LFA – Aula 05

AFND: com e sem movimentos vazios

Celso Olivete Júnior

olivete@fct.unesp.br

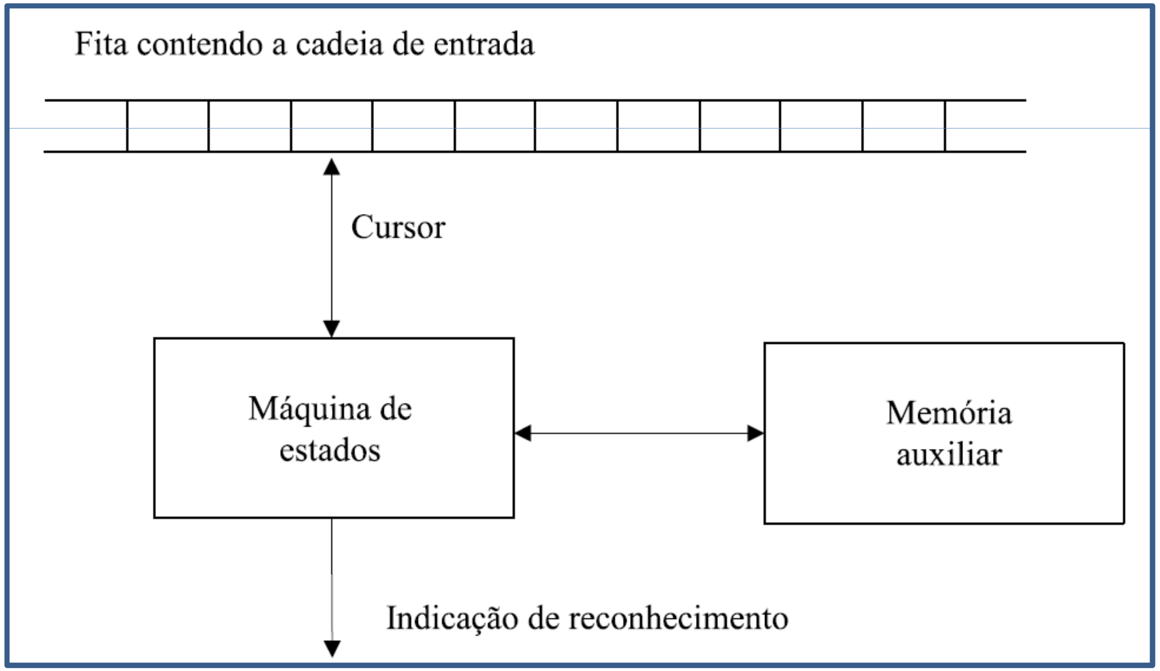
www.fct.unesp.br/docentes/dmec/olivete/lfa

Na aula passada...

- Reconhecedores genéricos
- Autômatos finitos determinísticos

Na aula passada...

- Estrutura de um reconhecedor genérico



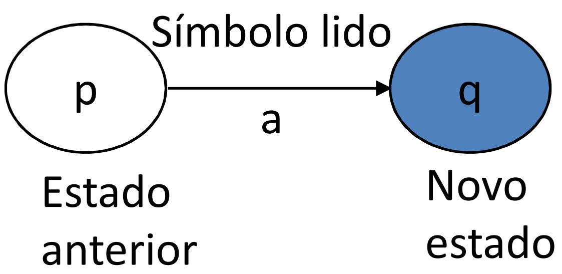
Na aula passada...

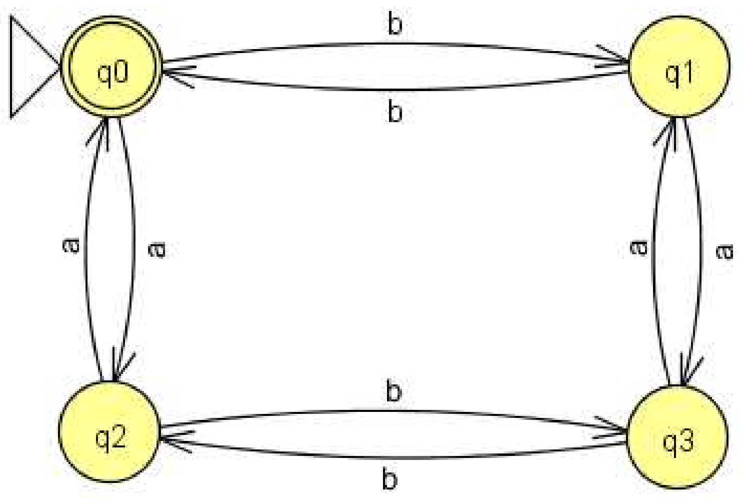
- Reconhecedor autômato finito- particularidades:

1. Inexistência de memória auxiliar;
2. Utilização do cursor da fita de entrada apenas para leitura de símbolos, não havendo operações de escrita sobre a fita;
3. Movimentação do cursor de leitura em apenas um sentido, da esquerda para a direita;
4. A fita de entrada possui comprimento limitado, suficiente apenas para acomodar a cadeia a ser analisada

Na aula passada...

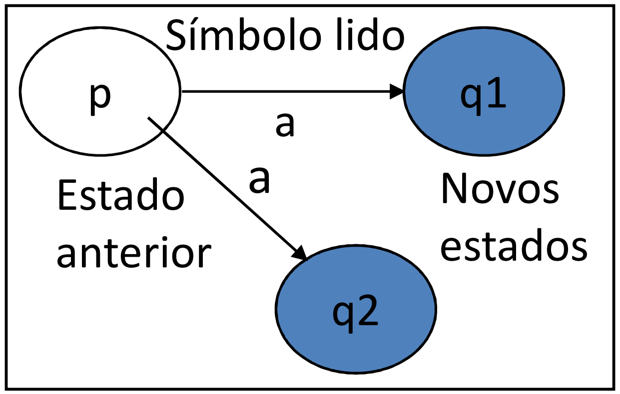
- Autômato finito determinístico
  - Para cada entrada (símbolo) existe **um e somente** um estado ao qual o autômato pode transitar a partir de seu estado atual e do símbolo lido





Na aula de hoje...

- Autômato finito não-determinístico com e sem movimentos vazios
  - O autômato tem o poder de estar em vários estados ao mesmo tempo



No estado **p** ao ler o símbolo **a** assume **q1** e **q2** como novos estados atuais

AFND: aceitação e rejeição

- Diz-se que um autômato finito não-determinístico **aceita** uma cadeia de entrada quando houver alguma sequência de movimentos que o leve da configuração inicial para uma configuração final.

- Diferentemente do autômato finito determinístico, em que essa sequência, se existir, é única para cada cadeia de entrada, no caso do autômato finito não-determinístico é possível que exista mais de uma sequência que satisfaça a essa condição para uma dada cadeia de entrada.

