

Linguagens Formais e Autômatos

Prof. Alex Luciano Roesler Rese, MSc

Adaptado: Rafael de Santiago, Dr.

Linguagens Regulares



(2)



Autômatos Finitos

Não-Determinísticos



[3]



Autômato Finito Não Determinístico

- É um autômato que tem o poder de estar em vários estados ao mesmo tempo;
- Como se fosse uma capacidade de adivinhar algo sobre a palavra de entrada;
- Em geral são mais sucintos e mais fáceis de projetar que os AFD;
- Aceita a mesma Linguagem aceita pelos AFDs – Linguagens regulares.

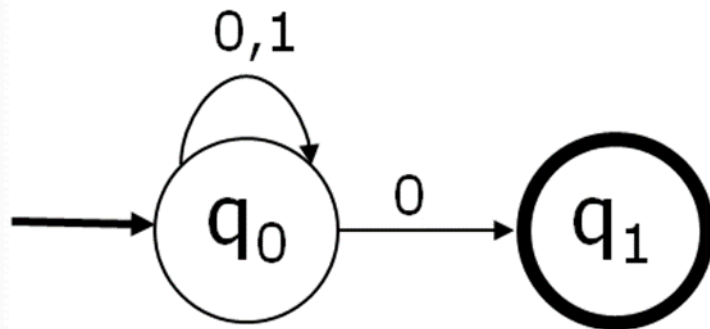
Autômato Finito Não Determinístico

- Um AFND é definidos por uma 5-upla:
- $M = (\Sigma, Q, \delta, q_0, F)$
 - Σ = alfabeto de símbolos de entrada
 - Q = conjunto finito de estados possíveis do autômato
 - δ = função de transição tal que $\delta: Q \times \Sigma \rightarrow \{q_0, \dots, q_n\}$
 - q_0 = estado inicial tal que $q_0 \in Q$
 - F = conjunto de estados finais tal que $F \subset Q$

Autômato Finito Não Determinístico

$$M = (\Sigma, Q, \delta, q_0, F)$$

$$M = (\{0,1\}, \{q_0, q_1\}, \delta, q_0, q_1)$$



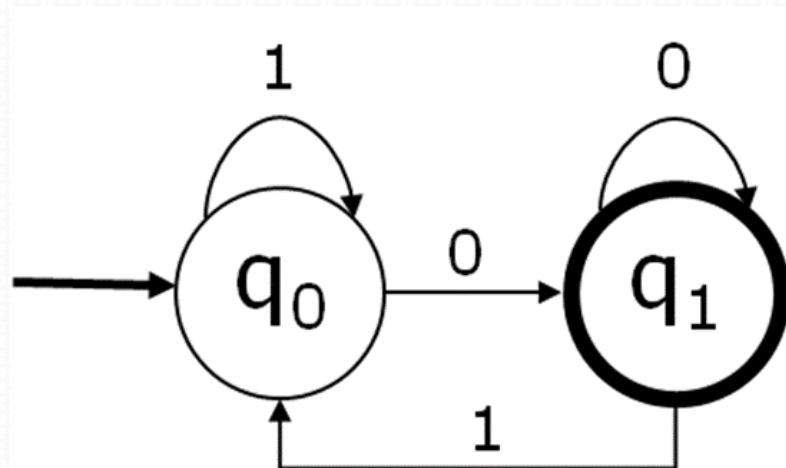
Binários Pares

O não determinismo está no caso da transição $\delta(q_0, 0)$ onde há dois caminhos possíveis.

