

Linguagens Formais, Autômatos e Computabilidade

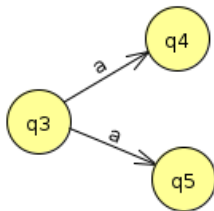
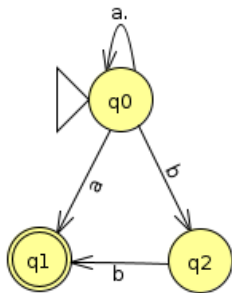
Guilherme Henrique de Souza Nakahata

Universidade Estadual do Paraná - Unespar

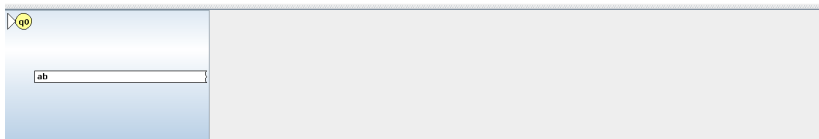
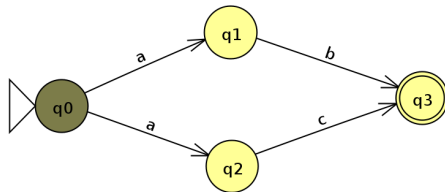
13 de Abril de 2023

- 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.

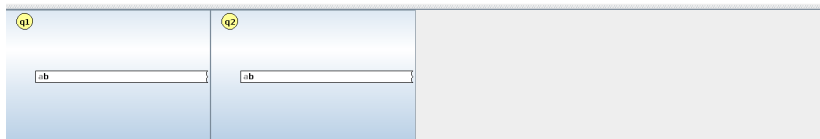
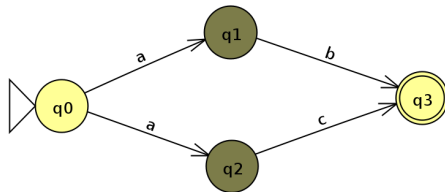
Automato Finito Não Determinístico



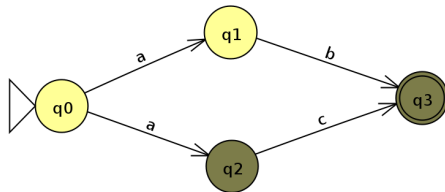
Automato Finito Não Determinístico



Automato Finito Não Determinístico

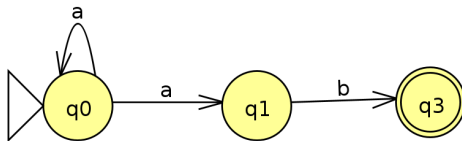


Automato Finito Não Determinístico

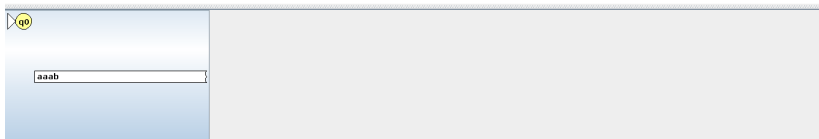
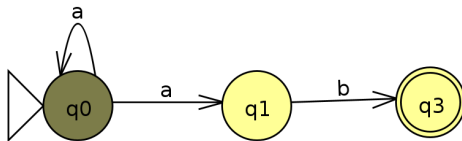


- Quando processamos uma palavra em um AFND, ela é aceita para uma linguagem se:
 - Pelo menos um dos **estados ativos** ao final do processamento é **final**;
 - A palavra é processada completamente;
- Caso **contrário** a palavra é rejeitada para a linguagem.

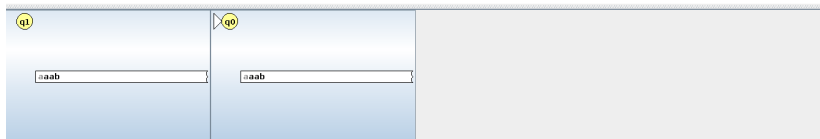
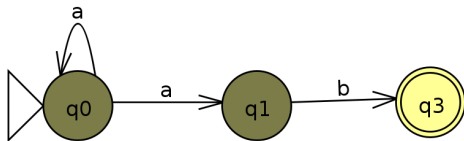
Automato Finito Não Determinístico