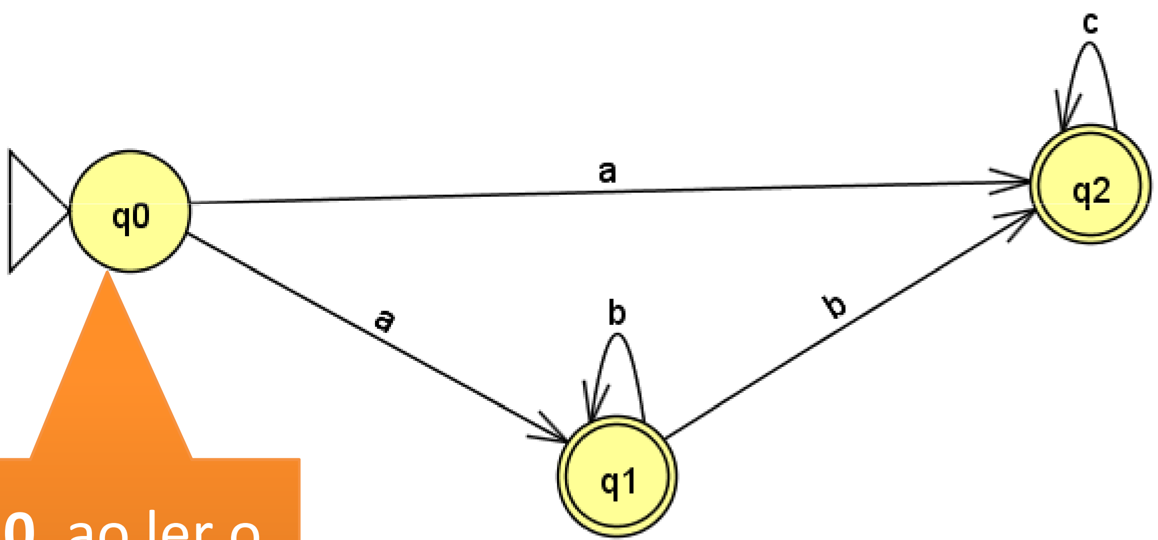
- Sempre que o AFND se deparar com mais de uma possibilidade de movimentação, é feita a escolha (arbitrária) de uma das alternativas; em caso de insucesso no reconhecimento, deve-se considerar sucessivamente cada uma das demais alternativas ainda não consideradas, até o seu esgotamento; persistindo o insucesso, e esgotadas as alternativas, diz-se que o autômato **rejeita** a cadeia.

Aceitação e rejeição de cadeias em AF's

	Dada uma cadeia de entrada, ele:	Aceita a cadeia de entrada se:	Rejeita a cadeia de entrada se:
AFD	Executa uma única sequência de movimentos.	Parar em uma configuração final.	Parar em uma configuração não-final.
AFND	Pode executar várias sequências distintas de movimentos.	Parar em uma configuração final.	Parar sem conseguir atingir nenhuma configuração final.

Exemplo de AFND

- Reconhece a linguagem ab*c*



No estado **q0**, ao ler o símbolo **a**, o autômato vai para os estados **q1** e **q2**

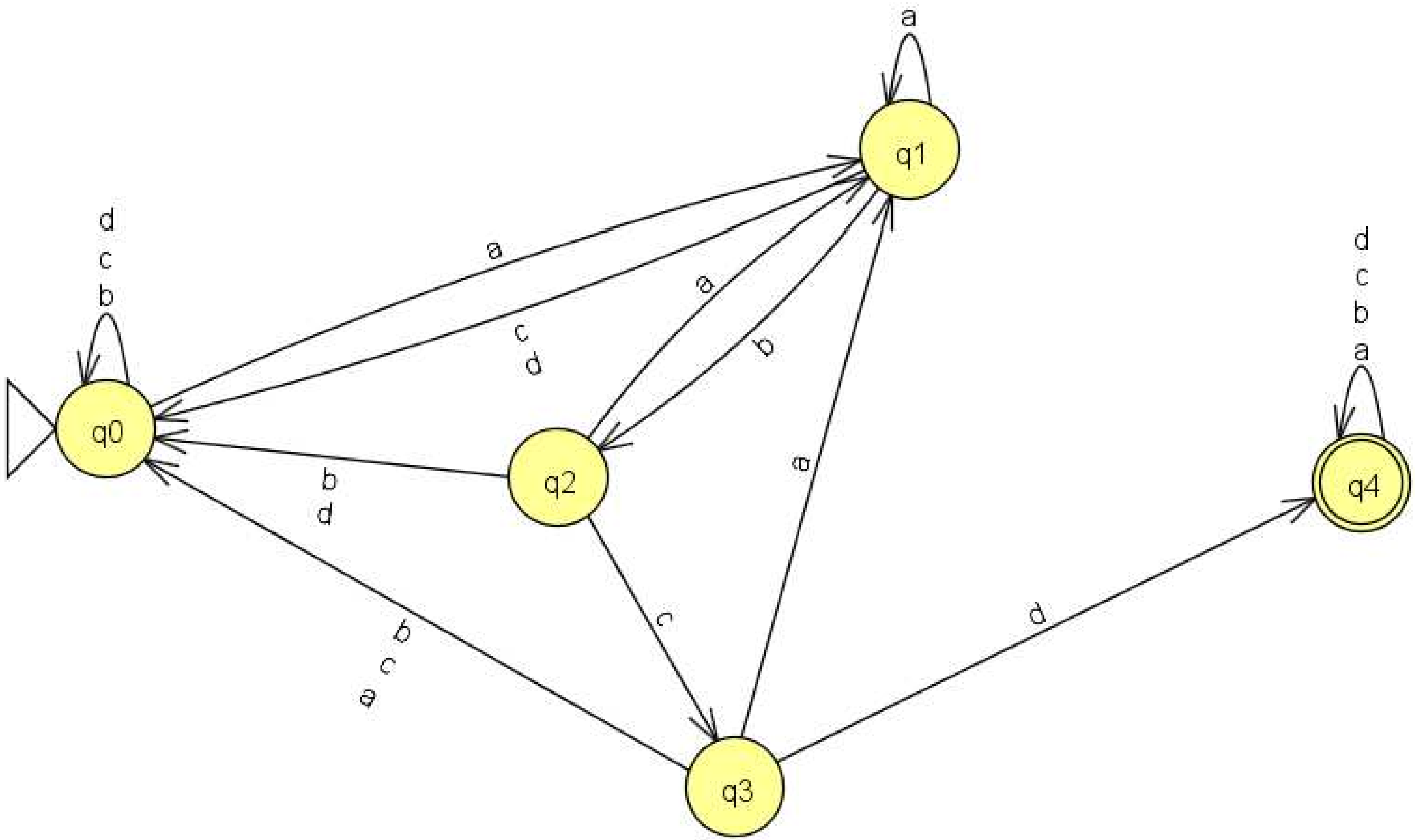
AFD versus AFND

- os autômatos finitos não-determinísticos, em certos casos, podem mostrar-se mais simples de serem analisados do que as correspondentes versões determinísticas

