

Disciplina CCM-104 – Teoria da Computação

Computação em AFNs

Profa. Carla Negri Lintzmayer

`carla.negri@ufabc.edu.br`

`www.professor.ufabc.edu.br/~carla.negri`

Centro de Matemática, Computação e Cognição – Universidade Federal do ABC



Estes slides não contêm um conteúdo completo sobre AFNs: são apenas um apoio gráfico a uma aula específica dada em sala.

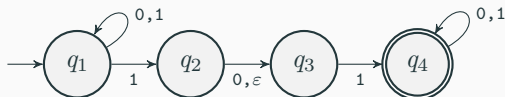
Primeiro exemplo

Autômato Finito Não Determinístico (AFN)

Considere o seguinte AFN $N_1 = (Q, \Sigma, \delta, q_1, F)$, onde $Q = \{q_1, q_2, q_3, q_4\}$, $\Sigma = \{0, 1\}$, $F = \{q_4\}$ e δ é definida como

δ	0	1	ε
q_1	$\{q_1\}$	$\{q_1, q_2\}$	\emptyset
q_2	$\{q_3\}$	\emptyset	$\{q_3\}$
q_3	\emptyset	$\{q_4\}$	\emptyset
q_4	$\{q_4\}$	$\{q_4\}$	\emptyset

Seu diagrama de estados é:



Uma forma de visualizar a computação

Computando $\omega = 01101$ no AFN N_1

01101
↑

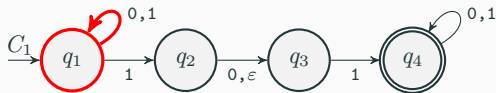
Antes de qualquer símbolo ser lido, nenhuma transição ϵ sai de nenhum estado, portanto apenas q_1 está ativo e há uma cópia da máquina.



Computando $\omega = 01101$ no AFN N_1

01101
↑

Quando o primeiro símbolo, 0, é lido, há apenas uma possibilidade: C_1 segue a transição para q_1 .

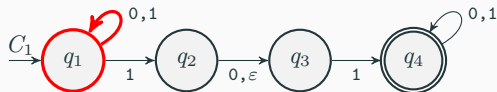


Computando $\omega = 01101$ no AFN N_1

01101
↑

Quando o segundo símbolo, 1, é lido, há duas possibilidades e a máquina é duplicada.

Uma cópia segue a transição que leva a q_1 :



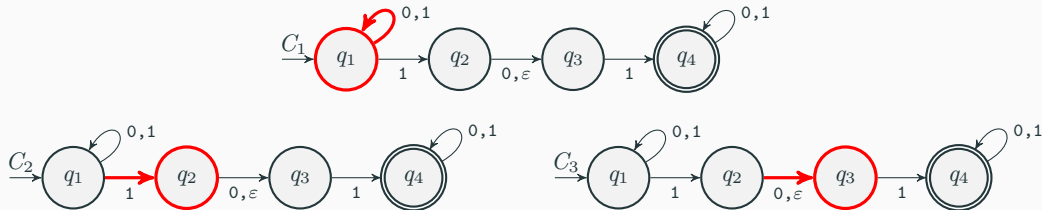
A outra cópia segue a transição que leva a q_2 :



Computando $\omega = 01101$ no AFN N_1

01101
↑

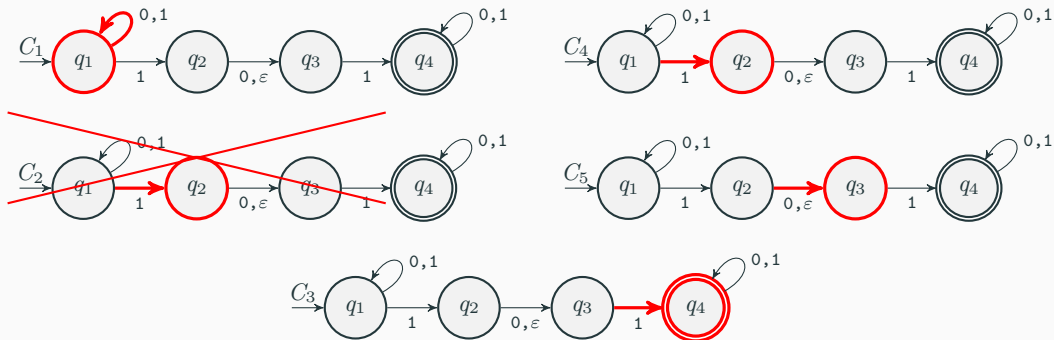
Como há transição ε saindo de q_2 , há outra duplicação para seguir tal transição.



