

# Linguagens Formais, Autômatos e Computabilidade

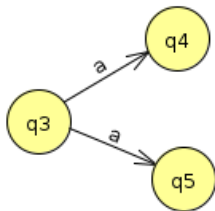
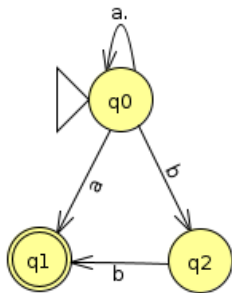
Guilherme Henrique de Souza Nakahata

Universidade Estadual do Paraná - Unespar

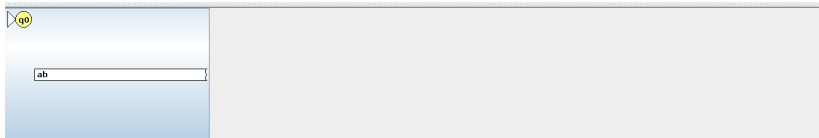
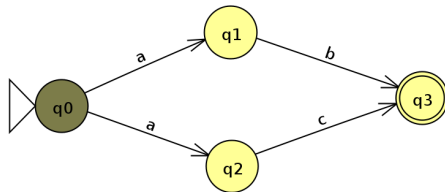
13 de Abril de 2023

- Os **AFNDs** seguem a ideia do não determinismo;
- Reconhecedores das linguagens regulares;
- Múltiplos caminhos;
- Podendo ter mais de um estado **ativo** no AFD;
- Mais de um estado inicial;
- Mais de um função de transição com mesmo símbolo do alfabeto partindo do mesmo estado.

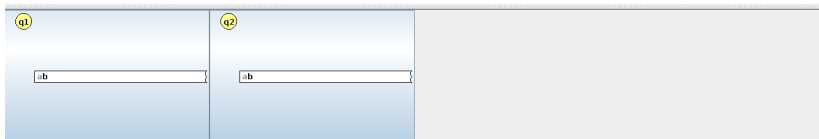
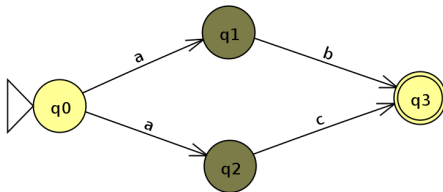
# Automato Finito Não Determinístico



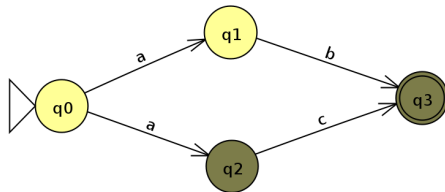
# Automato Finito Não Determinístico



# Automato Finito Não Determinístico

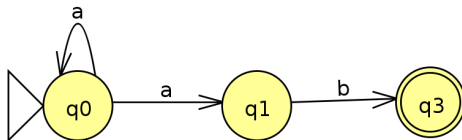


# Automato Finito Não Determinístico



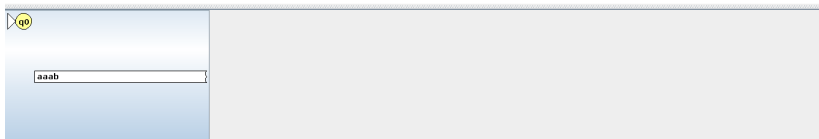
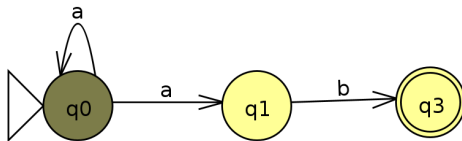
- Quando processamos uma palavra em um AFND, ela é aceita para uma linguagem se:
  - Pelo menos um dos **estados ativos** ao final do processamento é **final**;
  - A palavra é processada completamente;
- Caso **contrário** a palavra é rejeitada para a linguagem.