AFD Correspondente

$$M = (\Sigma, Q, \delta, q_0, F)$$

$$M = (\{0,1\}, \{q_0, q_1\}, \delta, q_0, q_1)$$

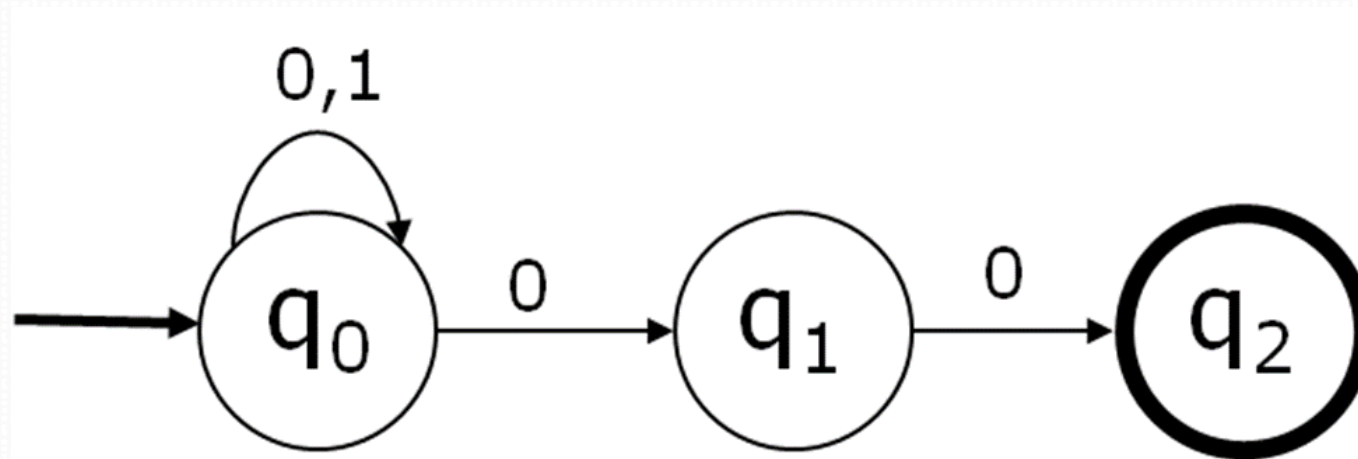


Linguagem que aceita números binários pares

Outro exemplo de AFND

$$M = (\Sigma, Q, \delta, q_0, F)$$

$$M = (\{0,1\}, \{q_0, q_1, q_2\}, \delta, q_0, q_2)$$

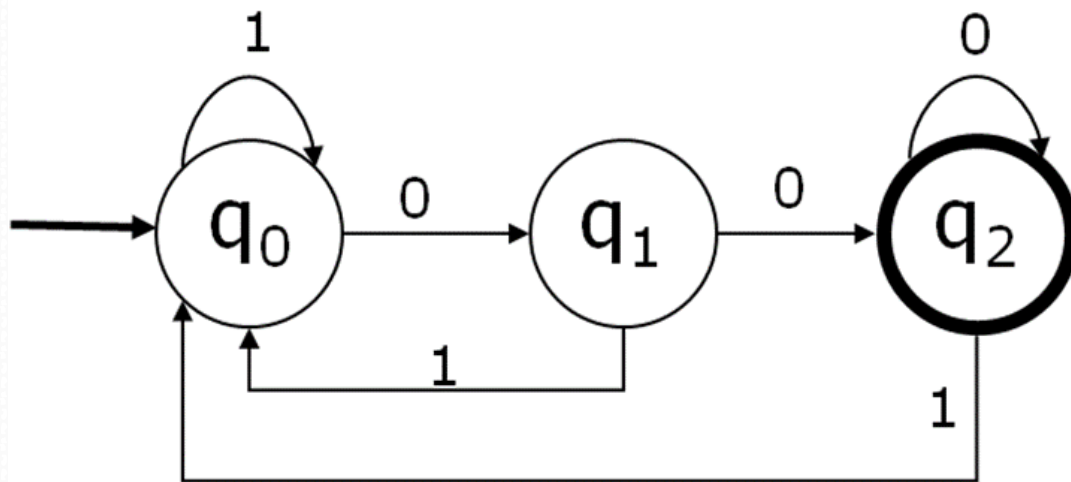


Palavras que com “00” como sufixo

AFD Correspondente

$$M = (\Sigma, Q, \delta, q_0, F)$$

$$M = (\{0,1\}, \{q_0, q_1\}, \delta, q_0, q_1)$$

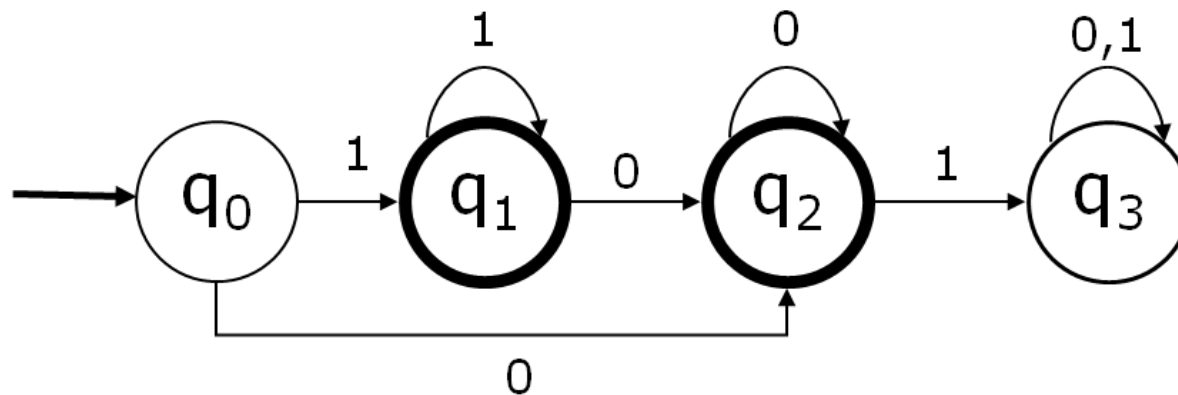


Palavras que com “00” como sufixo

Mas nem sempre ajuda

Criar um AFD para palavras que não contém a subpalavra “01”

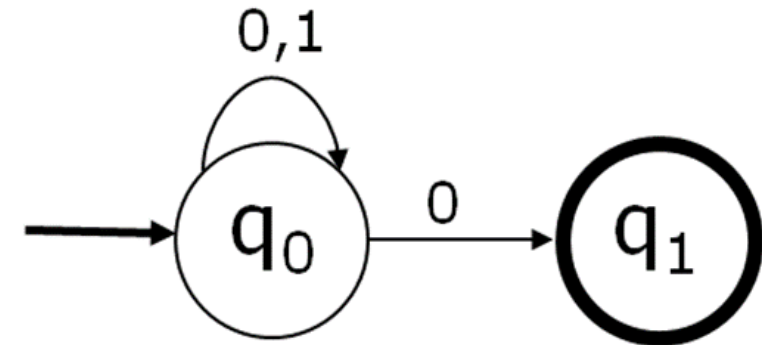
$$M = (\{0,1\}, \{q_0, q_1, q_2, q_3\}, \delta, q_0, \{q_1, q_2\})$$



AFD

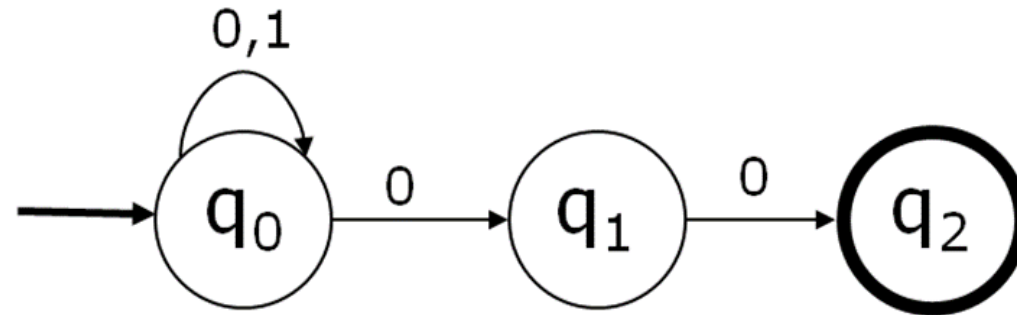
Tabelas de Transição de AFND

δ	0	1
$\rightarrow q_0$	$\{q_0, q_1\}$	q_0
$* q_1$	\emptyset	\emptyset



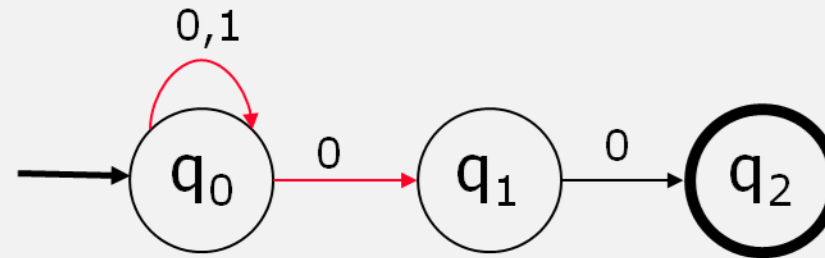
Tabelas de Transição de AFND

δ	0	1
$\rightarrow q_0$	$\{q_0, q_1\}$	q_0
q_1	q_2	\emptyset
$* q_2$	\emptyset	\emptyset



Simulando o reconhecimento

δ	0	1
$\rightarrow q_0$	$\{q_0, q_1\}$	q_0
q_1	q_2	\emptyset
$* q_2$	\emptyset	\emptyset

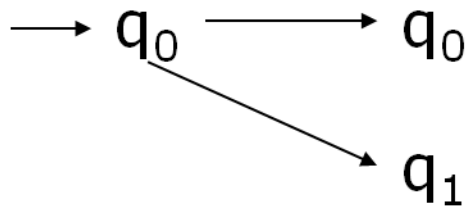
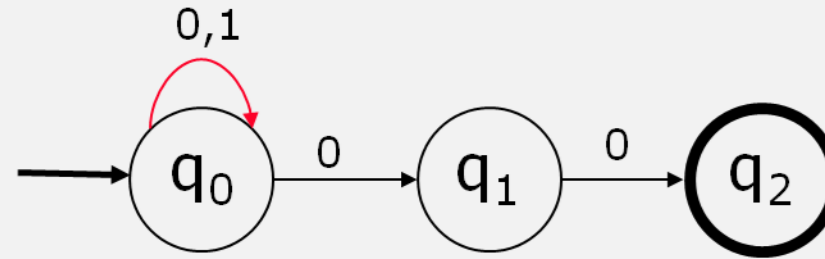


