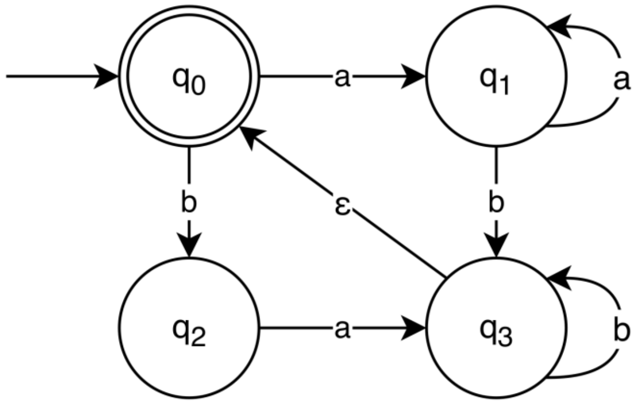
Universidade Federal do Pará
Instituto de Ciências Exatas e Naturais
Graduação em Ciência da Computação
Disciplina: Teoria da Computação
Professor: Jefferson Morais

1. Considere o autômato finito representado abaixo.



a) Defina formalmente o autômato.

M = (Q, Σ, δ, q0, F) com

Q = {q0, q1, q2, q3}

Σ = {a, b}

δ = {(q0, a) → q1, (q0, b) → q2, (q1, a) → q1, (q1, b) → q3, (q2, a) → q3, (q3, b) → q3, (q3, ε) → q0}

F = {q0}

b) Determine as computações para as entradas *baab*, *bababa* e *abaabaa*, explicitando se elas são aceitas ou não pelo autômato.

Cadeia *baab*:

(q0, *baab*) ⊢ (q1, *aab*) ⊢ (q1, *ab*) ⊢ (q1, *b*) ⊢ (q3, *ε*) ⊢ (q0, *ε*) e q0 ∈ F, ∴ *baab* ∈ L(M)

Cadeia *bababa*:

(q0, *bababa*) ⊢ (q2, *ababa*) ⊢ (q3, *baba*)

duas possibilidade:

⊢ (q3, *aba*)

mais duas possibilidade:

⊢ (q3, *aba*) para e rejeita

⊢ (q0, *aba*) ⊢ (q1, *ba*) ⊢ (q3, *a*)

mais duas possibilidades:

⊢ (q3, *a*) para e rejeita

⊢ (q0, *a*) ⊢ (q1, ε) rejeita, pois q1 ∉ F

⊢ (q0, *baba*) ⊢ (q2, *aba*) ⊢ (q3, *ba*)

mais duas possibilidades:

⊢ (q3, *a*)

mais duas possibilidades:

⊢ (q3, *a*) para e rejeita

⊢ (q0, *a*) ⊢ (q1, ε) rejeita, pois q1 ∉ F

⊢ (q0, *ba*) ⊢ (q2, *a*) ⊢ (q3, ε) ⊢ (q0, ε) e q0 ∈ F, ∴ *bababa* ∈ L(M)

Cadeia *abaabaa*:

(q0, *abaabaa*) ⊢ (q1, *baabaa*) ⊢ (q3, *aabaa*)

duas possibilidades:

⊢ (q3, *aabaa*) para e rejeita

⊢ (q0, *aabaa*) ⊢ (q1, *abaa*) ⊢ (q1, *baa*) ⊢ (q3, *aa*)

mais duas possibilidades:

⊢ (q3, *aa*) para e rejeita

⊢ (q0, *aa*) ⊢ (q1, *a*) ⊢ (q1, ε) rejeita, pois q1 ∉ F

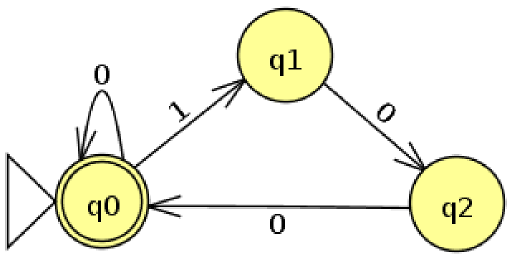
Para todos os caminhos possíveis a cadeia *abaabaa* foi rejeitada, ∴ *abaabaa* ∉ L(M)

c) Determine a linguagem que é reconhecida pelo autômato.