EXEMPLO

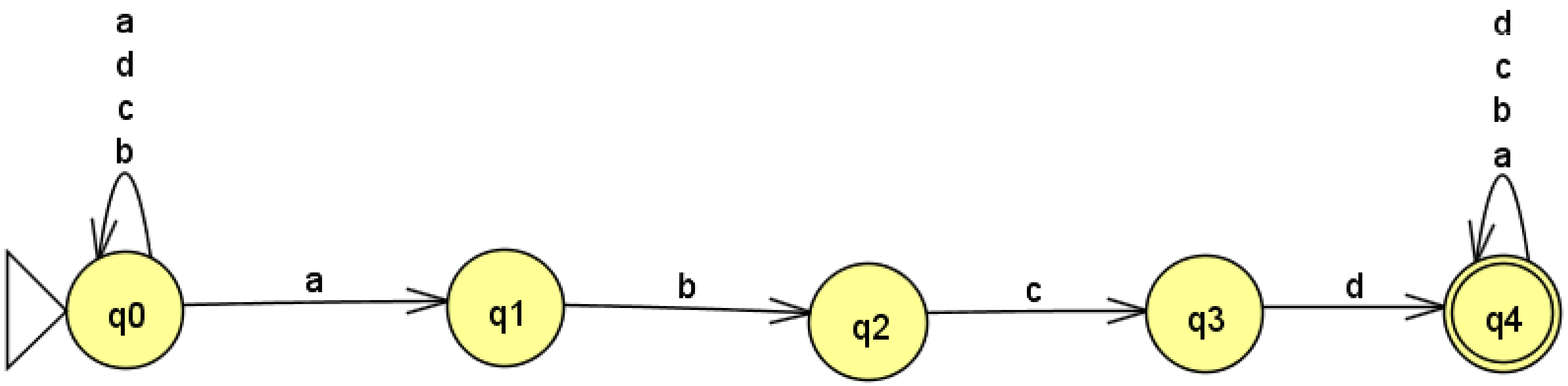
AFD *versus* AFND

- AFD: Reconhece a linguagem **(a|b|c|d)*abcd (a|b|c|d)***



AFD versus AFND

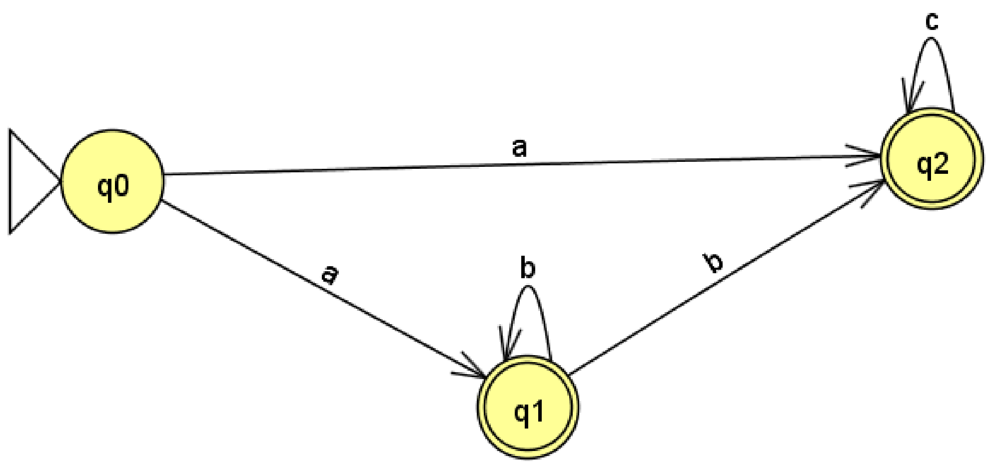
- AFND: Reconhece a mesma linguagem **(a|b|c|d)*abcd (a|b|c|d)***



Mais simples de ser analisado

AFND: notação tabular (tabela de transição)

- Cada linha da tabela representa um estado distinto q do autômato, e cada coluna é associada a um elemento distinto de seu alfabeto Σ de entrada. As células correspondentes à intersecção de cada linha com cada coluna são preenchidas com o elemento (conjunto) determinado pela função de transição



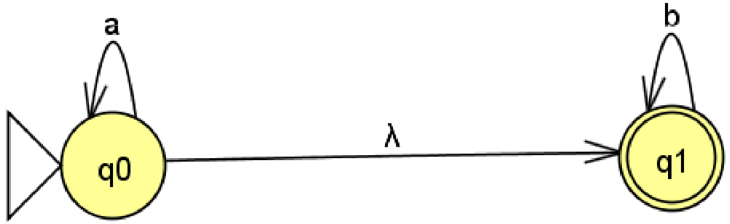
notação tabular

δ	a	b	c
→q0	{q1,q2}	∅	∅
*q1	∅	{q1,q2}	∅
*q2	∅	∅	{q2}

AFND com movimentos vazios (transições em vazio) ➔ AFNDε

AFND com movimentos vazios (transições em vazio) → AFNDε

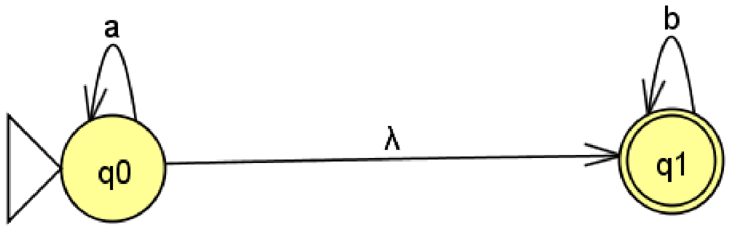
•AFND que apresentam transições em vazio são aqueles que admitem transições de um estado para outro com ε **ou** λ, além das transições normais, que utilizam os símbolos do alfabeto de entrada.



•Transições em vazio são executadas sem que seja necessário consultar o símbolo corrente da fita de entrada, e sua execução nem sequer causa o deslocamento do cursor de leitura.

AFNDε

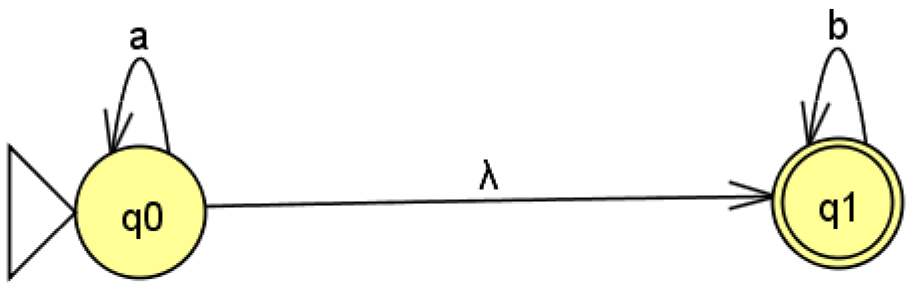
- Quando um autômato transita em vazio, isso significa que ele muda de estado sem consultar a cadeia de entrada.