$\rightarrow q_0$

0	1	1	0	0
---	---	---	---	---

Simulando o reconhecimento

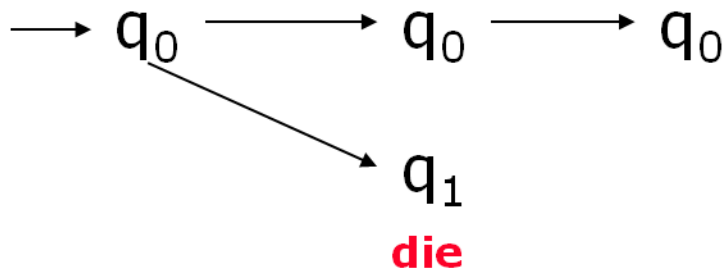
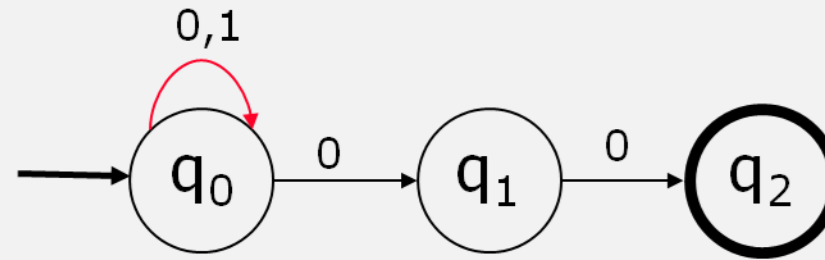
δ	0	1
$\rightarrow q_0$	$\{q_0, q_1\}$	q_0
q_1	q_2	\emptyset
$* q_2$	\emptyset	\emptyset



0	1	1	0	0
---	---	---	---	---

Simulando o reconhecimento

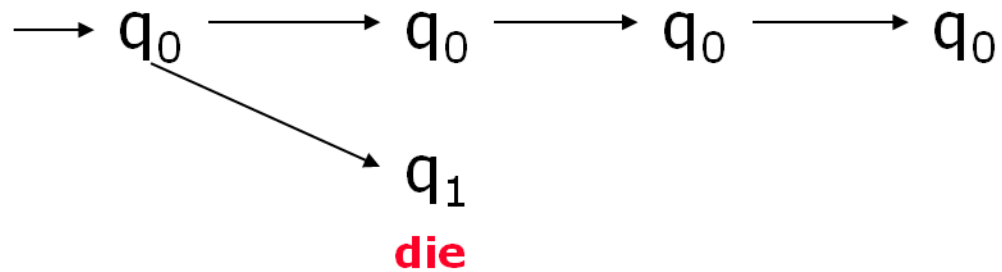
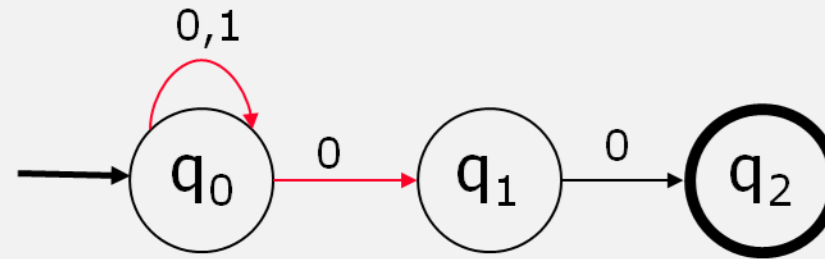
δ	0	1
$\rightarrow q_0$	$\{q_0, q_1\}$	q_0
q_1	q_2	\emptyset
$* q_2$	\emptyset	\emptyset



0	1	1	0	0
---	---	---	---	---

Simulando o reconhecimento

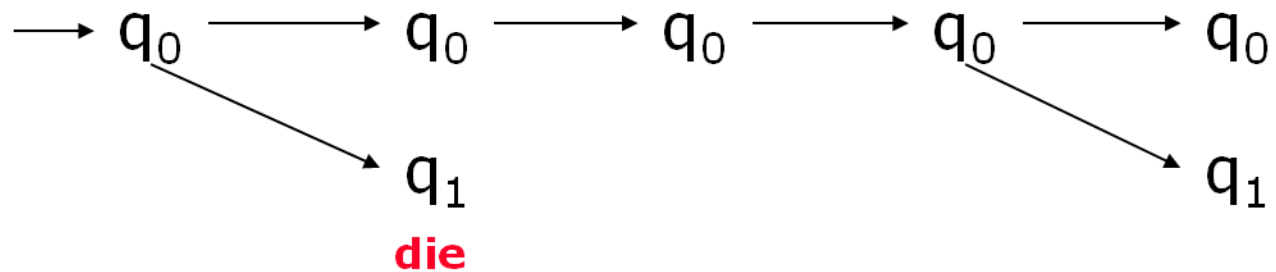
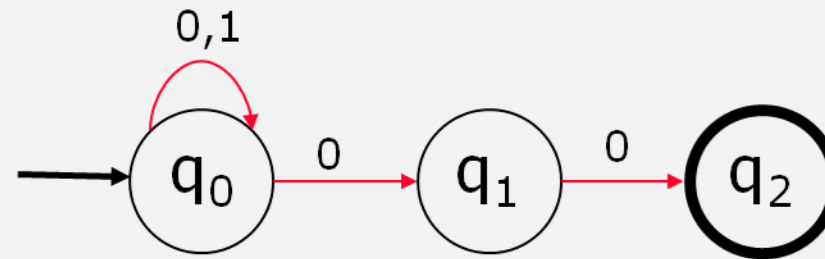
δ	0	1
$\rightarrow q_0$	$\{q_0, q_1\}$	q_0
q_1	q_2	\emptyset
$* q_2$	\emptyset	\emptyset



0	1	1	0	0
---	---	---	---	---

Simulando o reconhecimento

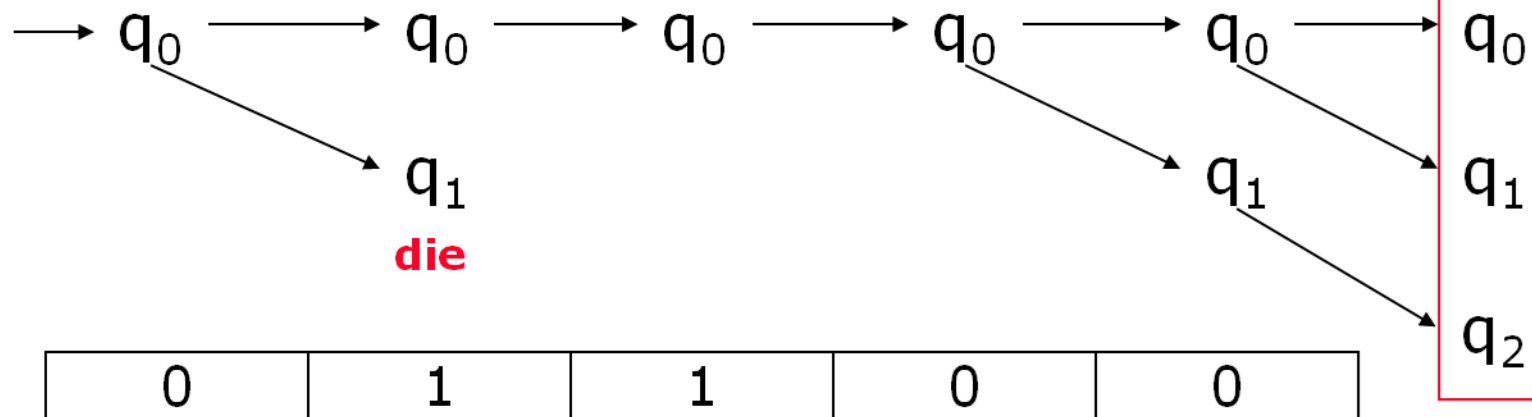
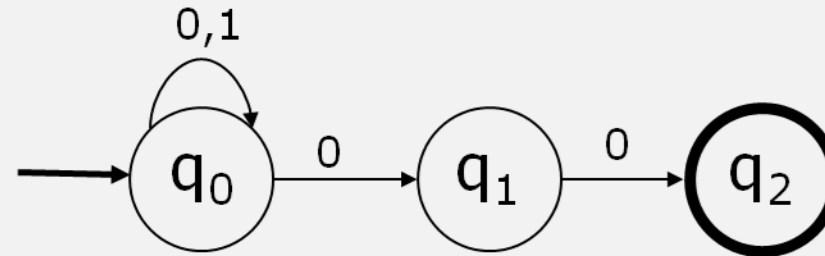
δ	0	1
$\rightarrow q_0$	$\{q_0, q_1\}$	q_0
q_1	q_2	\emptyset
$* q_2$	\emptyset	\emptyset



