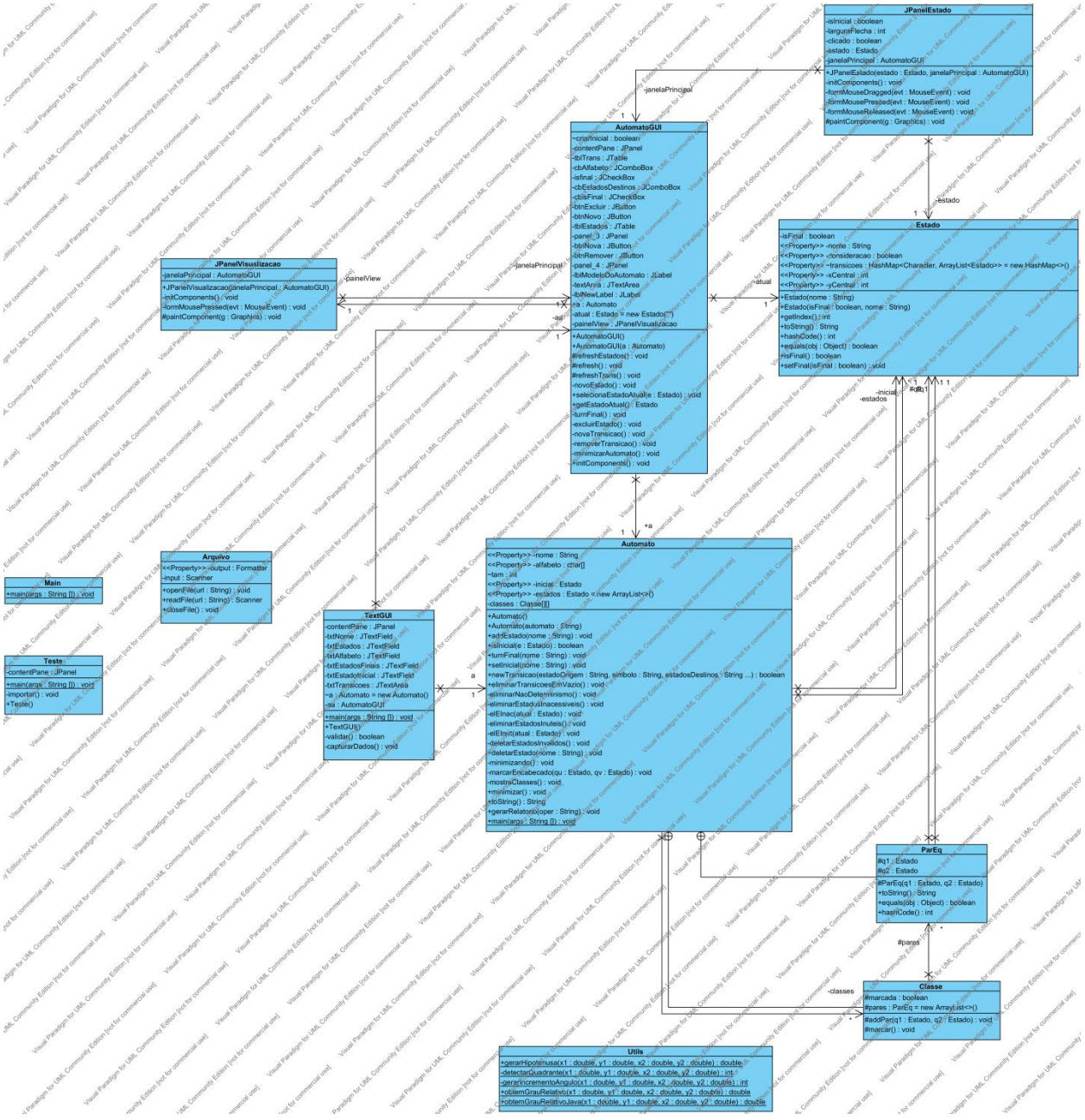
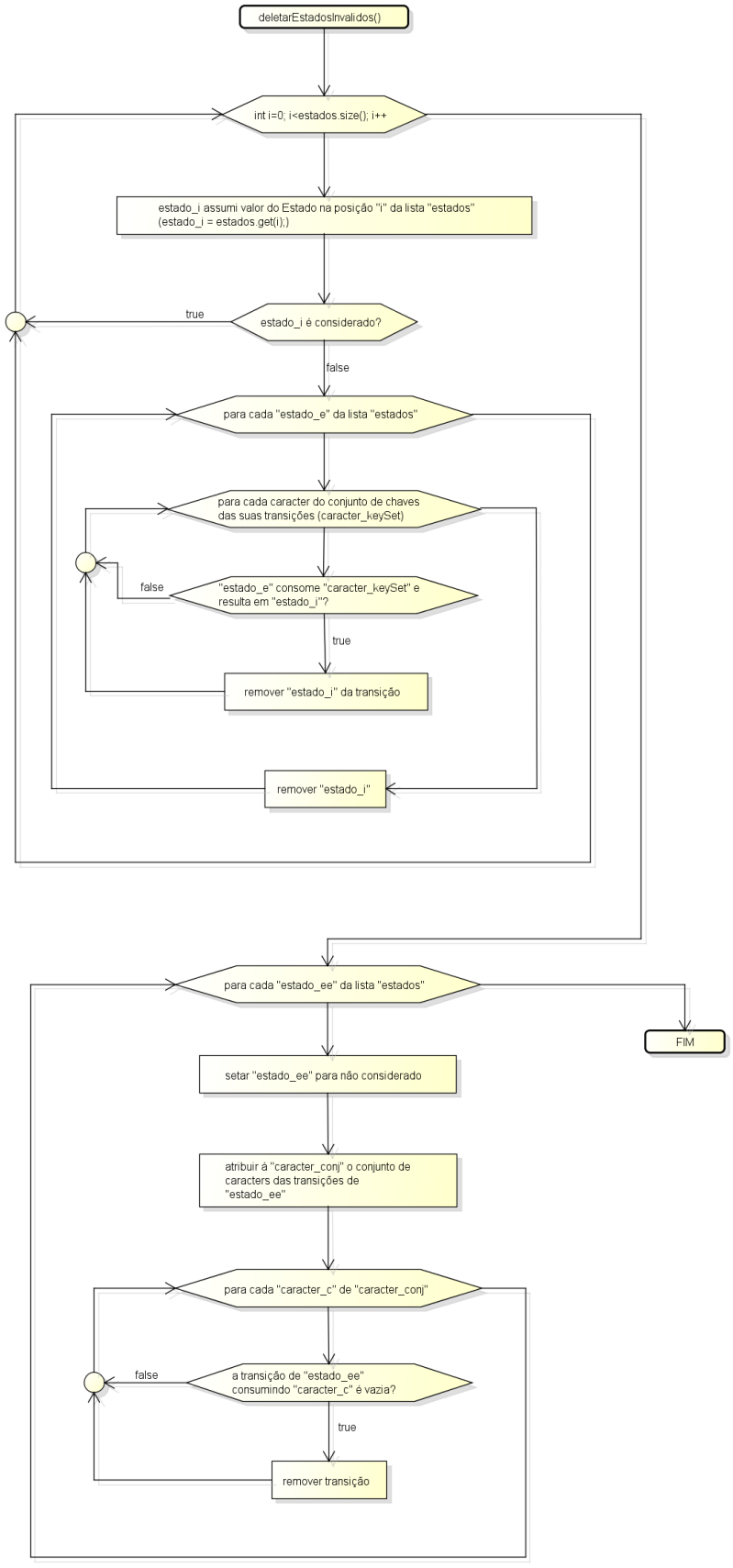
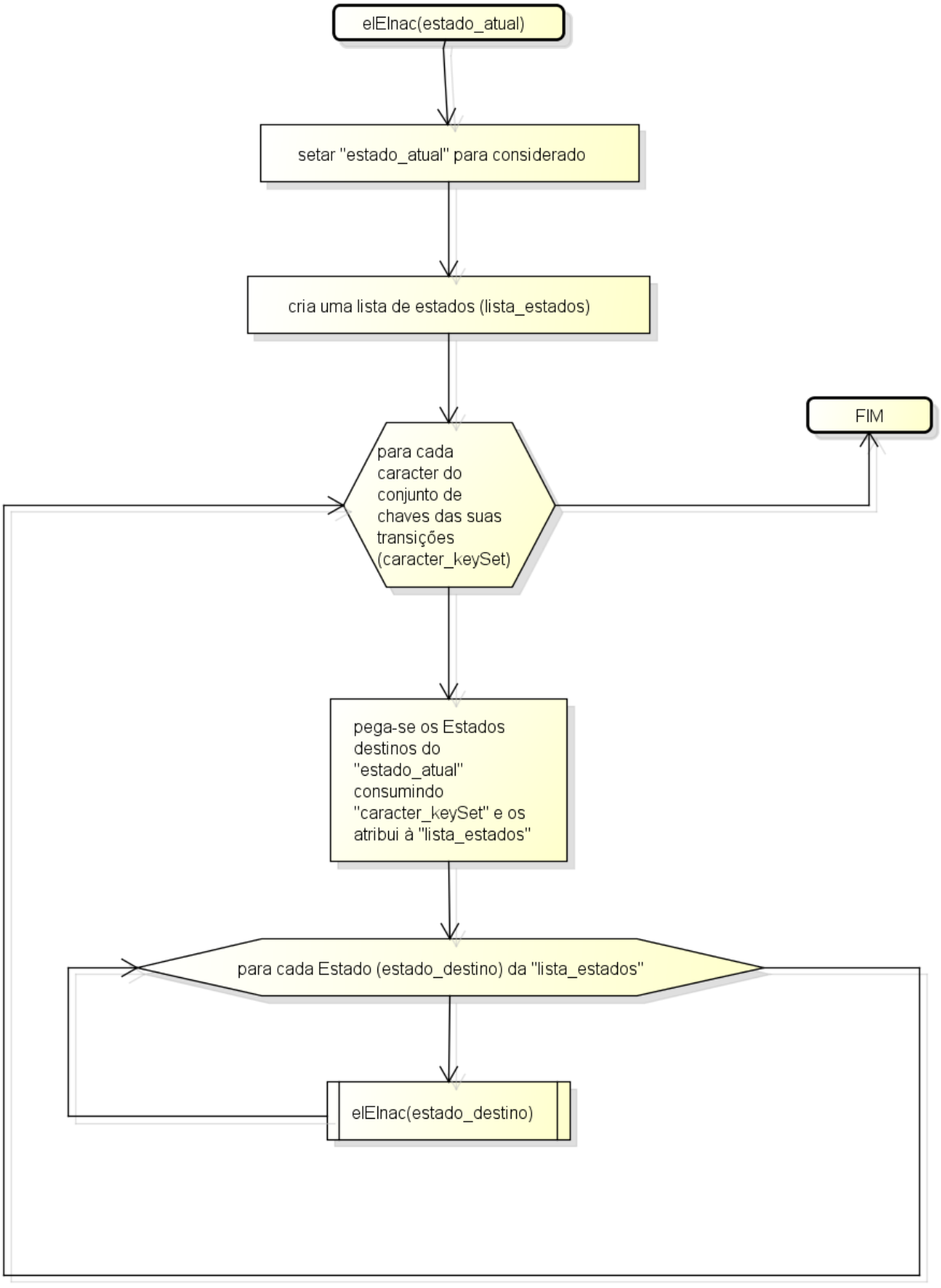
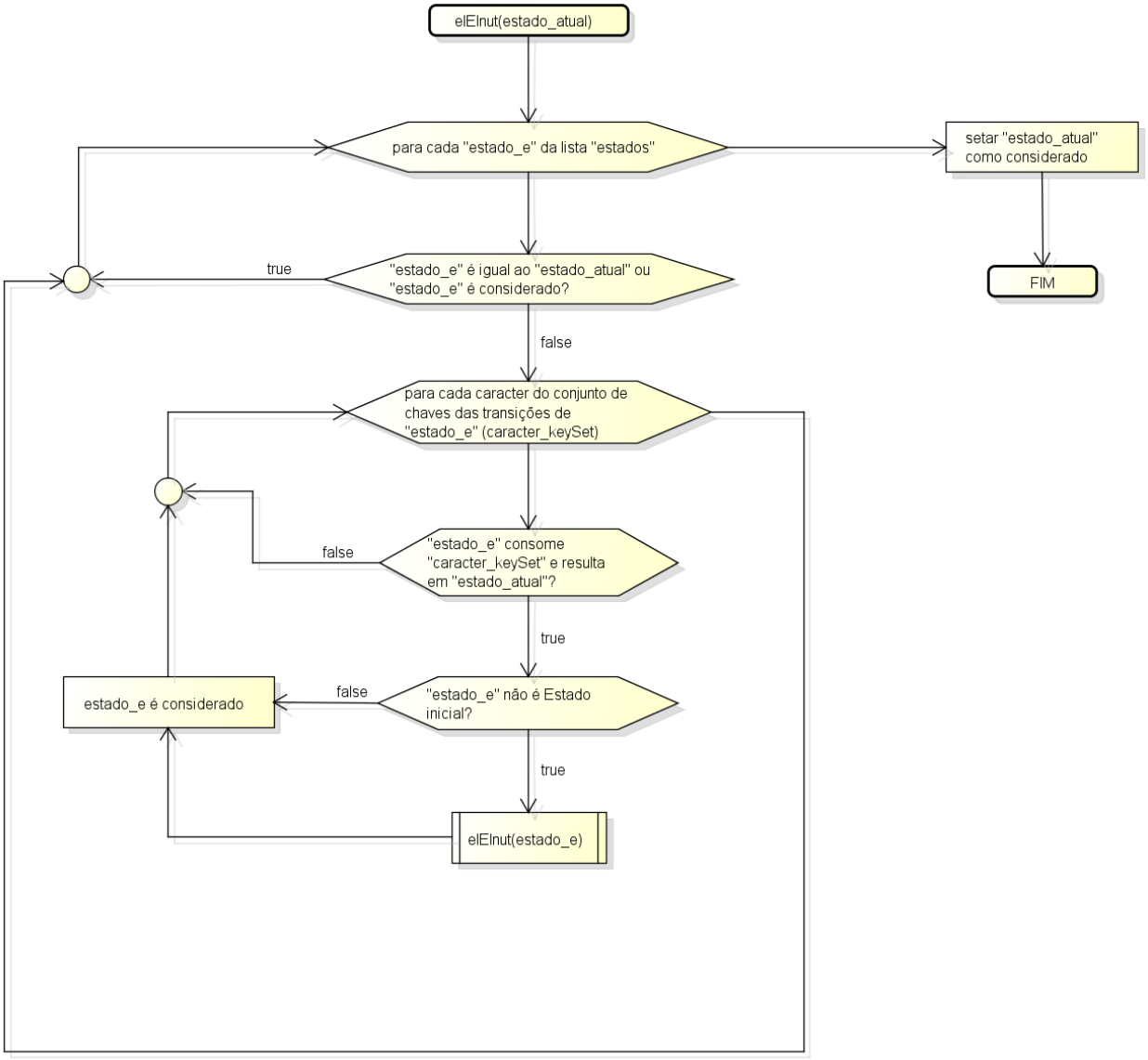
Documentação do Otimizador de autômatos