- Sempre que ocorrer a simultaneidade entre alguma transição em vazio e outras transições (vazias ou não) com origem em um mesmo estado, isso acarreta a necessidade de uma escolha arbitrária da transição a ser aplicada na respectiva configuração, e isso, por sua vez, caracteriza a manifestação de um não-determinismo.

AFNDε

- Reconhece a cadeia a*b*



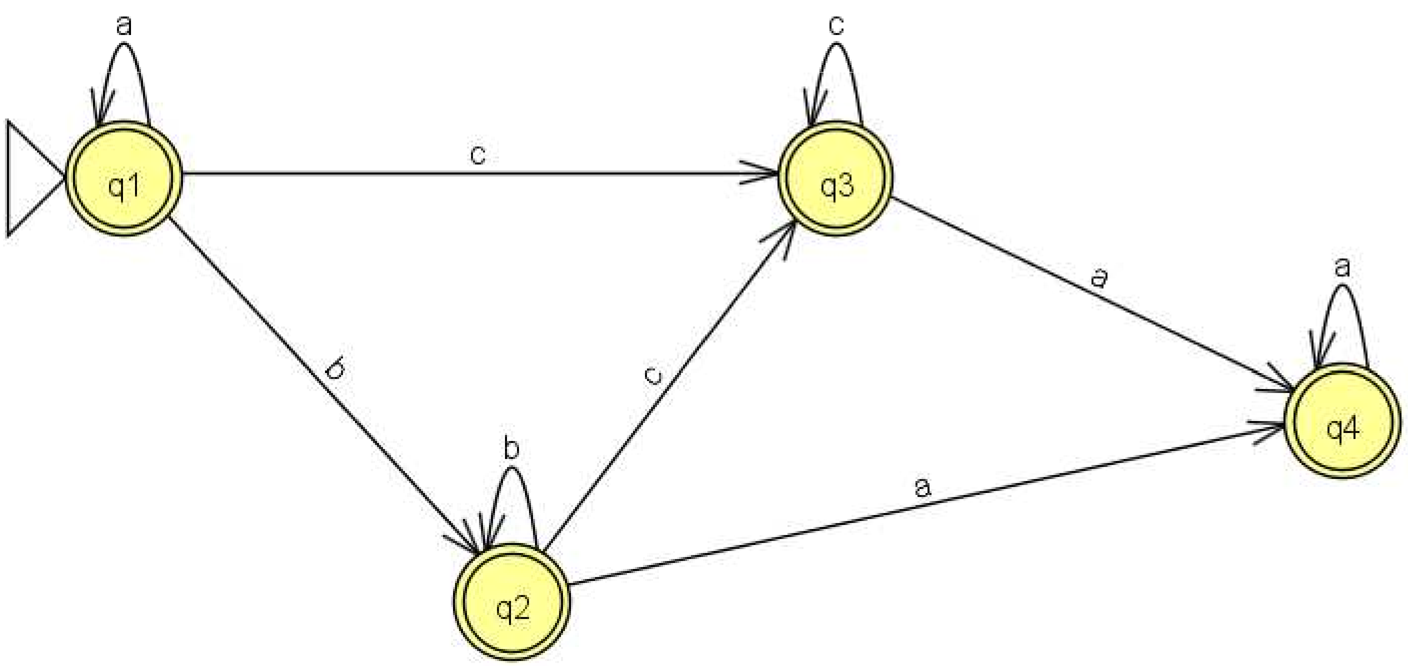
- **Simule para a entrada ab**

Uso de transições em vazio

- Assim como ocorre no caso dos AFD's e AFND's, alguns AFNDε se mostram mais simples de serem analisados do que as correspondentes versões isentas de transições em vazio.

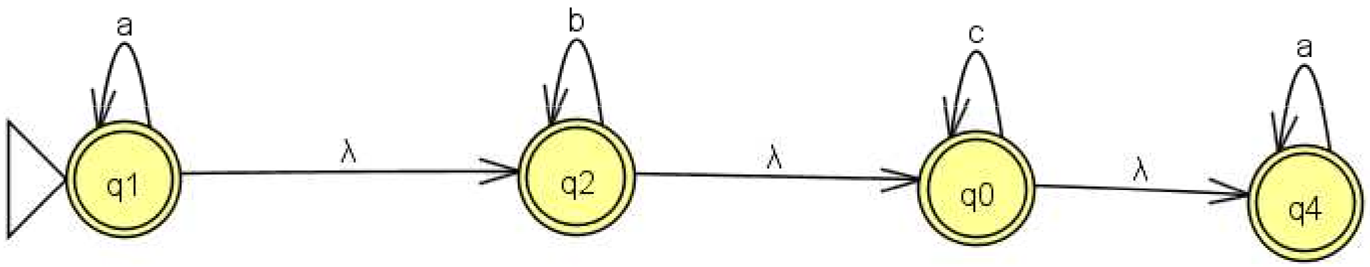
AF que reconhece a linguagem a*b*c*a*.

- sem movimento vazio



AF que reconhece a linguagem a*b*c*a*.

- com movimento vazio



AF com e sem movimento vazio – Linguagem

- Todo autômato com transições em vazio gera uma linguagem que é aceita por algum autômato finito que não contém transições em vazio

Eliminação de transições em vazio

Eliminação de transições em vazio

- Algoritmo: "*Obtenção de um autômato finito N, sem transições em vazio, a partir de um autômato finito M, com transições em vazio.*"

  - Entrada: um autômato finito com transições em vazio M;
  - Saída: um autômato finito sem transições em vazio N, tal que L(N) = L(M);
  - Método:

1. Eliminação das transições em vazio

• Considere-se um estado qualquer qi ∈ Q. Se houver uma transição em vazio de qi para qj, deve-se eliminá-la, copiando-se para a linha que representa o estado qi todas as transições que partem dos estados qj para os quais é feita a transição em vazio.

• Esse procedimento corresponde, em notação tabular, à realização de uma fusão ("merge") entre a linha do estado qi que contém a transição em vazio para o estado-destino qj e a própria linha do estado qj, armazenando-se o resultado novamente na linha correspondente ao estado qi.

• Havendo mais de uma transição em vazio indicadas, deve-se repetir cumulativamente o procedimento para todas elas.

• Se δ (qi, λ) ∈ F, então F' ← F' ∪ {qi}, sendo que inicialmente F' ← F.