# Automato Finito Não Determinístico

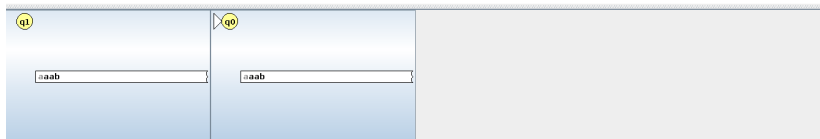
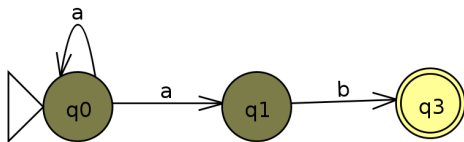




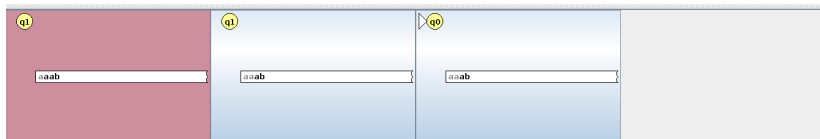
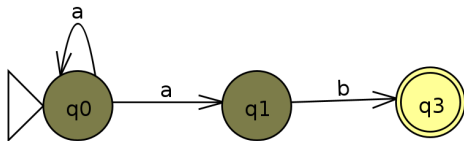
# Automato Finito Não Determinístico



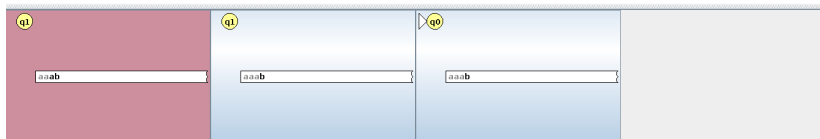
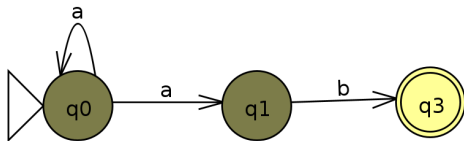
# Automato Finito Não Determinístico



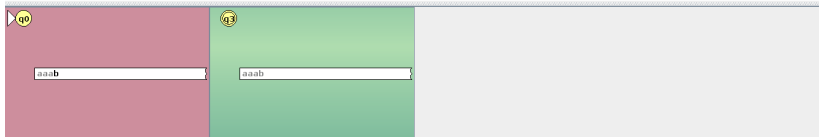
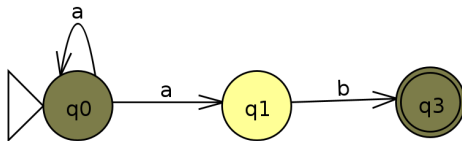
# Automato Finito Não Determinístico



# Automato Finito Não Determinístico

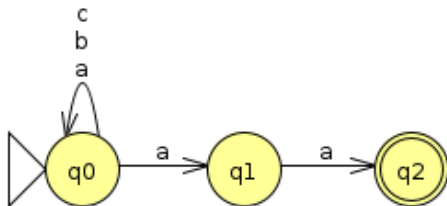


# Automato Finito Não Determinístico



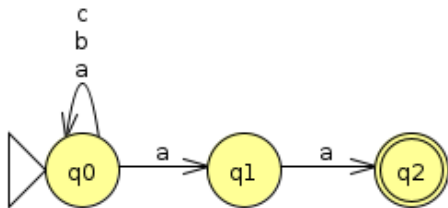
- A descrição formal de um AFD deve possuir:
  - $E$  = Conjunto de estados.
  - $\Sigma$  = Conjunto finitos de símbolos.
  - $I$  = Estados iniciais.
  - $F$  = Conjunto de estados finais.
  - $\delta$  = Função de transição.
- $AFD = \{E, \Sigma, I, F, \delta\}$

# Automato Finito Não Determinístico - Descrição Formal



- $E = q0, q1, q2$ .
- $\Sigma = a, b$ .
- $I = q0$ .
- $F = q2$ .
- $\delta = ?$ .