0	1	1	0	0
---	---	---	---	---

Simulando o reconhecimento

δ	0	1
$\rightarrow q_0$	$\{q_0, q_1\}$	q_0
q_1	q_2	\emptyset
$* q_2$	\emptyset	\emptyset



Exercícios

- Crie AFNDs com a respectiva tabela de transição para as linguagens:
 - palavras que possuam “ou” como sufixo ($\Sigma = \{a,e,i,o,u\}$)
 - Palavras que possuam “ai” como subpalavra ($\Sigma = \{a,e,i,o,u\}$)
 - Palavras que possuem “aa” ou “bb” ($\Sigma = \{a,b\}$)

$AFND \rightarrow AFD$

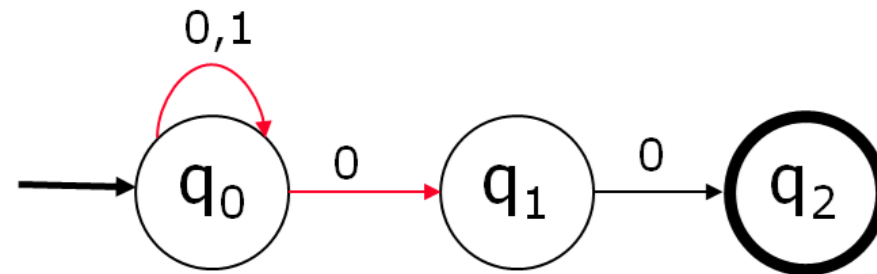
Conversão de AFND em AFD

- Princípios:
 - Encontrar todos os conjuntos de estado atingíveis de um AFND
 - Transformar estes conjuntos nos novos estados do AFD
 - O conjuntos que contém o estado inicial do AFND será o estado inicial no AFD
 - Todos os conjuntos que contém o estado final do AFND serão estados finais no AFD

Conversão de AFND em AFD

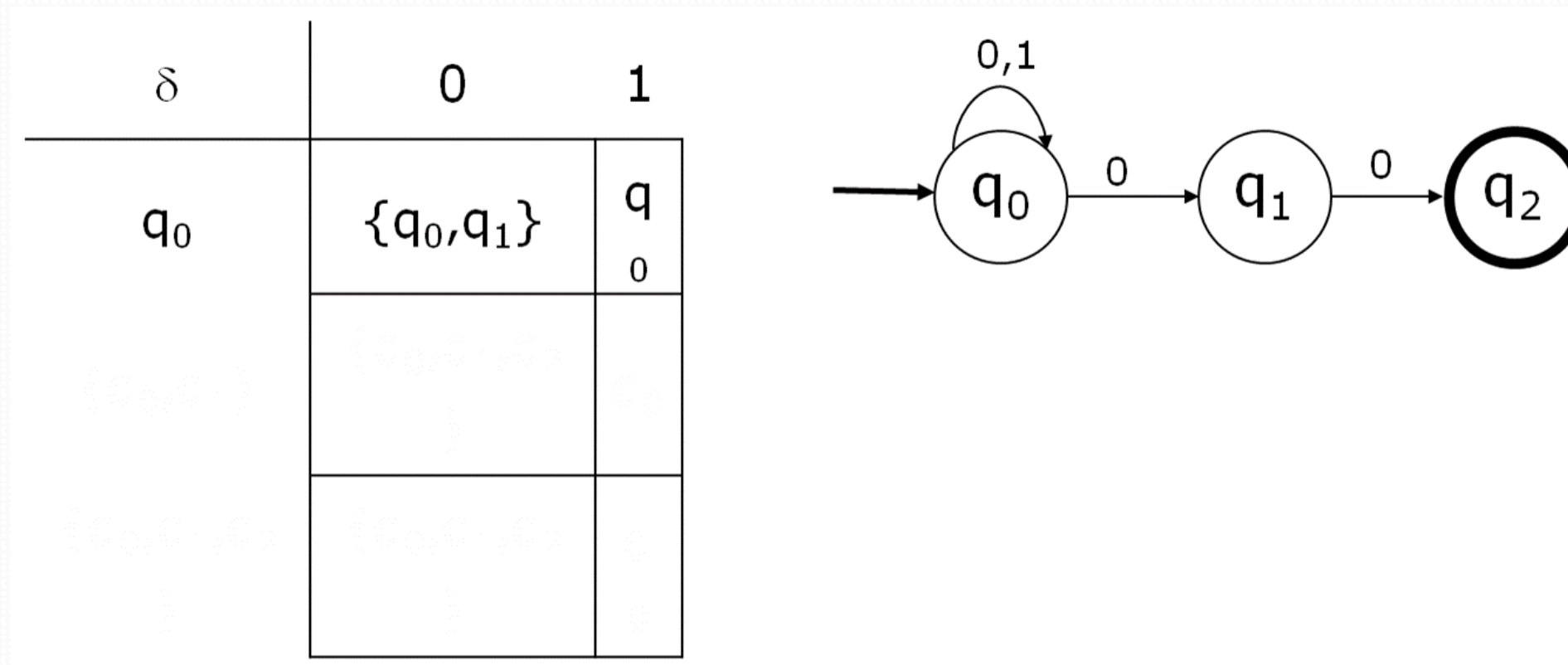
Encontrar todos os conjuntos de estado atingíveis de um AFND

δ	0	1
q_0		



Conversão de AFND em AFD

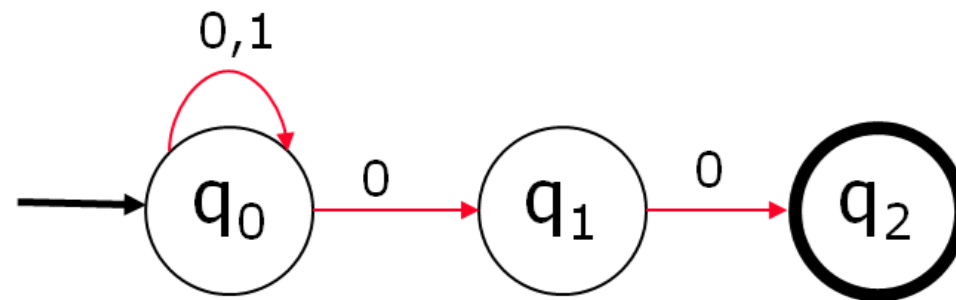
Encontrar todos os conjuntos de estado atingíveis de um AFND