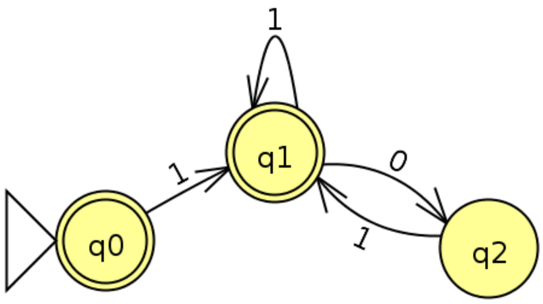
L(M) = (a+b+ | bab*)*

2. Construa AFD’s para reconhecer todas as sentenças em {0, 1}* de modo que:

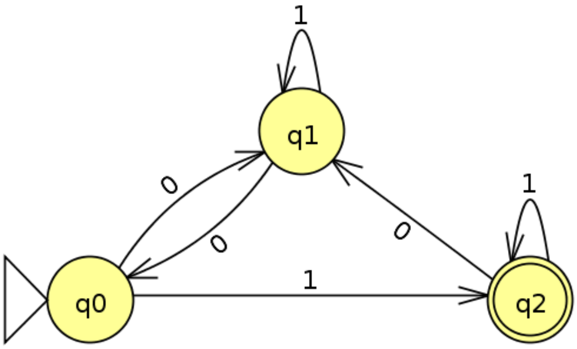
a) apresentem cada 1 seguido imediatamente de dois 0.



b) todo 0 apareça entre dois terminais 1.

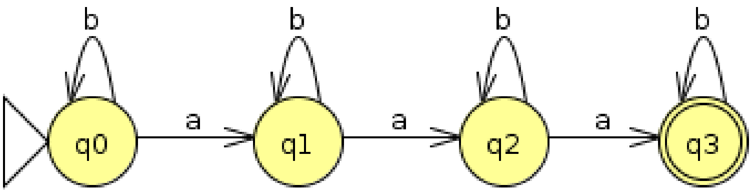


c) o último símbolo seja 1 e o número de símbolos 0 seja par.



3. Construa AFD's para reconhecer:

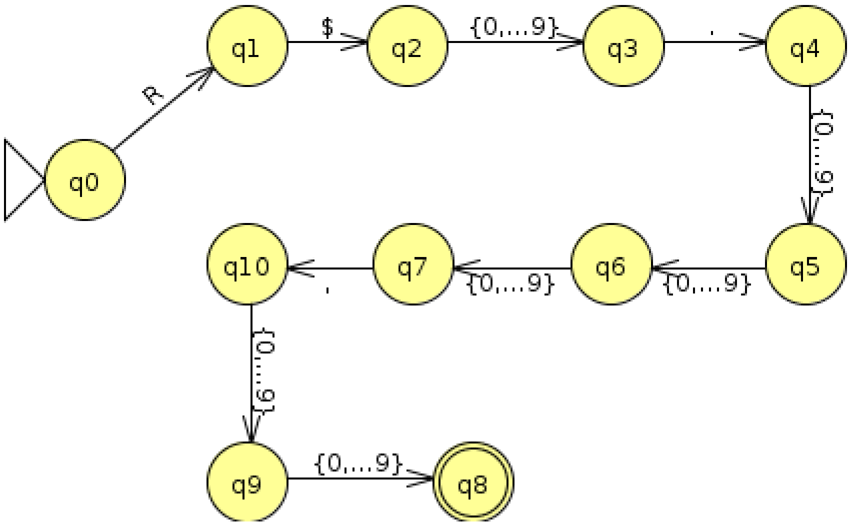
a) todas as

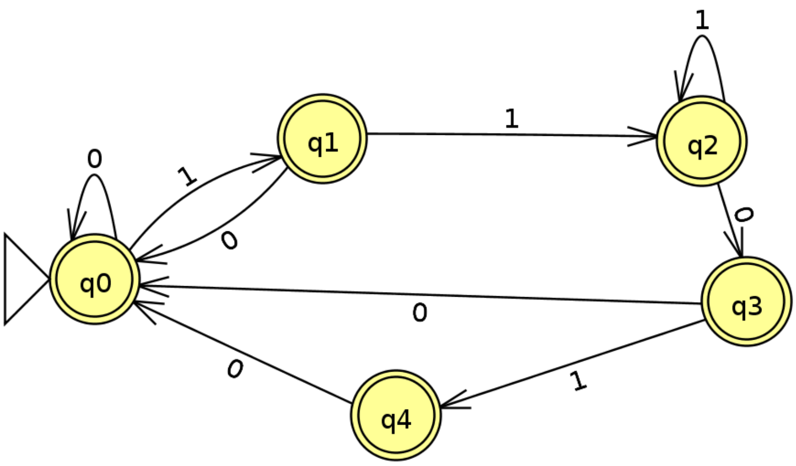


sentenças de {a, b}* que contenham exatamente 3 símbolos *a*

b) qualquer valor expresso em reais no seguinte formato: *R$ d.ddd,dd*

Universidade Federal do Pará
Instituto de Ciências Exatas e Naturais
Graduação em Ciência da Computação
Disciplina: Teoria da Computação
Professor: Jefferson Morais