Computando $\omega = 01101$ no AFN N_1

01101
↑

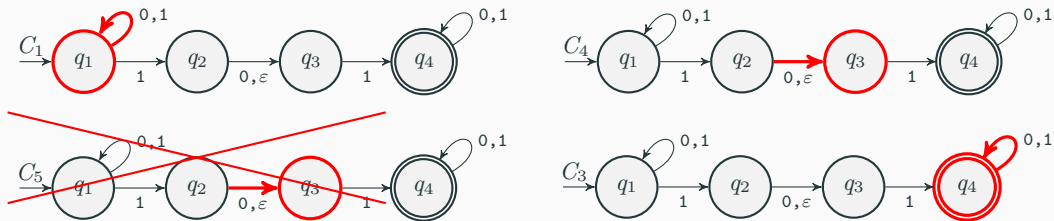
Quando o terceiro símbolo é lido, 1, cada cópia segue sua(s) devida(s) transição(ões) com duplicações, se houver, ou então morre.



Computando $\omega = 01101$ no AFN N_1

01101
↑

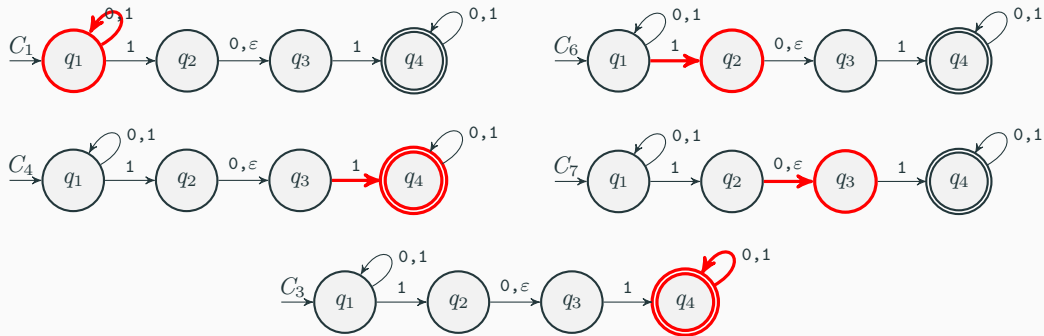
Quando o quarto símbolo é lido, 0, cada cópia segue sua(s) devida(s) transição(ões) com duplicações, se houver, ou então morre.



Computando $\omega = 01101$ no AFN N_1

01101
↑

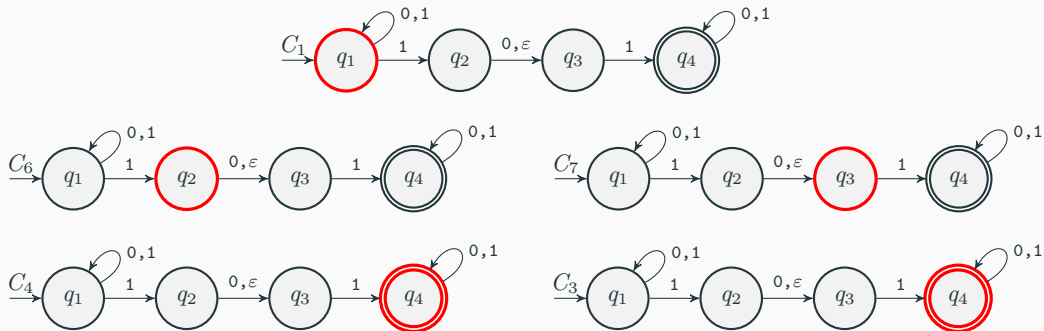
Quando o último símbolo é lido, 1, cada cópia segue sua(s) devida(s) transição(ões) com duplicações, se houver, ou então morre.



Computando $\omega = 01101$ no AFN N_1

01101
↑

Não há mais símbolos na entrada, e existe pelo menos uma cópia com estado ativo que é final. Assim, aceitamos a cadeia 01101.

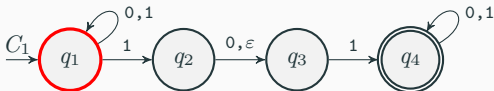


Outra forma de visualizar a computação

Computando $\omega = 01101$ no AFN N_1

01101
↑

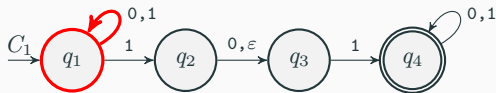
Antes de qualquer símbolo ser lido, nenhuma transição ϵ sai de nenhum estado, portanto apenas q_1 está ativo.