Conversão de AFND em AFD

Encontrar todos os conjuntos de estado atingíveis de um AFND

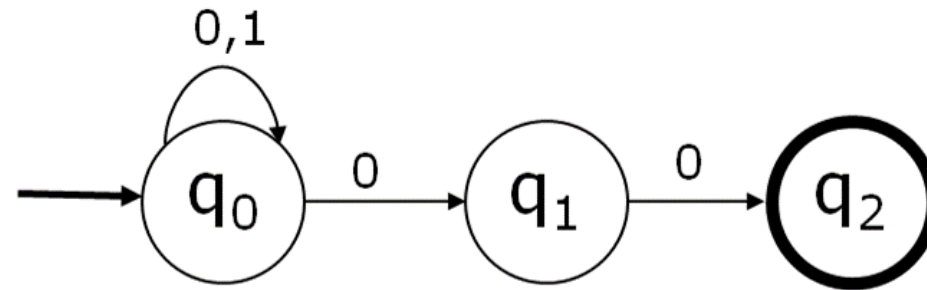
δ	0	1
q_0	$\{q_0, q_1\}$	q_0
$\{q_0, q_1\}$		



Conversão de AFND em AFD

Encontrar todos os conjuntos de estado atingíveis de um AFND

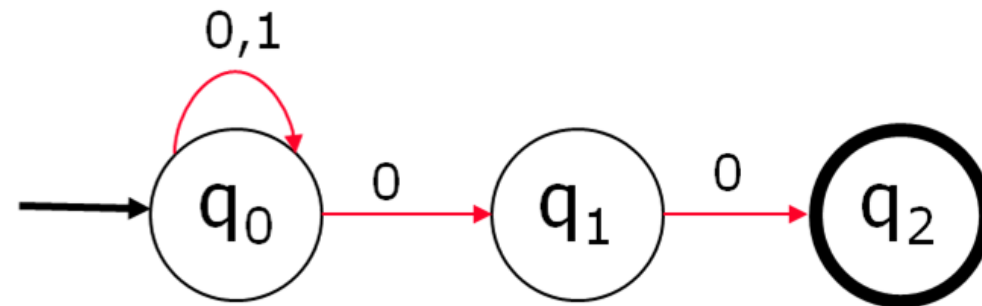
δ	0	1
q_0	$\{q_0, q_1\}$	q_0
$\{q_0, q_1\}$	$\{q_0, q_1, q_2\}$	q_0
$\{q_0, q_1, q_2\}$	$\{q_0, q_1, q_2\}$	q_0



Conversão de AFND em AFD

Encontrar todos os conjuntos de estado atingíveis de um AFND

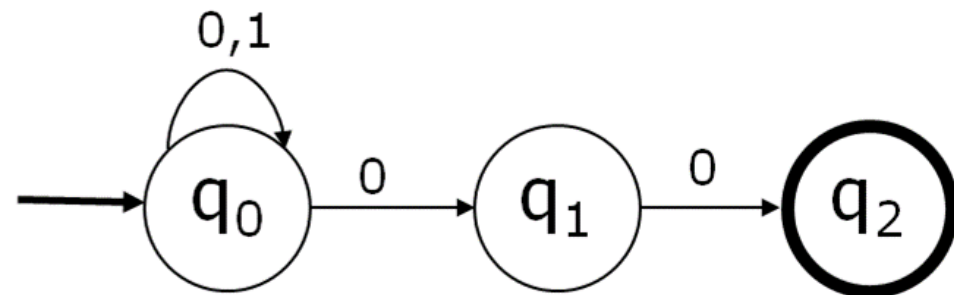
δ	0	1
q_0	$\{q_0, q_1\}$	q_0
$\{q_0, q_1\}$	$\{q_0, q_1, q_2\}$	q_0
$\{q_0, q_1, q_2\}$		



Conversão de AFND em AFD

Encontrar todos os conjuntos de estado atingíveis de um AFND

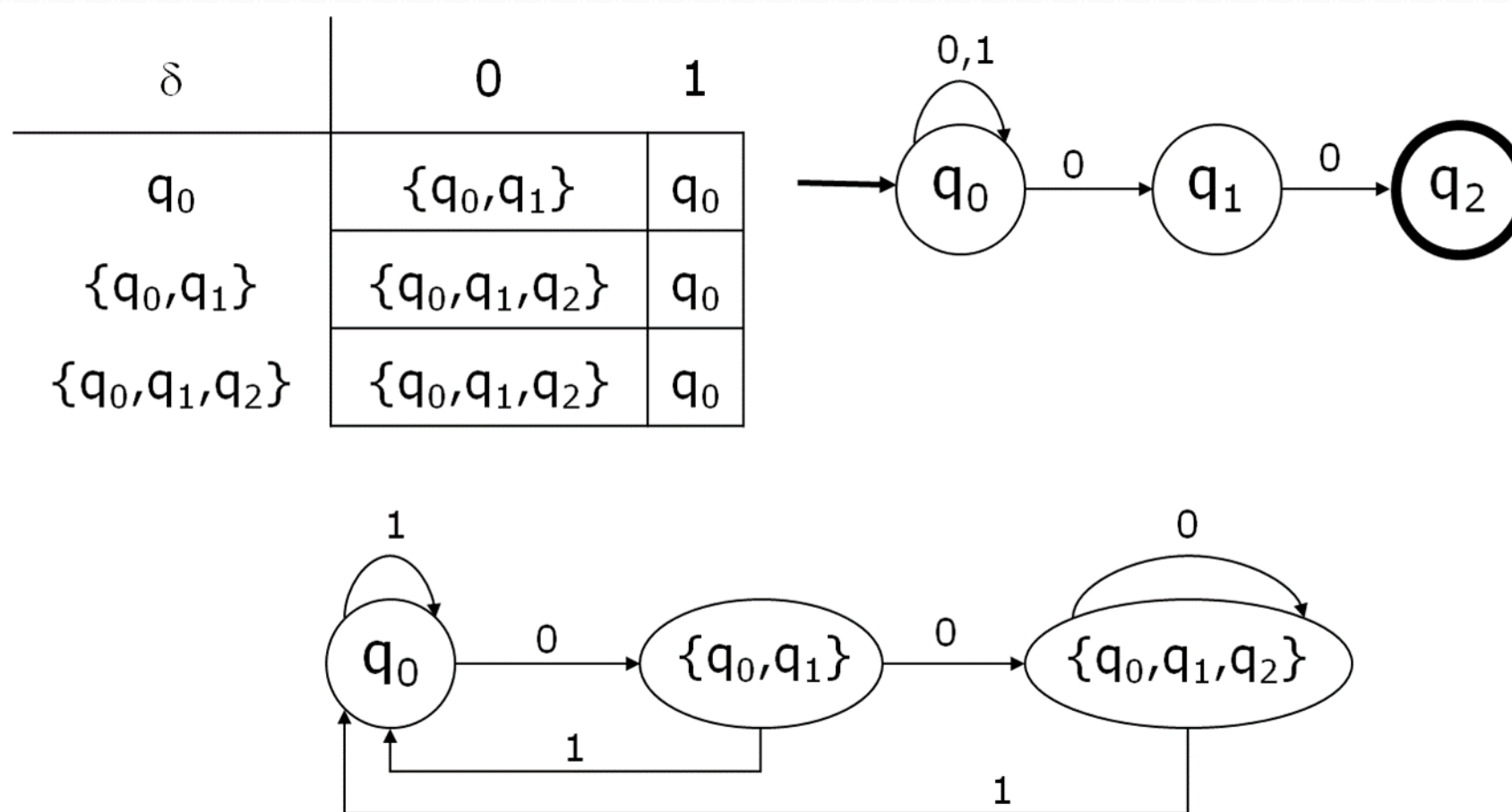
δ	0	1
q_0	$\{q_0, q_1\}$	q_0
$\{q_0, q_1\}$	$\{q_0, q_1, q_2\}$	q_0
$\{q_0, q_1, q_2\}$	$\{q_0, q_1, q_2\}$	q_0