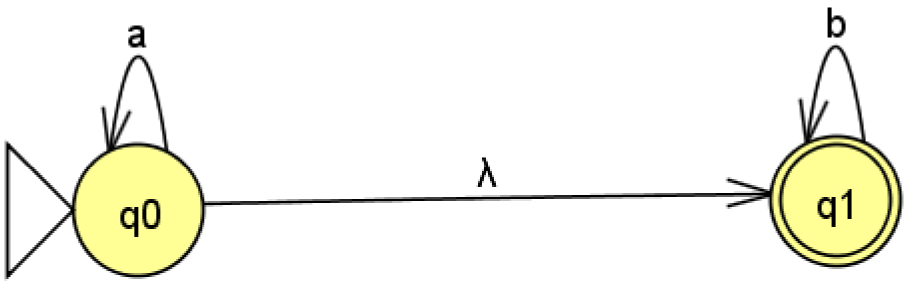
2. Iteração

- Repetir o passo anterior para os demais estados do autômato, até que todos eles tenham sido considerados (ou seja, até que a última linha tenha sido atingida).

- Nos casos em que houver transições em vazio para estados que por sua vez também transitam em vazio para outros estados, será necessário iterar o procedimento várias vezes sobre a tabela, até que todas as transições em vazio tenham sido eliminadas.

Ciência da Computação
UNESP - Presidente Prudente

Exemplo: eliminação da transição em vazio



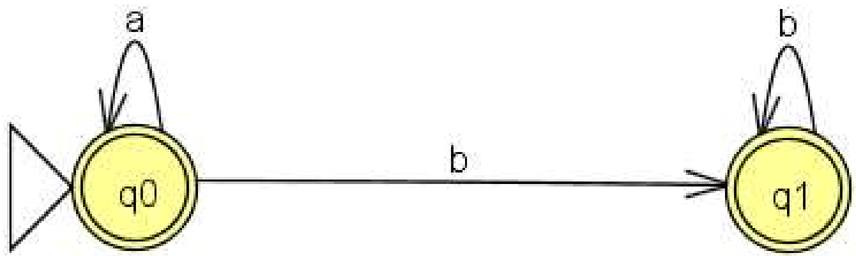
notação tabular

δ	a	b	λ
→q0	{q0,q1}	{q1}	{q1}
*q1		{q1}	

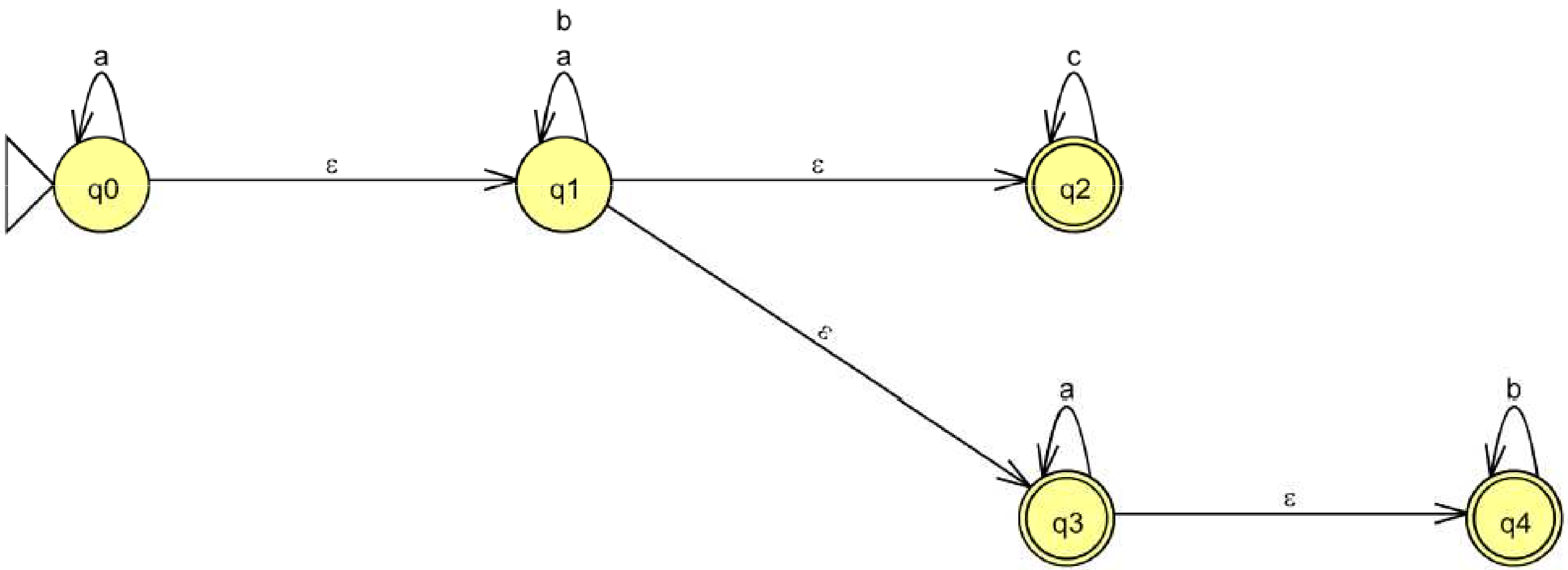
Como há uma transição em vazio de q0 para q1, deve-se copiar as transições de q1 para q0 (δ(q1,b) apenas, neste caso) e, além disso, considerar q0 como estado final, uma vez que q1 é estado final. Abaixo, a tabela e o AF sem movimento vazio.

notação tabular

δ	a	b
→*q0	{q0}	{q1}
*q1		{q1}



Exercício: Obter um AF sem movimento vazio



Exercícios

1. Construir 2 AFND's usando diagrama de transições (1 com movimento vazio e 1 sem movimento vazio), 1 ER e 1 GR que reconheça cada uma das as linguagens sobre o alfabeto {a,b} e cujas sentenças estão descritas a seguir.

a. Começam com aa;	**h. Possuem comprimento diferente de 3;**
b. Não começam com aa;	**i. Possuem comprimento par;**
c. Terminam com bbb;	**j. Possuem comprimento ímpar;**
d. Não terminam com bbb;	**k. Possuem comprimento múltiplo de 4;**
e. Contém a subcadeia aabbb;	**l. Possuem quantidade par de símbolos a;**
f. Possuem comprimento maior ou igual a 3;	**m. Possuem quantidade ímpar de símbolos b.**
g. Possuem comprimento menor ou igual a 3;	

2. Escolha três sentenças qualquer e aplique o algoritmo de conversão de AFNDε para AFND

3. Escolha três sentenças (exceto a e b) e construa o AFND (com ou sem ε) na forma de tabela de transições

4. Enviar para o email olivete@fct.unesp.br Data limite: 11/09

Exercícios: Construa AFND's com ou sem movimentos vazios para as linguagens abaixo. Para os que apresentarem movimentos vazios, aplique o algoritmo de eliminação de movimentos vazios.