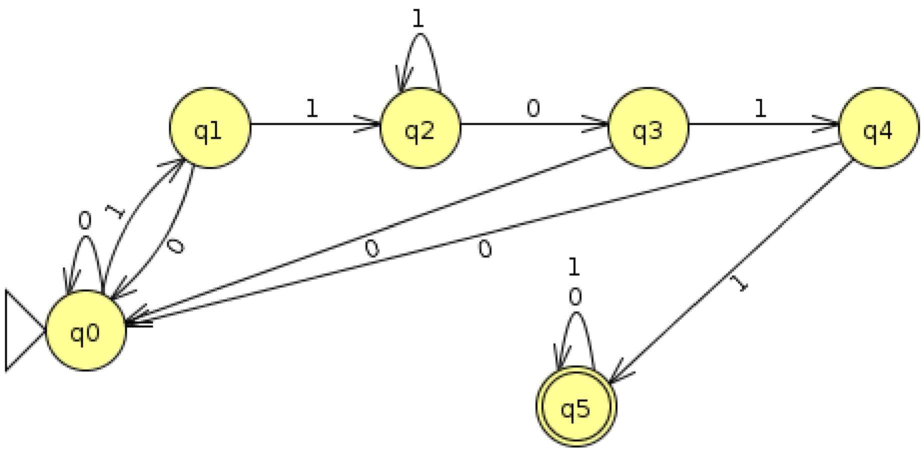




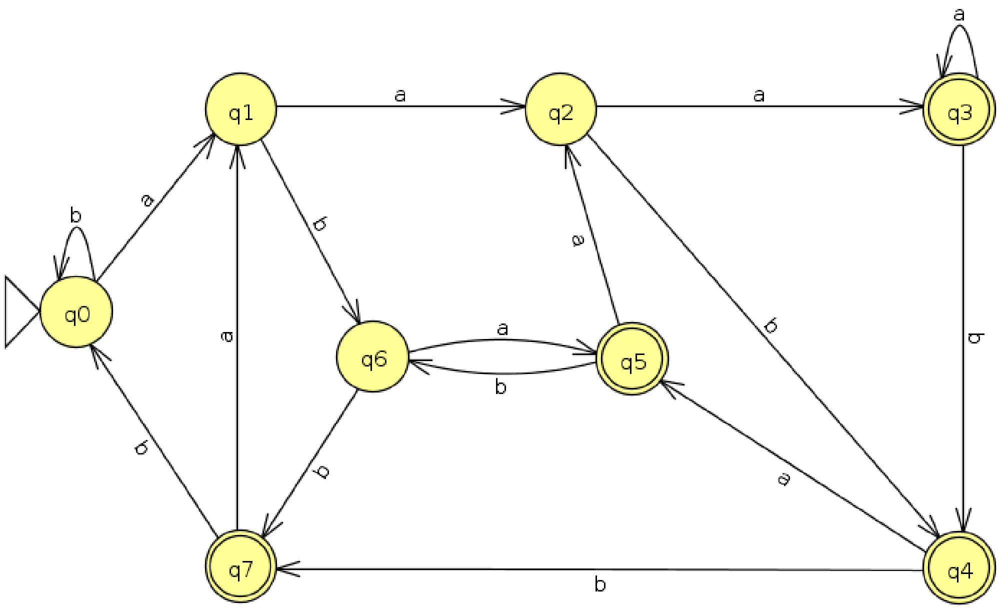
c) conjuntos dos strings que *não* contenham a sequência *11011* sobre o alfabeto {0, 1}

Universidade Federal do Pará
Instituto de Ciências Exatas e Naturais
Graduação em Ciência da Computação
Disciplina: Teoria da Computação
Professor: Jefferson Morais

d) conjuntos dos strings que contenham a sequência *11011* sobre o alfabeto {0, 1}



e) palavras w, onde o terceiro símbolo da direita para a esquerda de w é *a* sobre o alfabeto

