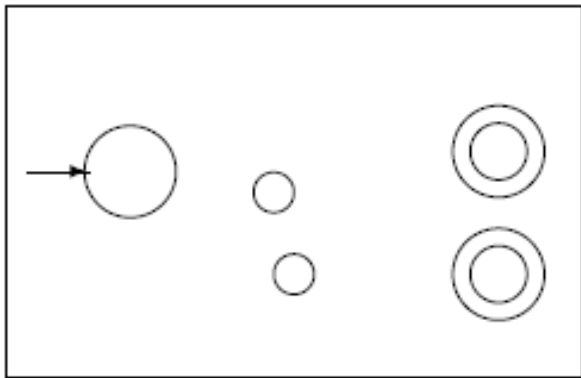


$N$

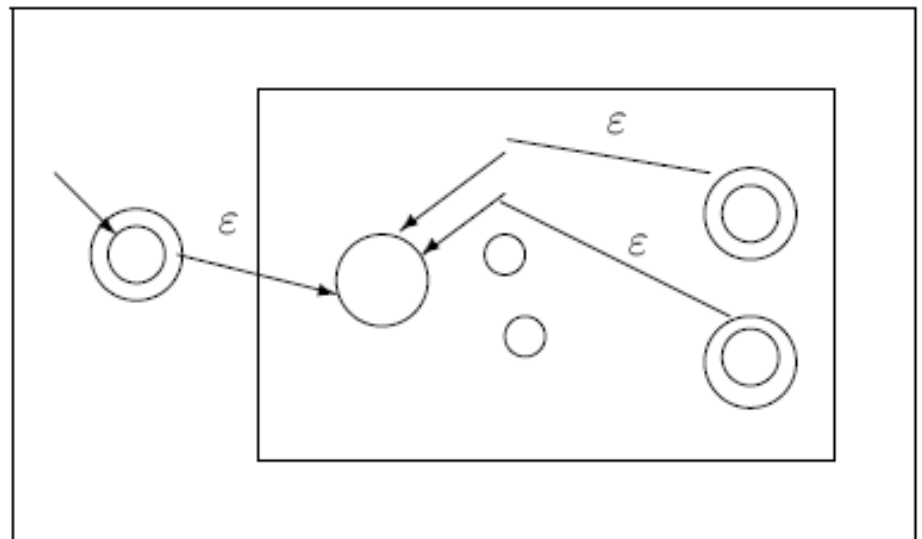


# Fecho

$N_1$



$N$



# O limite do poder dos AFNs

A series of horizontal lines in teal and light blue colors, with varying lengths and offsets, creating a modern, layered effect across the middle of the slide.

# O limite do poder dos AFNs

- Suponha a linguagem

$$L_1 = \{a^n \mid n \leq 5\}$$

Existe AFN para reconhecer  $L_1$ ?

# O limite do poder dos AFNs

- Suponha outra linguagem

$$L_2 = \{a^n b^m \mid n \leq 3, b \geq 2\}$$

Existe AFN para reconhecer  $L_2$ ?

# O limite do poder dos AFNs

- Suponha outra linguagem

$$L_3 = \{a^n \mid n \text{ é par}\}$$

Existe AFN para reconhecer  $L_3$ ?

# O limite do poder dos AFNs

- Suponha outra linguagem

$$L_4 = \{a^n b^n \mid n \geq 0\}$$

Existe AFN para reconhecer  $L_4$ ?

# O limite do poder dos AFNs

- Suponha outra linguagem

$$L_4 = \{a^n b^n \mid n \geq 0\}$$

- **Se tentarmos encontrar um AFD** que reconhece  $L_4$ , descobriremos que a máquina parece necessitar de “lembrar” quantos  $a$ 's foram vistos até então.

# O limite do poder dos AFNs

- Suponha outra linguagem

$$L_4 = \{a^n b^n \mid n \geq 0\}$$

- Se tentarmos encontrar um AFD que reconhece  $L_4$ , descobriremos que a máquina parece necessitar de “lembrar” quantos  $a$ 's foram vistos até então.
- Como o número de  $a$ 's não é limitado, **a máquina terá que “registrar” um número ilimitado de possibilidades.**

# O limite do poder dos AFNs

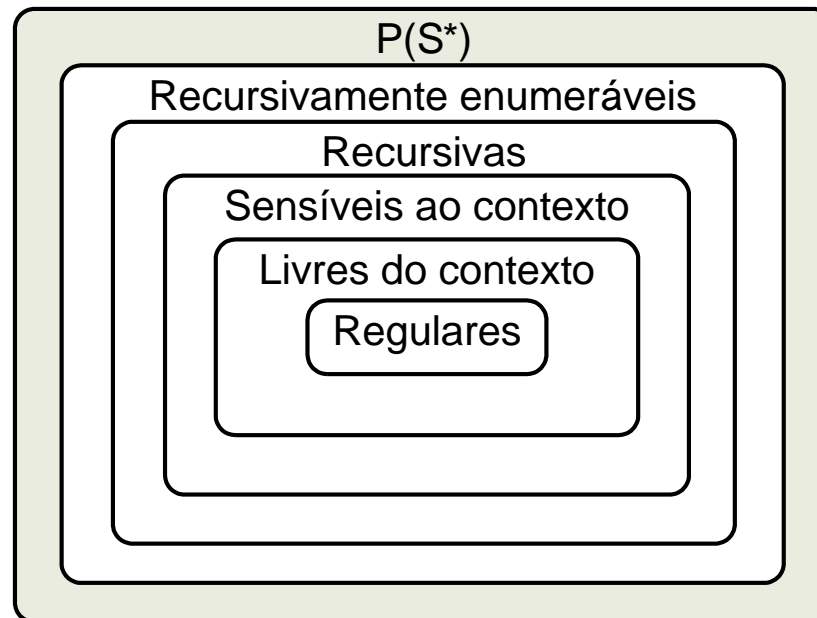
- Suponha outra linguagem

$$L_4 = \{a^n b^n \mid n \geq 0\}$$

- Se tentarmos encontrar um AFD que reconhece  $L_4$ , descobriremos que a máquina parece necessitar de “lembrar” quantos  $a$ ’s foram vistos até então.
- Como o número de  $a$ ’s não é limitado, a máquina terá que “registrar” um número ilimitado de possibilidades.
- Mas ela não pode fazer isso, se seu conjunto de estados (memória) é limitado.

# Próxima aula

- Linguagens Livres-do-Contexto



# Bibliografia

- SIPSER, Michael. Introdução à Teoria da Computação. 2a ed.:São Paulo, Thomson, 2007.
- VIEIRA, Newton José. Introdução aos Fundamentos da Computação: Linguagens e Máquinas. 1a ed.: Rio de Janeiro: Thomson, 2006.