L1 = Aceita cadeias $\in$ {1,2}* tal que o último símbolo na cadeia tenha aparecido anteriormente. Em seguida, construa a Tabela de Transição de Estados e a Função de Transição de Estados

L2 = Aceita cadeias $\in$ {1,2,3}* tal que o último símbolo na cadeia tenha aparecido anteriormente. Por exemplo, 121 é aceita; 31312 não é aceita. Em seguida, construa a Tabela de Transição de Estados e a Função de Transição de Estados

L3 = { w|w $\in$ {a,b,c}*, aa ou bb é subpalavra e cccc é sufixo de w}

L4 = { w | w $\in$ {a,b}* e o quarto símbolo da direita para a esquerda de w é a }

L5 = { w1w2w1 | w1, w2 $\in$ {0,1}* e |w1|=2 }

L6 - o conjunto de strings sobre o alfabeto {0,1,...,9} tal que o dígito final não tenha aparecido antes

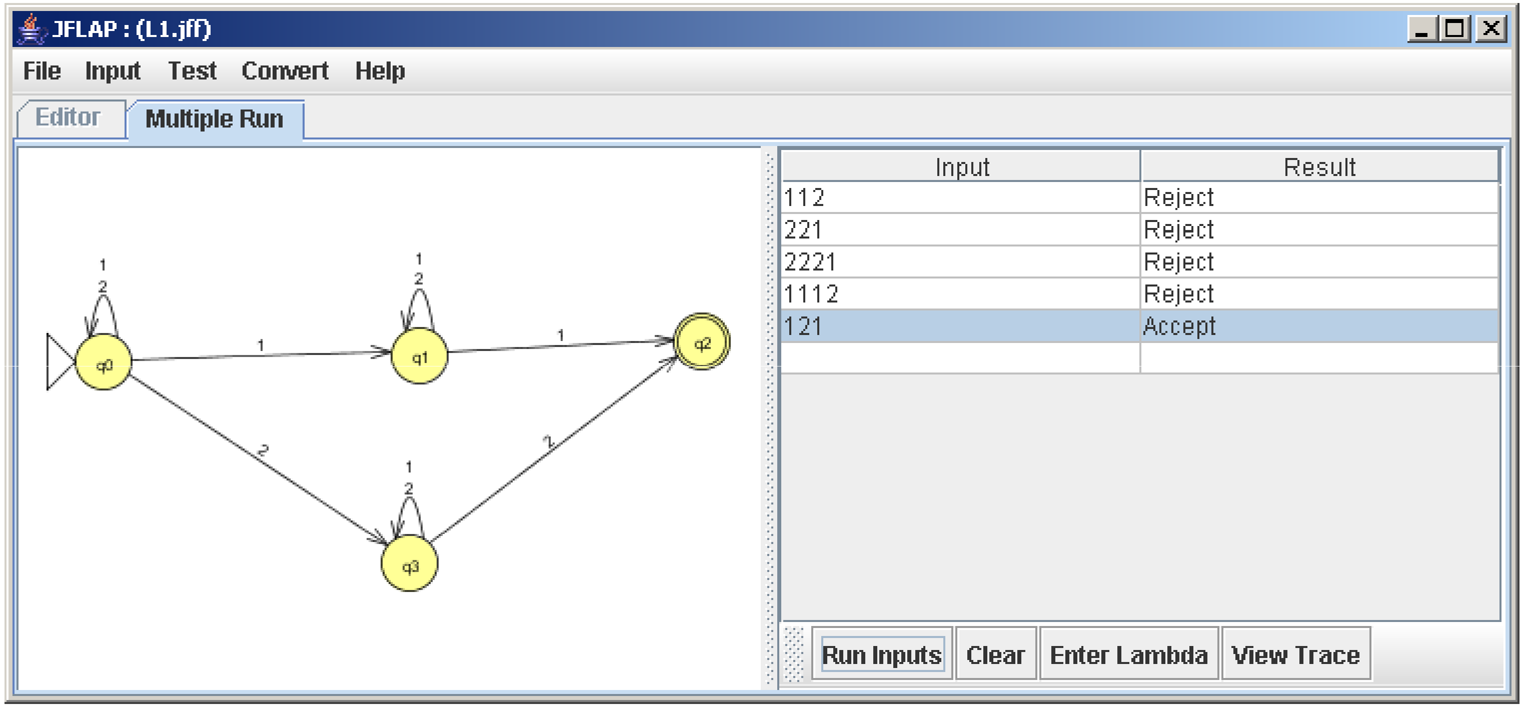
L7 - o conjunto de strings de 0's e 1's tais que não existam dois 0's separados por um número de posições que seja múltiplo de 4. Observe que 0 é um múltiplo permitido de 4.

L8 - Defina um AFND que tenha no máximo cinco estados e cuja linguagem seja o conjunto das sequências de x's, y's e z's do tipo **αzβ ou γxβ** onde $\alpha\beta\gamma \in \{x,y,z\}^*$, α é não vazia e não contém y's, β é não vazia e não contém z's e γ tem pelo menos um y e não contém z's.

- Verifique se a sequência xzx pertence a L8.