Nenhum conjunto novo foi adicionado

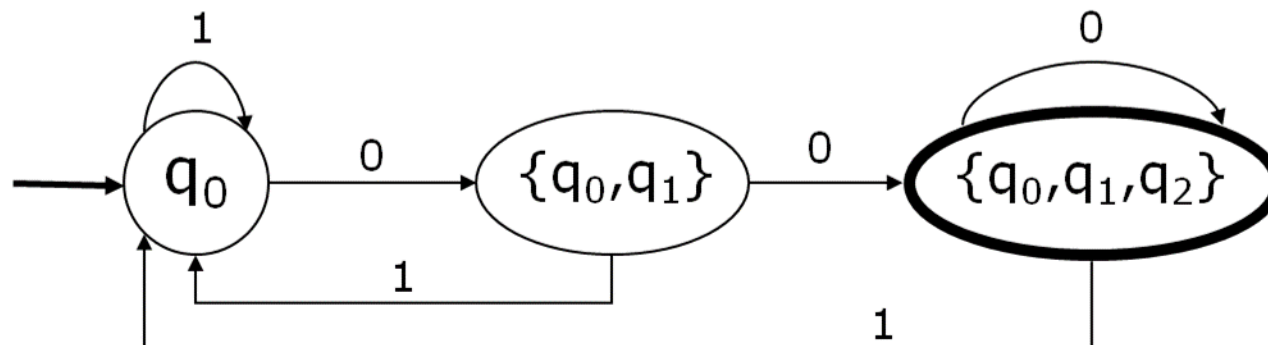
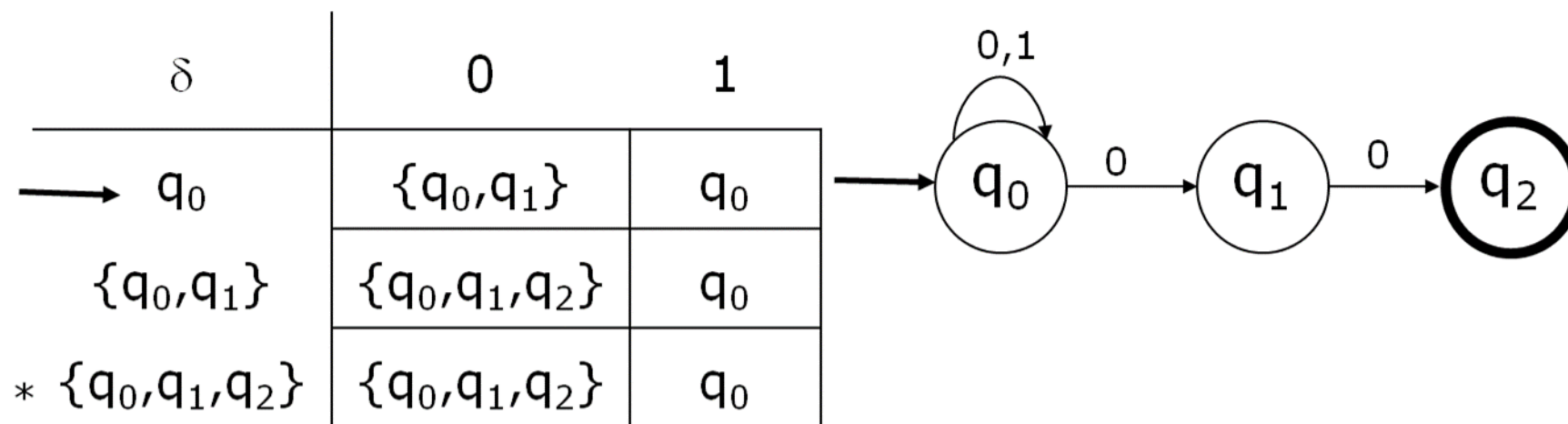
Conversão de AFND em AFD

Encontrar todos os conjuntos de estado atingíveis de um AFND



Conversão de AFND em AFD

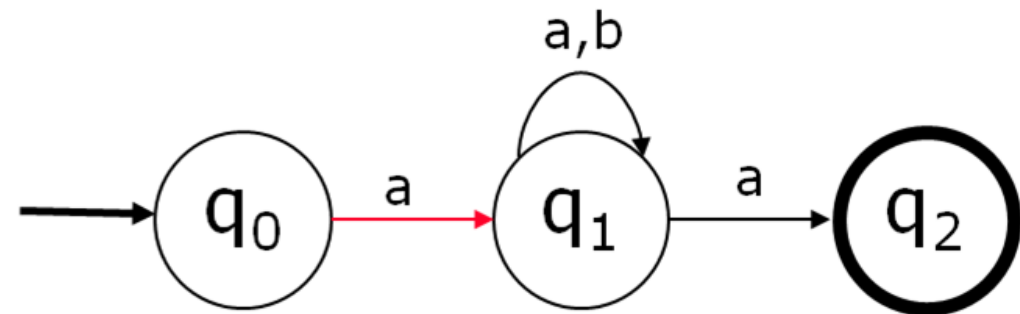
Definir estado inicial e final



Conversão de AFND em AFD

Encontrar todos os conjuntos de estado atingíveis de um AFND

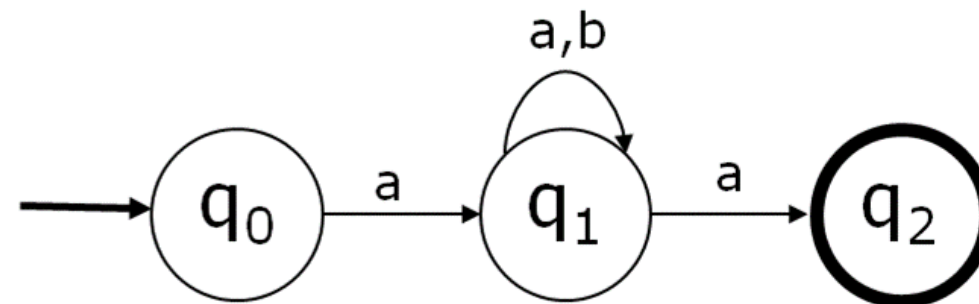
δ	a	b
q_0		



Conversão de AFND em AFD

Encontrar todos os conjuntos de estado atingíveis de um AFND

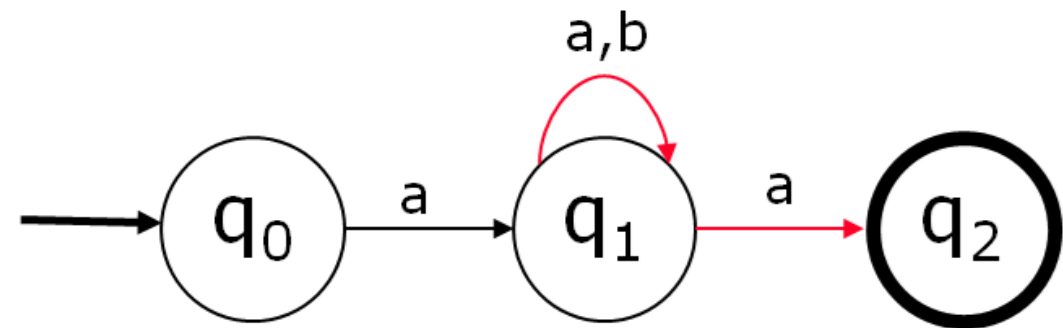
δ	a	b
q_0	q_1	\emptyset
\emptyset	$\{0, q_2\}$	\emptyset
$\{0, q_2\}$	$\{0, q_2\}$	\emptyset