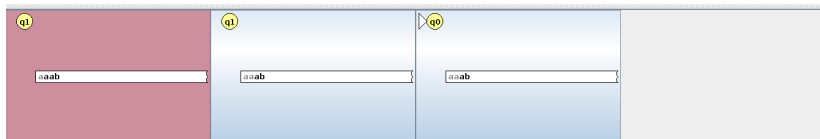
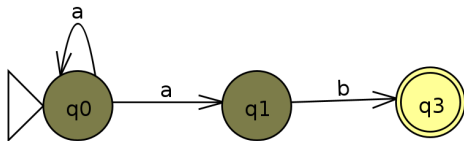
Automato Finito Não Determinístico



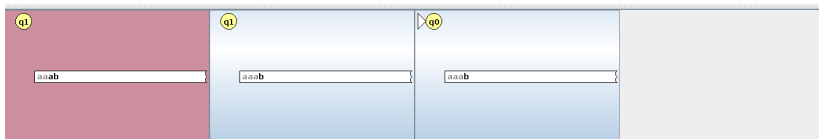
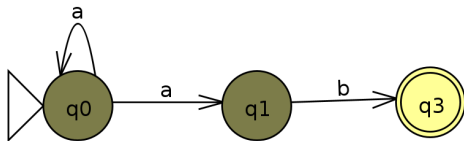
Automato Finito Não Determinístico



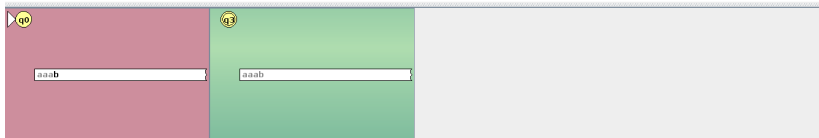
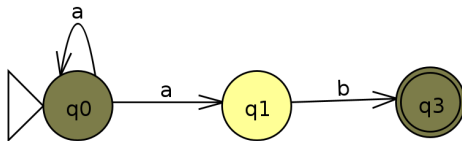
Automato Finito Não Determinístico



Automato Finito Não Determinístico

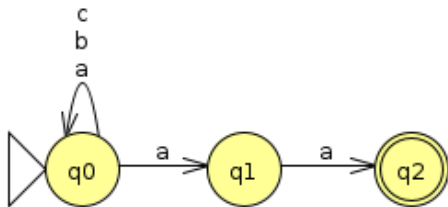


Automato Finito Não Determinístico



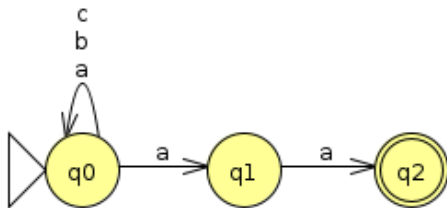
- A descrição formal de um AFD deve possuir:
 - E = Conjunto de estados.
 - Σ = Conjunto finitos de símbolos.
 - I = Estados iniciais.
 - F = Conjunto de estados finais.
 - δ = Função de transição.
- $AFD = \{E, \Sigma, I, F, \delta\}$

Automato Finito Não Determinístico - Descrição Formal



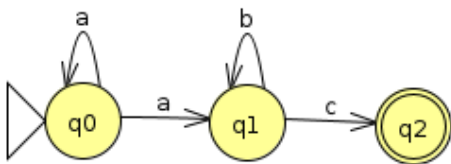
- $E = \{q0, q1, q2\}$.
- $\Sigma = \{a, b\}$.
- $I = \{q0\}$.
- $F = \{q2\}$.
- $\delta = ?$.

Automato Finito Não Determinístico - Descrição Formal



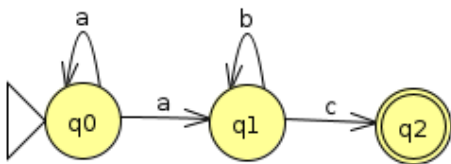
| | a | b | c |
|----|--------|----|----|
| q0 | q0, q1 | q0 | q0 |
| q1 | q2 | X | X |
| q2 | X | X | X |

Automato Finito Não Determinístico - Descrição Formal



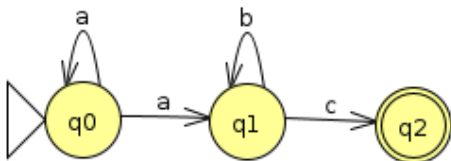
- $L = ?$.
 - $E = ?$.
 - $\Sigma = ?$.
 - $I = ?$.
 - $F = ?$.
 - $\delta = ?$.