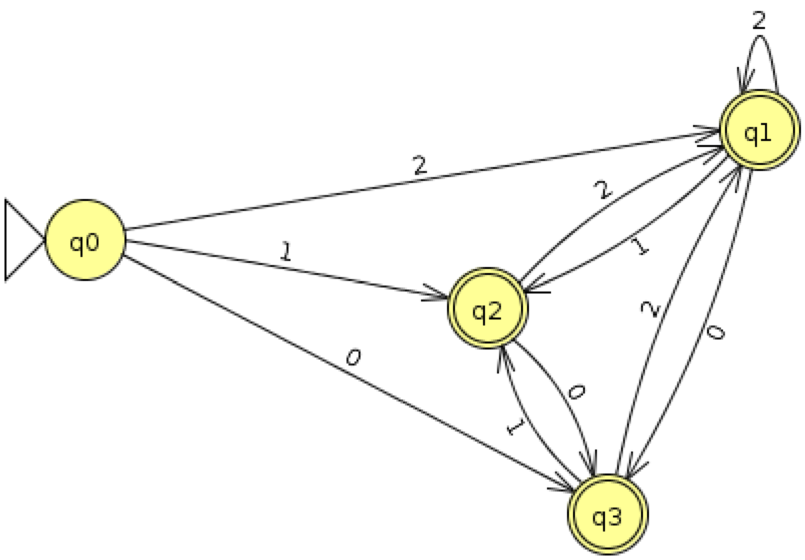


{a, b}

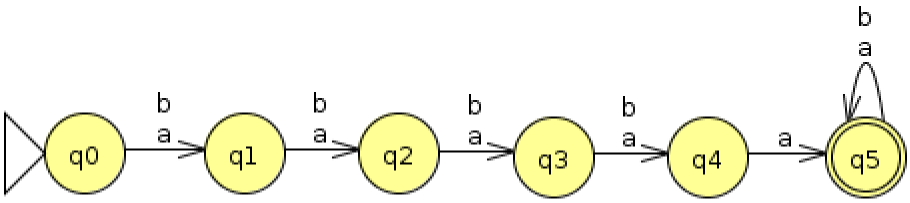
Universidade Federal do Pará
Instituto de Ciências Exatas e Naturais
Graduação em Ciência da Computação
Disciplina: Teoria da Computação
Professor: Jefferson Morais

4. Desenvolva autômatos finitos determinísticos ou não, sem transições em vazio, que reconheçam as seguintes linguagens:

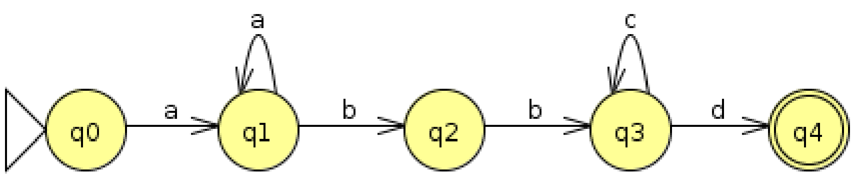
   a) L = { w | w ∈ $\{0, 1, 2\}^+$ e não contém 2 zeros ou 2 uns consecutivos }



   b) L = { w | w ∈ $\{a, b\}^+$ e o quinto símbolo da esquerda para direita de w é *a* }

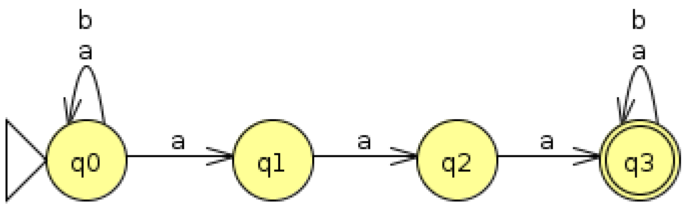


   c) L = { $a^i b b c^j d$ | i ≥ 1 e j ≥ 0 }

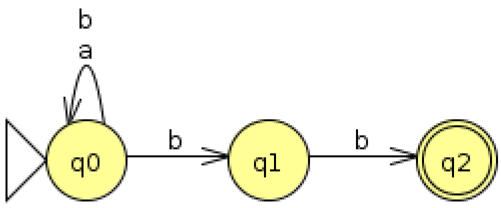


Universidade Federal do Pará
Instituto de Ciências Exatas e Naturais
Graduação em Ciência da Computação
Disciplina: Teoria da Computação
Professor: Jefferson Morais