Conversão de AFND em AFD

Encontrar todos os conjuntos de estado atingíveis de um AFND

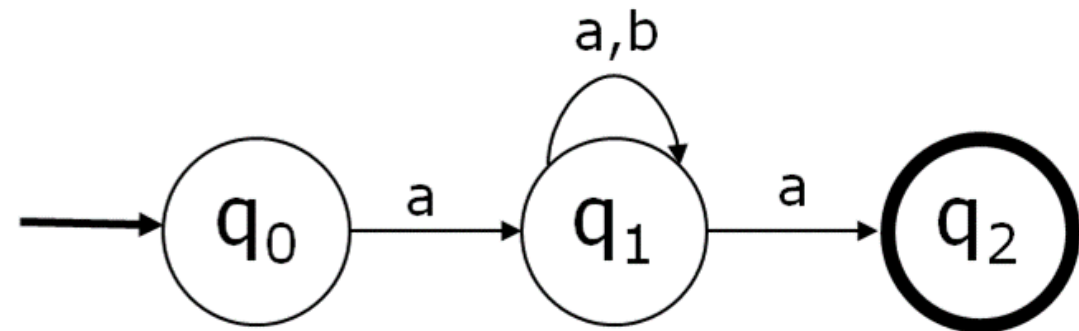
δ	a	b
q_0	q_1	\emptyset
q_1		



Conversão de AFND em AFD

Encontrar todos os conjuntos de estado atingíveis de um AFND

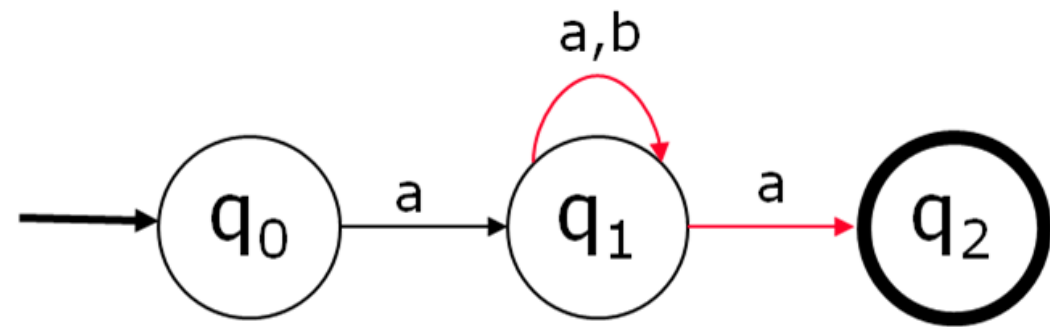
δ	a	b
q_0	q_1	\emptyset
q_1	$\{q_1, q_2\}$	q_1
$\{q_0, q_2\}$	$\{q_0, q_2\}$	\emptyset



Conversão de AFND em AFD

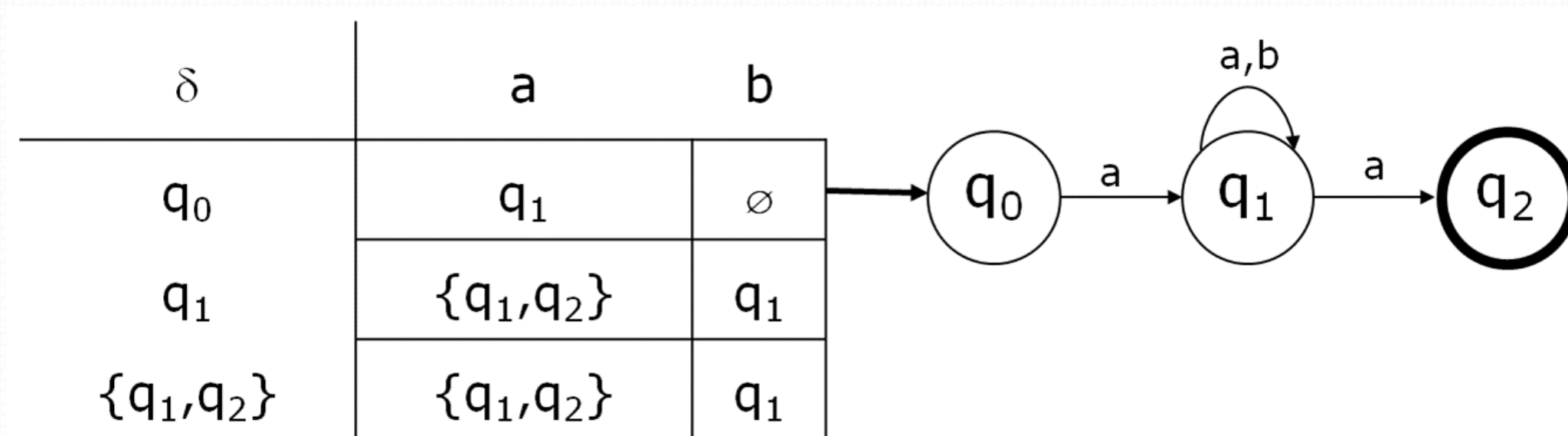
Encontrar todos os conjuntos de estado atingíveis de um AFND