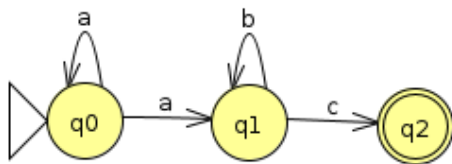
# Automato Finito Não Determinístico - Descrição Formal



	a	b	c
q0	q0, q1	q0	q0
q1	q2	X	X
q2	X	X	X

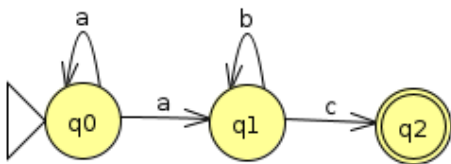


# Automato Finito Não Determinístico - Descrição Formal



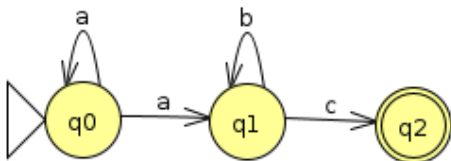
- $L = ?$ .
- $E = ?$ .
- $\Sigma = ?$ .
- $I = ?$ .
- $F = ?$ .
- $\delta = ?$ .

# Automato Finito Não Determinístico - Descrição Formal



- $L = \{a^n b^m c \mid n > 0, m \geq 0\}$ 
  - $E = q_0, q_1, q_2$ .
  - $\Sigma = a, b, c$ .
  - $I = q_0$ .
  - $F = q_2$ .
  - $\delta = ?$ .

# Automato Finito Não Determinístico - Descrição Formal



	a	b	c
q0	q0 / q1	X	X
q1	X	q1	q2
q2	X	X	X

# Automato Finito Não Determinístico - Prefixo, Sufixo e Sub-Palavra

- O **Prefixo** é a sequência inicial de símbolos da palavra.
- O **Sufixo** é a sequência final de símbolos da palavra.
- Uma **Sub-Palavra** é a sequência de símbolos que compõem a palavra.

# Automato Finito Não Determinístico - Prefixo, Sufixo e Sub-Palavra

- Exemplo:
  - Palavra **abcb**
    - **Prefixos** =  $\lambda$  , a, ab, abc, abcb;
    - **Sufixos** =  $\lambda$  , b, cb, bcb, abcb;
    - **Sub-Palavra** =  $\lambda$  , a, b, c, ab, bc, cb, abc, bcb, abcb;

# Automato Finito Não Determinístico - Prefixo, Sufixo e Sub-Palavra

- Exemplo:
  - $L = \{W \in \{a, b\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{a} \text{ e } \mathbf{b} \text{ como prefixo}\}$ 
    - **Prefixos** = **ab**, **aba**, **abb**, **abba**, **abaa**, **abbbab**...
  - $L = \{W \in \{a, b\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{a} \text{ e } \mathbf{b} \text{ como sufixo}\}$ 
    - **Sufixos** = **ab**, **bab**, **bbbab**, **aab**, **aaaab**, **babab**...
  - $L = \{W \in \{a, b\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{a} \text{ e } \mathbf{b} \text{ como sub-palavra}\}$ 
    - **Sub-Palavra** = **ab**, **aab**, **aaba**, **abaa**, **aaaaaabbabbbb**...

# Automato Finito Não Determinístico - Prefixo, Sufixo e Sub-Palavra

- Exemplo:
  - $L = \{W \in \{a, b, c\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{a c b} \text{ como prefixo}\}$ 
    - **Prefixos** =
  - $L = \{W \in \{a, b, c\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{c b a} \text{ como sufixo}\}$ 
    - **Sufixos** =
  - $L = \{W \in \{a, b, c\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{b c a} \text{ como sub-palavra}\}$ 
    - **Sub-Palavra** =

# Automato Finito Não Determinístico - Prefixo, Sufixo e Sub-Palavra

- Exemplo:

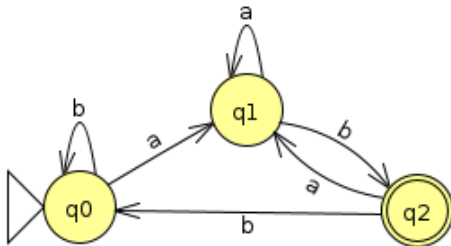
- $L = \{W \in \{a, b, c\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{a c b} \text{ como prefixo}\}$ 
  - Prefixos** = **acb**, **acbab**, **acbaa**, **acbbab**, **acbababc** ...
- $L = \{W \in \{a, b, c\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{c b a} \text{ como sufixo}\}$ 
  - Sufixos** = **cba**, **acba**, **bcba**, **abacabcba**, **acabacacba**, **cabcacba** ...
- $L = \{W \in \{a, b, c\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{b c a} \text{ como sub-palavra}\}$ 
  - Sub-Palavra** = **bca**, **ababacbcaa**, **abcab**, **babca**, **abcaca** ...