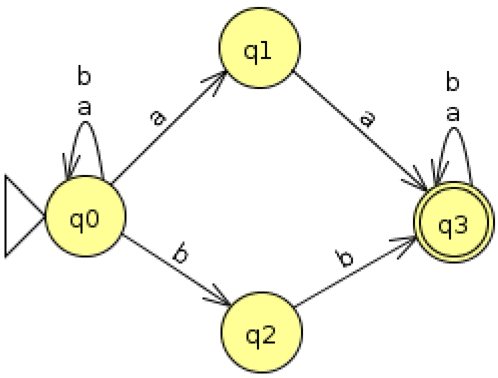
d) $L = \{ w \mid w \in \{a, b\}^+$ e w possui *aaa* como subpalavra $\}$



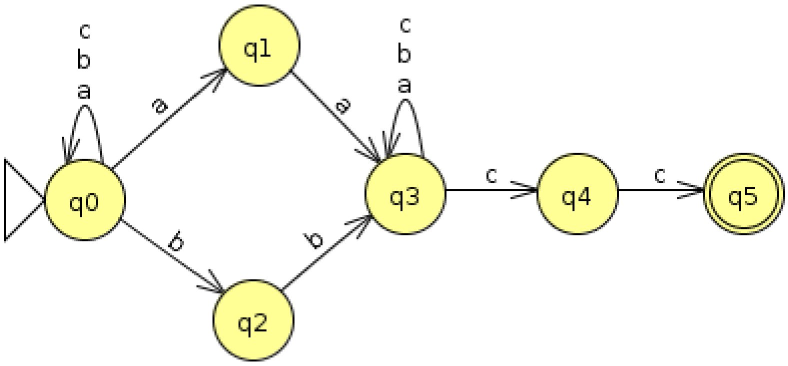
e) $L = \{ w \mid w \in \{a, b\}^+$ e o sufixo de w é *bb* $\}$



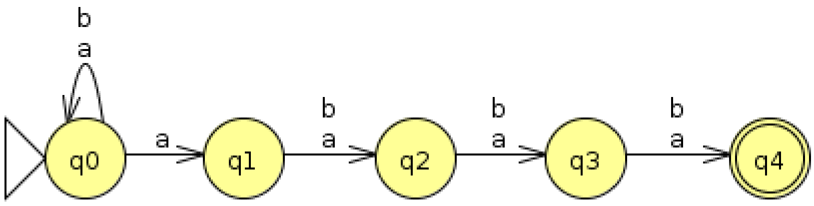
f) $L = \{ w \mid w \in \{a, b\}^+$ e possui *aa* ou *bb* como subpalavra $\}$



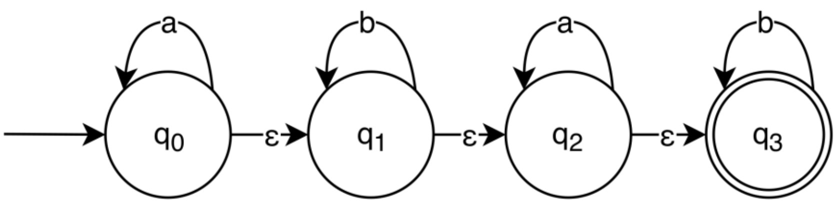
g) $L = \{ w \mid w \in \{a, b, c\}^+$, *aa* ou *bb* é subpalavra e *cc* é sufixo de w $\}$



h) L = { w | w ∈ $\{a, b\}^+$ e o quarto símbolo da direita para a esquerda de w é *a* }



5. Considere o autômato abaixo e obtenha um autômato finito equivalente isento de (i) transições em vazio, (ii) não-determinismos, (iii) estados inacessíveis e (iv) estados inúteis.



(i) Eliminação de transições em vazio

Construção da notação tabular do autômato original:

δ	a	b	λ
→ q0	q0		q1
q1		q1	q2
q2	q2		q3
← q3		q3	

Universidade Federal do Pará
Instituto de Ciências Exatas e Naturais
Graduação em Ciência da Computação
Disciplina: Teoria da Computação
Professor: Jefferson Morais

Construção da notação tabular do autômato sem transições em vazio:

δ	a	b
↔ q0	{q0, q2}	{q1, q3}
← q1	q2	{q1, q3}
← q2	q2	q3
← q3		q3

(ii) Eliminação de não-determinismos

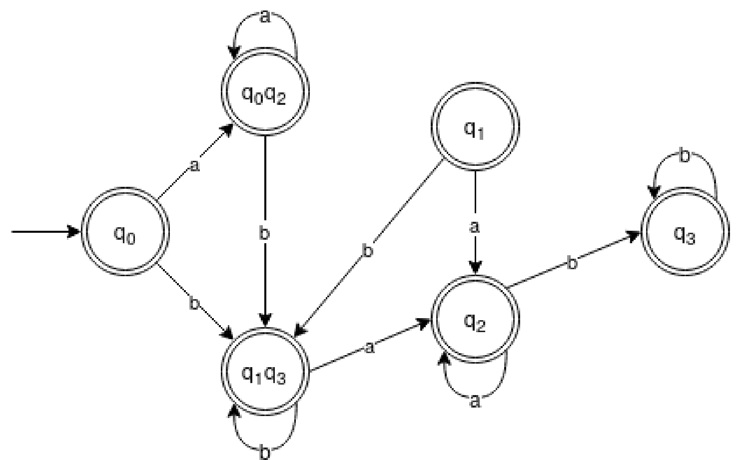
Criando o estado q0q2:

δ	a	b
↔ q0	q0q2	{q1, q3}
← q1	q2	{q1, q3}
← q2	q2	q3
← q3		q3
← q0q2	q0q2	{q1, q3}

Criando o estado q1q3:

δ	a	b
↔ q0	q0q2	q1q3
← q1	q2	q1q3
← q2	q2	q3
← q3		q3
← q0q2	q0q2	q1q3
← q1q3	q2	q1q3

O autômato sem transições em vazio e sem não-determinismos:



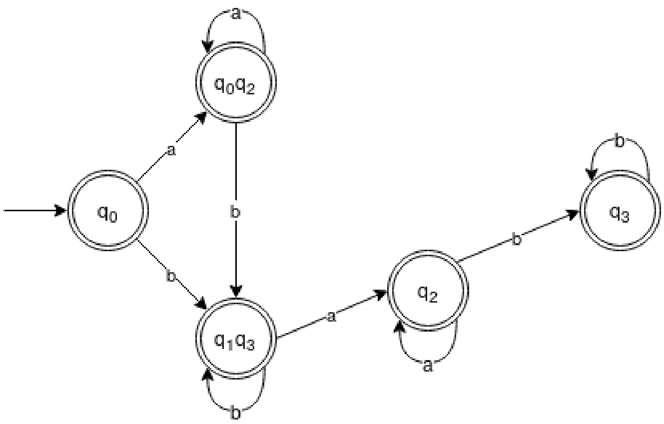
Universidade Federal do Pará
Instituto de Ciências Exatas e Naturais
Graduação em Ciência da Computação
Disciplina: Teoria da Computação
Professor: Jefferson Morais

(iii) Eliminação de estados inacessíveis

Nota-se abaixo que após a aplicação do algoritmo para eliminação de estados inacessíveis, apenas o estado q1 não está acessível.

δ	a	b	Acessível	Considerado
↔ q0	q0q2	q1q3	✓(1)	✓(4)
← q1	q2	q1q3		
← q2	q2	q3	✓(6)	✓(9)
← q3		q3	✓(8)	✓(10)
← q0q2	q0q2	q1q3	✓(2)	✓(5)
← q1q3	q2	q1q3	✓(3)	✓(7)

Portanto, o estado q1 será eliminado, resultando no autômato final:



(iv) Eliminação de estados inúteis

Universidade Federal do Pará
Instituto de Ciências Exatas e Naturais
Graduação em Ciência da Computação
Disciplina: Teoria da Computação
Professor: Jefferson Morais

Todos os estados do autômato resultante são estados finais. Portanto, não há eliminação de nenhum estado. O autômato final é representado na notação tabular abaixo.

δ	a	b	Útil	Considerado
↔ q0	q0q2	q1q3	✓	✓
← q2	q2	q3	✓	✓
← q3		q3	✓	✓
← q0q2	q0q2	q1q3	✓	✓
← q1q3	q2	q1q3	✓	✓

6. Considere as seguintes expressões regulares cujo alfabeto é {a, b}.

   R1 = a(a ∪ b)*

   R2 = b(a ∪ b)*

   Se L(R) é a linguagem associada a uma expressão regular R, é correto afirmar que

   a) L(R1) = L(R2).
   b) L(R2) = {w | w termina com b}.
   c) existe um autômato finito determinístico cuja linguagem é igual a L(R1) ∪ L(R2).
   d) se R3 é uma expressão regular tal que L(R3) = L(R1) ∩ L(R2), então L(R3) é uma linguagem infinita.
   e) um autômato finito não determinístico que reconheça L(R1) ∪ L(R2) tem, pelo menos, quatro estados.