Possível resposta

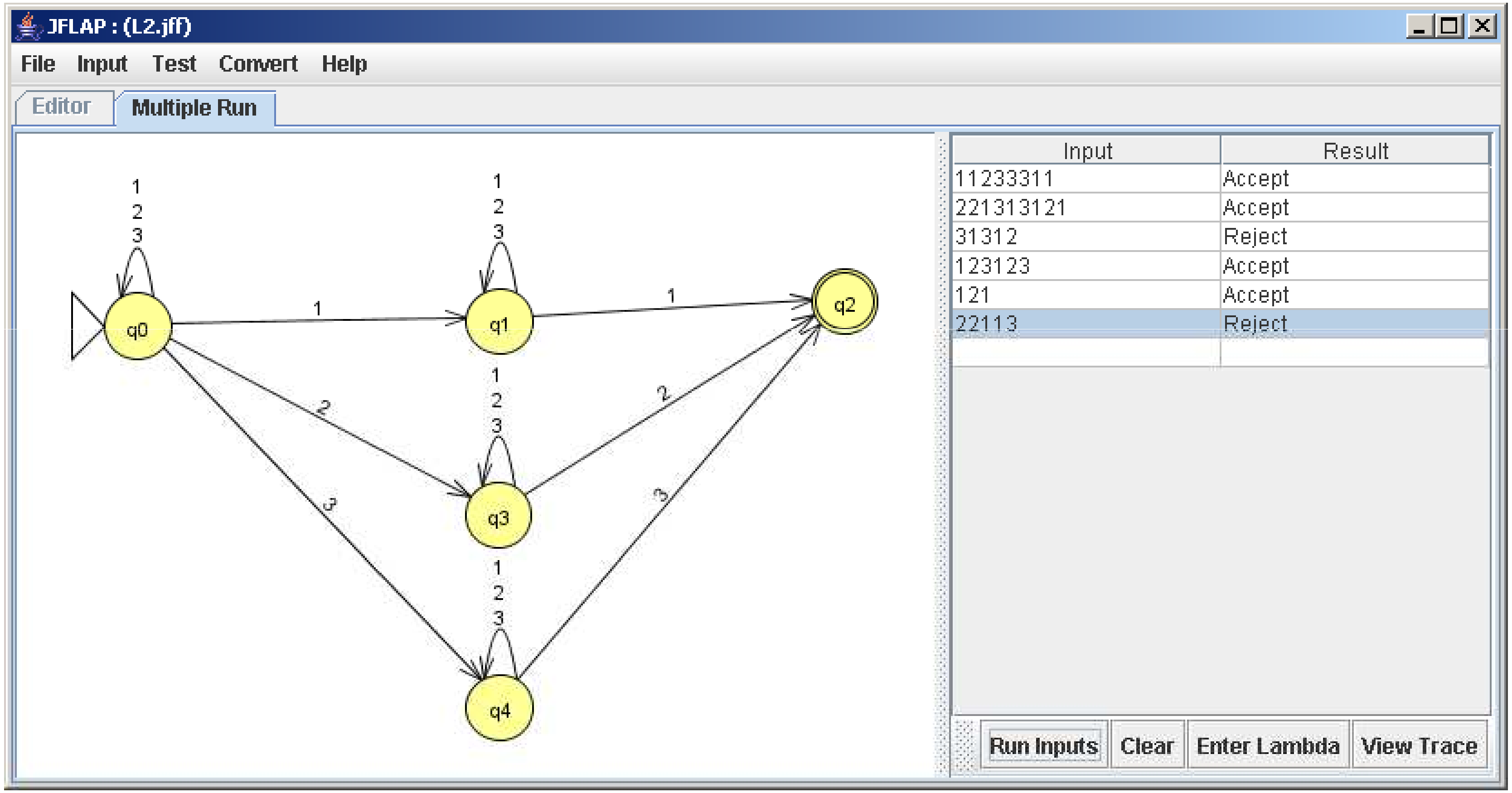
- L1



A = ({q0,q1,q2,q3}, {1,2}, δ, q_0,{q2})

Possível resposta

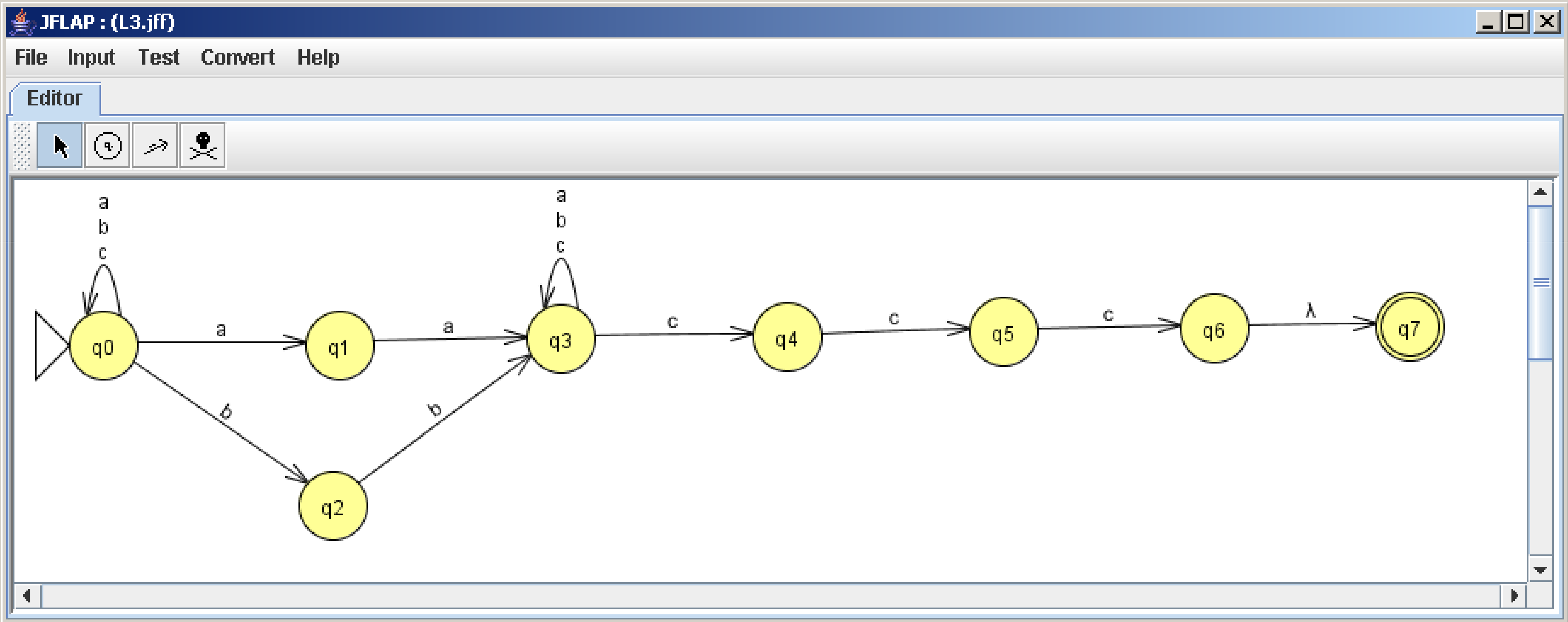
- L2



A = ({q0,q1,q2,q3,q4}, {1,2,3}, δ, q_0,{q2})