Automato Finito Não Determinístico - Descrição Formal



- $L = \{a^n b^m c \mid n > 0, m \geq 0\}$
 - $E = \{q0, q1, q2\}$.
 - $\Sigma = \{a, b, c\}$.
 - $I = \{q0\}$.
 - $F = \{q2\}$.
 - $\delta = ?$.

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** = λ , a, ab, abc, abcb;
 - **Sufixos** = λ , b, cb, bcb, abcb;
 - **Sub-Palavra** = λ , 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:
 - $L = \{W \in \{a, b, c\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{a\ c\ b}$ como prefixo}
 - **Prefixos** =
 - $L = \{W \in \{a, b, c\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{c\ b\ a}$ como sufixo}
 - **Sufixos** =
 - $L = \{W \in \{a, b, c\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{b\ c\ a}$ como sub-palavra}
 - **Sub-Palavra** =

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

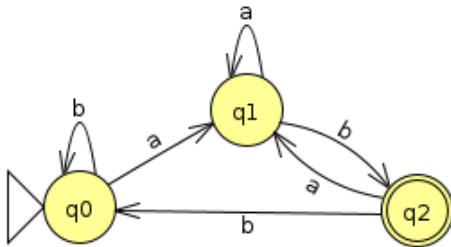
- Exemplo:

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

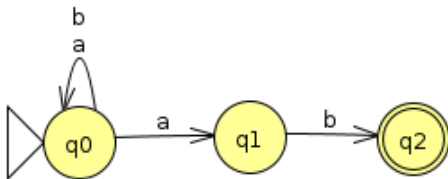
- Faça o AFD para $L = \{W \in \{a, b\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{a} \text{ e } \mathbf{b} \text{ como sufixo}\}$



- 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

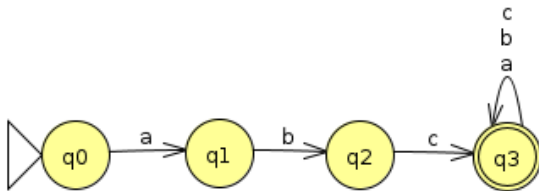
- Faça o AFND para $L = \{W \in \{a, b\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{a} \text{ e } \mathbf{b} \text{ como sufixo}\}$



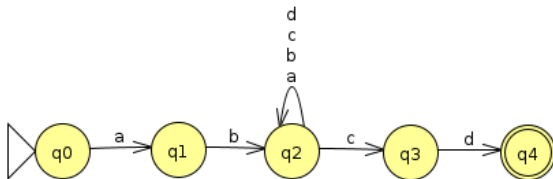
- Faça o AFND para $L = \{W \in \{a, b, c\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{abc} \text{ como prefixo}\}$
- Faça o AFND para $L = \{W \in \{a, b, c, d\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{ab} \text{ como prefixo e } \mathbf{cd} \text{ como sufixo}\}$
- Faça o AFND para $L = \{W \in \{a, b, c, d\}^* \mid W \text{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

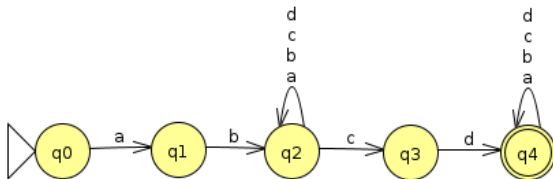
- Faça o AFND para $L = \{W \in \{a, b, c\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{abc} \text{ como prefixo}\}$



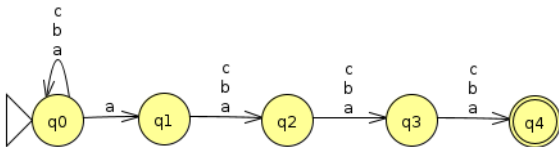
- Faça o AFND para $L = \{W \in \{a, b, c, d\}^* \mid W \text{ tem } \mathbf{ab}$ como prefixo e \mathbf{cd} como sufixo\}



- 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

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