- Faça o AFD para  $L = \{W \in \{a, b\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{a} \text{ e } \mathbf{b} \text{ como sufixo}\}$

# Automato Finito Não Determinístico

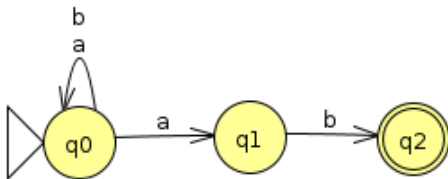
- Faça o AFD para  $L = \{W \in \{a, b\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{a} \text{ e } \mathbf{b} \text{ como sufixo}\}$



- Faça o AFND para  $L = \{W \in \{a, b\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{a} \text{ e } \mathbf{b} \text{ como sufixo}\}$

# Automato Finito Não Determinístico

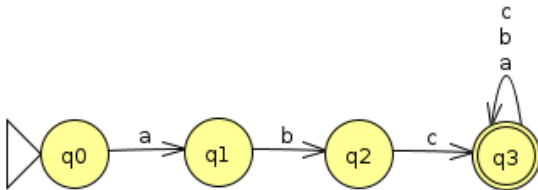
- Faça o AFND para  $L = \{W \in \{a, b\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{a} \text{ e } \mathbf{b} \text{ como sufixo}\}$



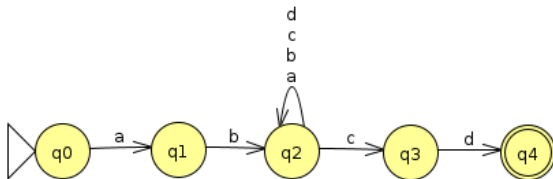
- Faça o AFND para  $L = \{W \in \{a, b, c\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{abc} \text{ como prefixo}\}$
- Faça o AFND para  $L = \{W \in \{a, b, c, d\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{ab} \text{ como prefixo e } \mathbf{cd} \text{ como sufixo}\}$
- Faça o AFND para  $L = \{W \in \{a, b, c, d\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{ab} \text{ como prefixo e } \mathbf{cd} \text{ como subpalavra}\}$
- Faça o AFND para  $L = \{W \in \{a, b, c\}^* \mid W \text{ tem como o 4º símbolo da direita para a esquerda um } \mathbf{a}\}$

# Automato Finito Não Determinístico

- Faça o AFND para  $L = \{W \in \{a, b, c\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{abc} \text{ como prefixo}\}$

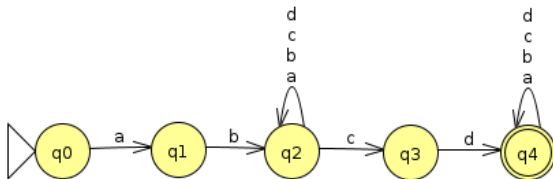


- Faça o AFND para  $L = \{W \in \{a, b, c, d\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{ab}$  como prefixo e  $\mathbf{cd}$  como sufixo\}



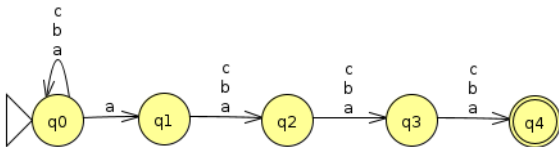
# Automato Finito Não Determinístico

- Faça o AFND para  $L = \{W \in \{a, b, c, d\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{ab}$  como prefixo e  $\mathbf{cd}$  como subpalavra\}





- Faça o AFND para  $L = \{W \in \{a, b, c\}^* \mid W \text{ tem como o } 4^{\circ} \text{ símbolo da direita para a esquerda um } \mathbf{a}\}$



# Obrigado! Dúvidas?

Guilherme Henrique de Souza Nakahata

[guilhermenakahata@gmail.com](mailto:guilhermenakahata@gmail.com)

<https://github.com/GuilhermeNakahata/UNESPAR-2023>