Possível resposta

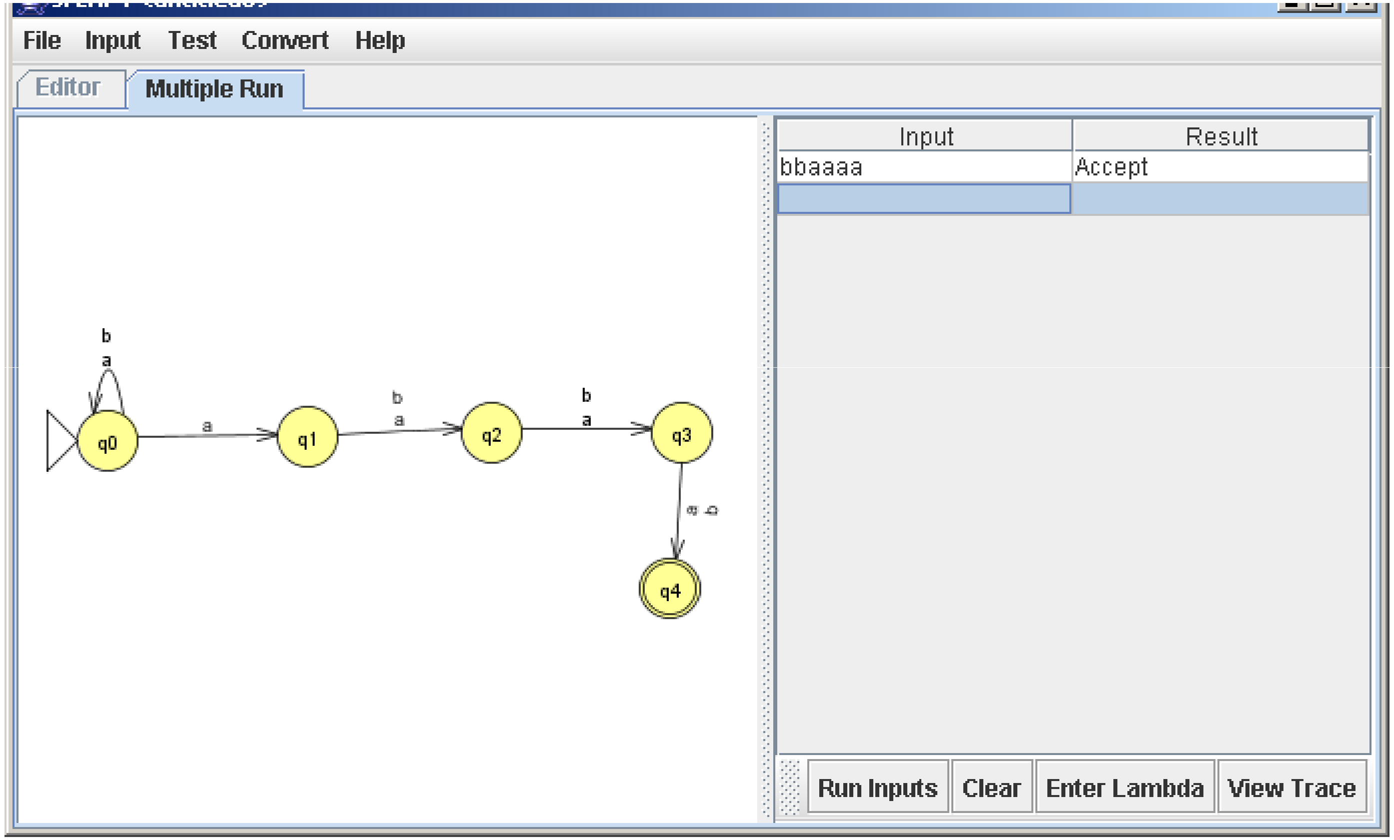
- L3



A = ({q0,q1,q2,q3,q4,q5,q6,q7}, {a,b,c}, δ, q_0,{q7})

Possível resposta

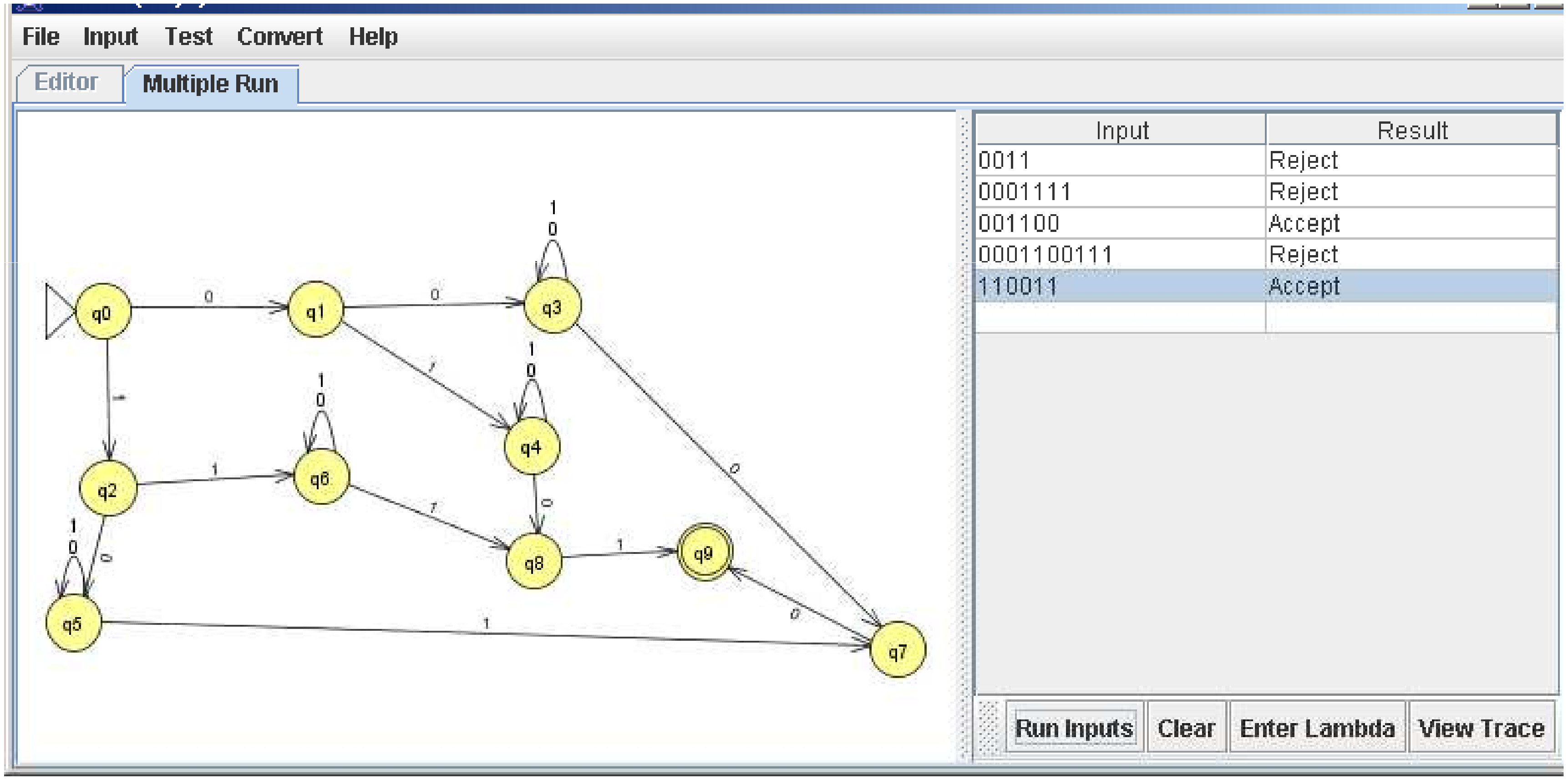
- L4



A = ({q0,q1,q2,q3,q4}, {a,b}, δ, q_0,{q4})

Possível resposta

- L5



A = ({q0,q1,q2,q3,q4,q5,q6,q7,q8,q9}, {0,1}, δ, q_0,{q9})