δ	a	b
q_0	q_1	\emptyset
q_1	$\{q_1, q_2\}$	q_1
$\{q_1, q_2\}$		



Conversão de AFND em AFD

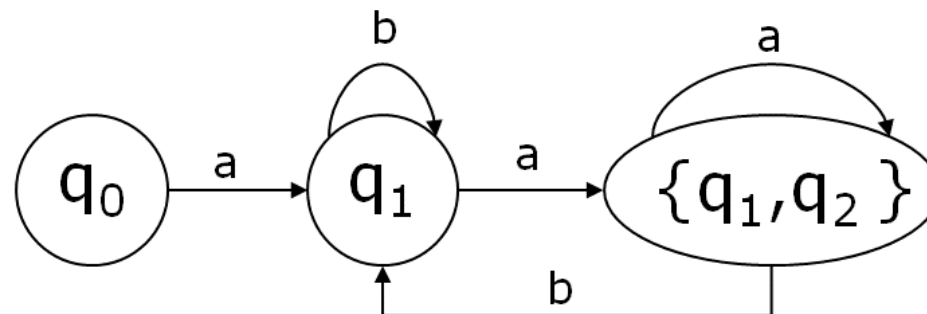
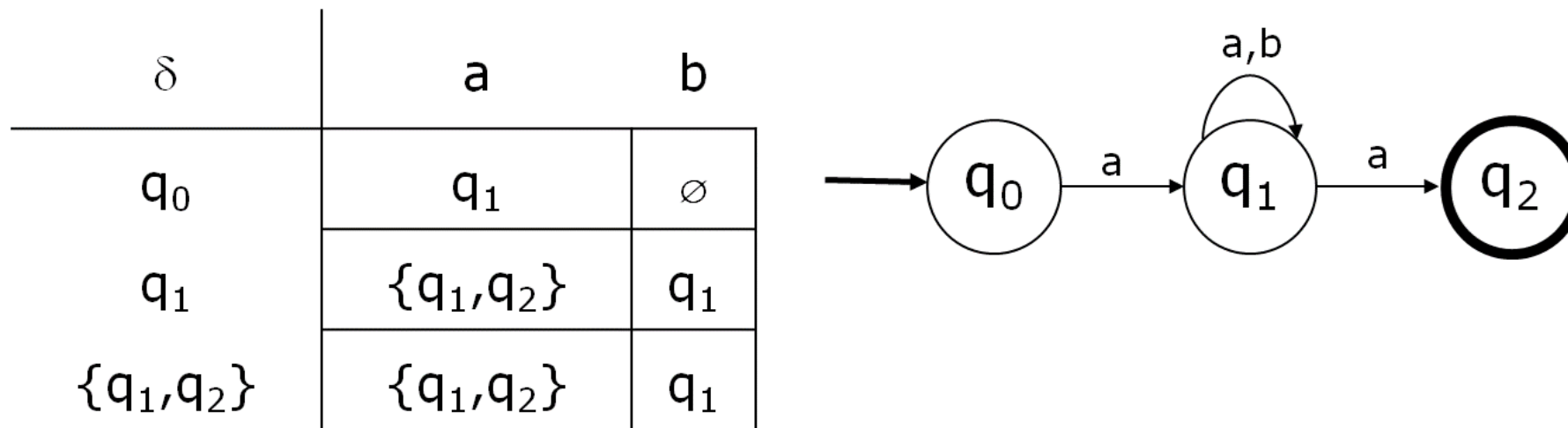
Encontrar todos os conjuntos de estado atingíveis de um AFND



Nenhum conjunto novo foi adicionado

Conversão de AFND em AFD

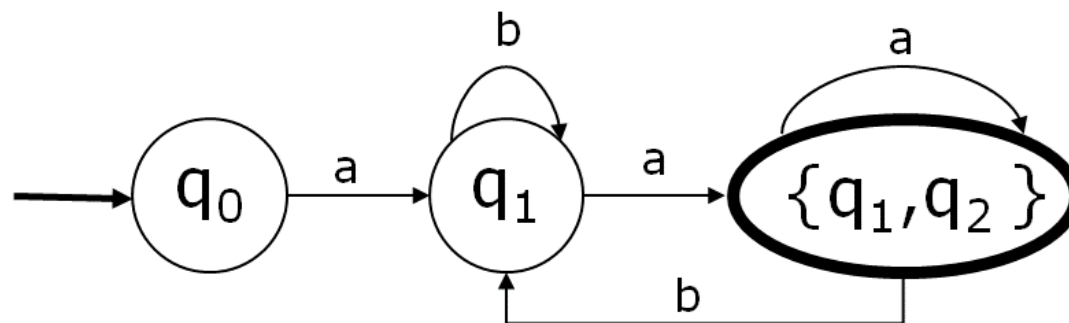
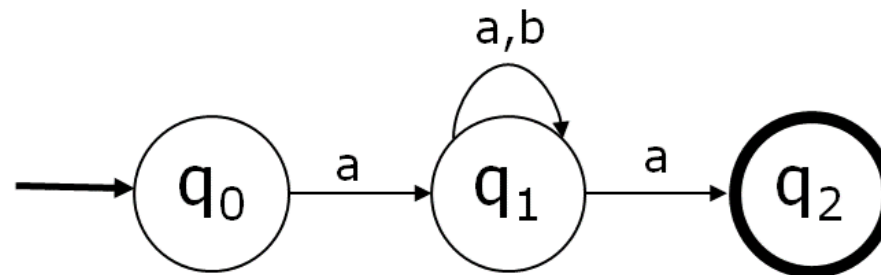
Encontrar todos os conjuntos de estado atingíveis de um AFND



Conversão de AFND em AFD

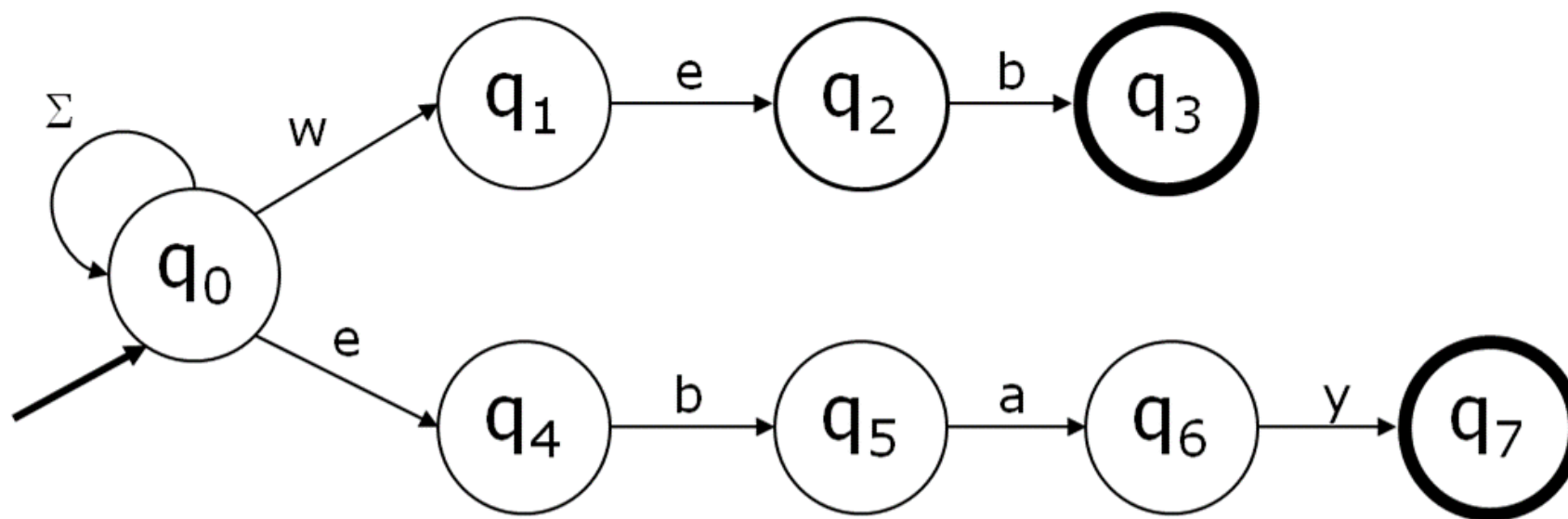
Definir estado inicial e final

δ	a	b
$\rightarrow q_0$	q_1	\emptyset
q_1	$\{q_1, q_2\}$	q_1
$* \{q_1, q_2\}$	$\{q_1, q_2\}$	q_1



Conversão de AFND em AFD

Exemplo extremo



Conversão de AFND em AFD

Exemplo extremo