Computando $\omega = 01101$ no AFN N_1

01101
↑

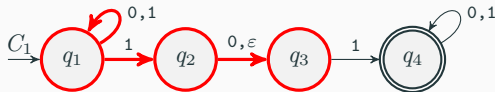
Quando o primeiro símbolo, 0, é lido, há apenas uma possibilidade: seguimos a transição para q_1 .



Computando $\omega = 01101$ no AFN N_1

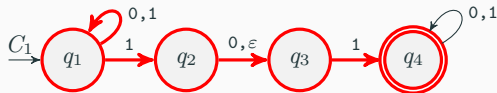
01101
↑

Quando o segundo símbolo, 1, é lido, há várias possibilidades a partir dos estados ativos: seguimos a transição para q_1 , para q_2 e a transição ε para q_3 .



01101
↑

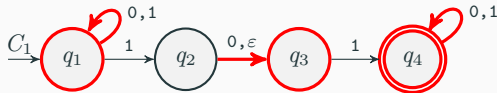
Quando o terceiro símbolo, 1, é lido, há várias possibilidades a partir dos estados ativos: seguimos a transição para q_1 , para q_2 , para q_4 e a transição ϵ do q_2 para o q_3 .



Computando $\omega = 01101$ no AFN N_1

01101
↑

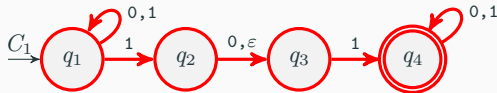
Quando o quarto símbolo, 0, é lido, há várias possibilidades a partir dos estados ativos: seguimos a transição para q_1 , para q_3 e para q_4 .



Computando $\omega = 01101$ no AFN N_1

01101
↑

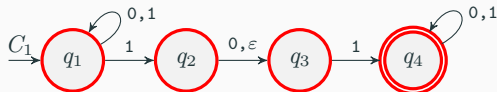
Quando o último símbolo é lido, 1, há várias possibilidades a partir dos estados ativos: seguimos a transição para q_1 , para q_2 , para q_4 e a transição ε para q_3 .



Computando $\omega = 01101$ no AFN N_1

01101
↑

Não há mais símbolos na entrada, e dentre os estados ativos há pelo menos um que é final. Assim, aceitamos a cadeia 01101.



Uma terceira forma de visualizar a computação

Os passos anteriores podem ser resumidos pela seguinte tabela:

símbolo lido	estados ativos
<u>_</u> 01101	$\{q_1\}$
0 <u>1</u> 101	$\{q_1\}$
01 <u>1</u> 01	$\{q_1, q_2, q_3\}$
011 <u>0</u> 1	$\{q_1, q_2, q_3, q_4\}$
0110 <u>1</u>	$\{q_1, q_3, q_4\}$
01101 <u>1</u>	$\{q_1, q_2, q_3, q_4\}$

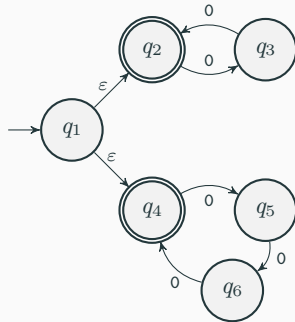
Outro exemplo

Autômato Finito Não Determinístico (AFN)

Considere o seguinte AFN $N_2 = (Q, \Sigma, \delta, q_1, F)$, onde $Q = \{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6\}$, $\Sigma = \{0, 1\}$, $F = \{q_2, q_4\}$ e δ é definida como

δ	0	1	ϵ
q_1	\emptyset	\emptyset	$\{q_2, q_4\}$
q_2	$\{q_3\}$	\emptyset	\emptyset
q_3	$\{q_2\}$	\emptyset	\emptyset
q_4	$\{q_5\}$	\emptyset	\emptyset
q_5	$\{q_6\}$	\emptyset	\emptyset
q_6	$\{q_4\}$	\emptyset	\emptyset

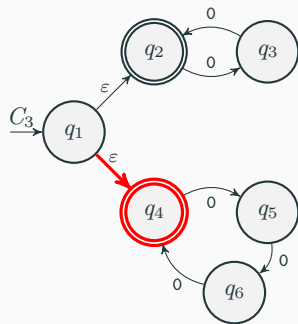
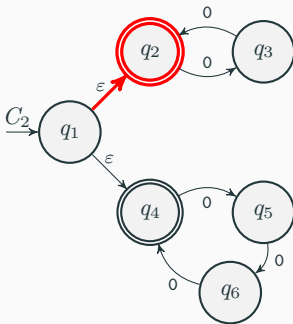
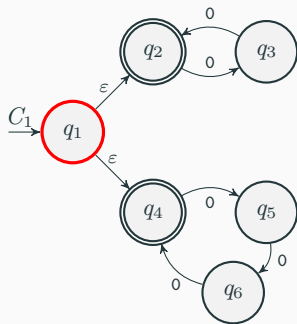
Seu diagrama de estados é:



Computando $\omega = 11$ no AFN N_2

11
↑

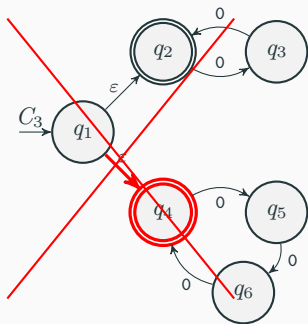
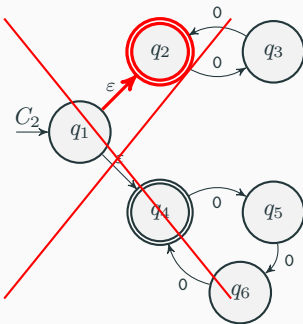
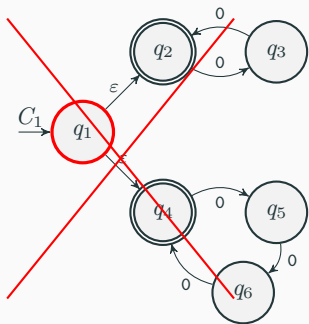
Antes de qualquer símbolo ser lido, apenas o q_1 está ativo e todos os estados que seguem dele com transições ϵ .



Computando $\omega = 11$ no AFN N_2

11
↑

Quando o primeiro símbolo é lido, 1, cada cópia segue sua(s) devida(s) transição(ões) com duplicações, se houver, ou então morre.



11
↑

Quando o segundo símbolo é lido, 1, cada cópia segue sua(s) devida(s) transição(ões) com duplicações, se houver, ou então morre.

(não há mais cópias)

11
↑

Não há mais símbolos na entrada, e não existem cópias com algum estado ativo que seja final (nem existem cópias). Assim, rejeitamos a cadeia 11.

(não há mais cópias)

Os passos anteriores podem ser resumidos pela seguinte tabela:

símbolo lido	estados ativos
<u>_</u> 11	$\{q_1, q_2, q_4\}$
<u>1</u> 1	$\{\}$
1 <u>1</u>	$\{\}$

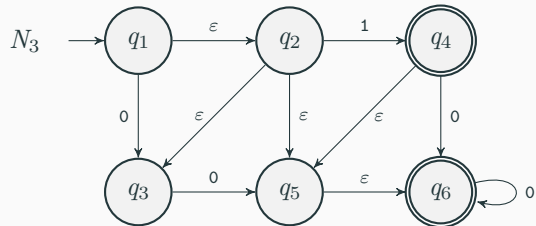
DIY

$N_3 = (Q_3, \Sigma_3, \delta_3, q_1, F_3)$ com $Q_3 = \{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6\}$, $\Sigma_3 = \{0, 1\}$, $F_3 = \{q_4, q_6\}$ e δ_3 dada por

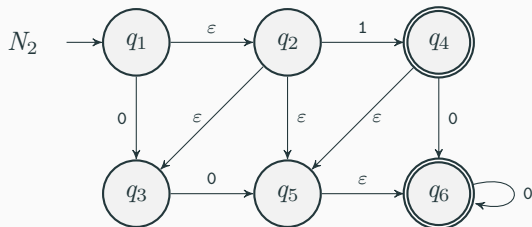
δ_3	0	1	ϵ
q_1	$\{q_3\}$	\emptyset	$\{q_2\}$
q_2	\emptyset	$\{q_4\}$	$\{q_3, q_5\}$
q_3	$\{q_5\}$	\emptyset	\emptyset
q_4	$\{q_6\}$	\emptyset	$\{q_5\}$
q_5	\emptyset	\emptyset	$\{q_6\}$
q_6	$\{q_6\}$	\emptyset	\emptyset

é um AFN.

Diagrama de N_3 :



Computando $\omega = 100$ em N_3



estados ativos	símbolo lido
$\{q_1, q_2, q_3, q_5, q_6\} = \hat{\delta}_3(q_1, \epsilon)$	<u>1</u> 00
$\{q_4, q_5, q_6\} = \hat{\delta}_3(q_1, 1)$	1 <u>0</u> 0
$\{q_6\} = \hat{\delta}_3(q_1, 10)$	10 <u>0</u>
$\{q_6\} = \hat{\delta}_3(q_1, 100)$	100 <u>_</u>