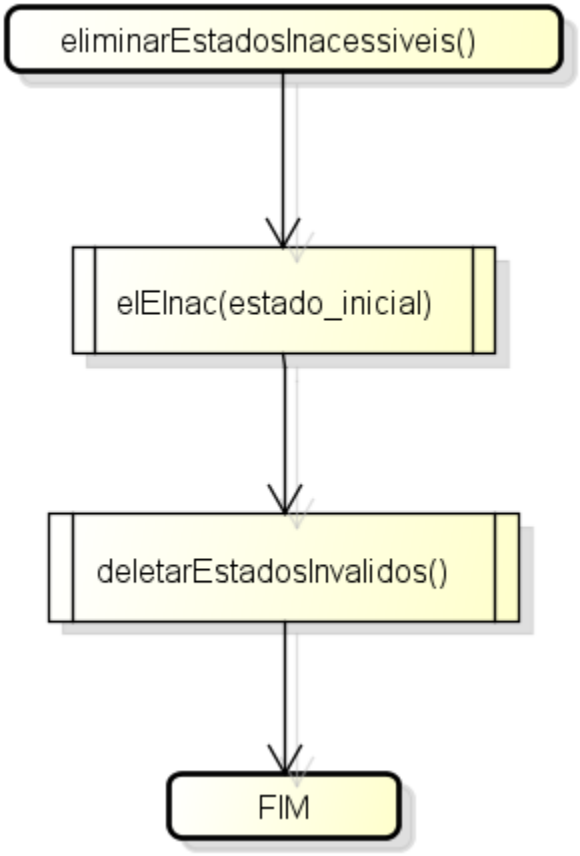
Paulo Cressoni ra: 5802 & Lucas Biason ra: 5495 4A prof. Jamil

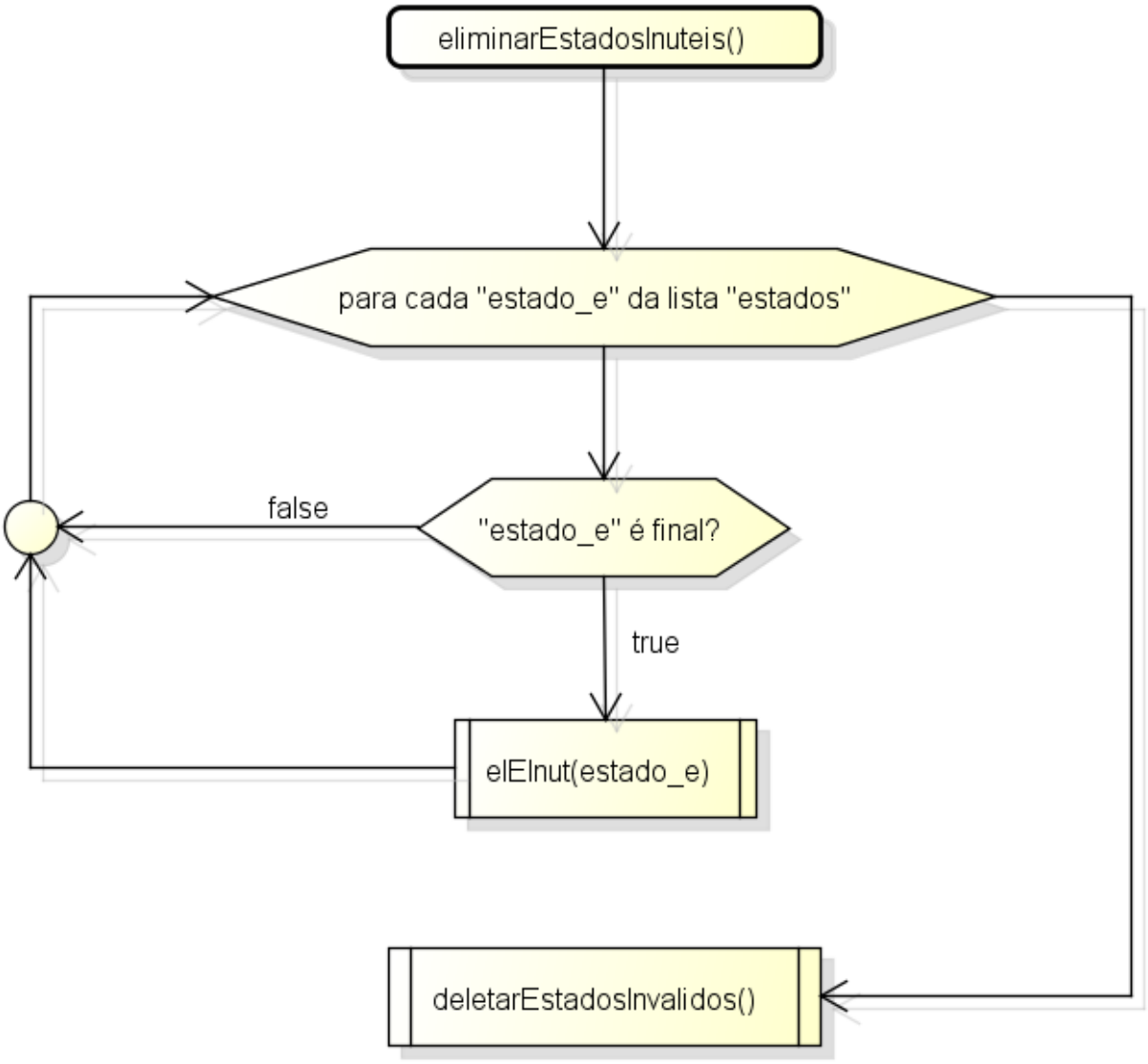

JPanelEstado
-isInicial : Boolean
-larguraFlecha : int
-clicado : boolean
-estado : Estado
-janelaPrincipal : AutomatoGUI
+JPanelEstado(estado : Estado, janelaPrincipal : AutomatoGUI)
-initComponents() : void
-formMouseDragged(evt : MouseEvent) : void
-formMousePressed(evt : MouseEvent) : void
-formMouseReleased(evt : MouseEvent) : void
#paintComponent(g : Graphics) : void
-janelaPrincipal
1
AutomatoGUI
~criarInicial : boolean
-contentPane : JPanel
-tblTrans : JTable
-cbAlfabeto : JComboBox
-isfinal : JCheckBox
-cbEstadosDestinos : JComboBox
-ctbIsFinal : JCheckBox
-btnExcluir : JButton
-btnNovo : JButton
-tblEstados : JTable
-panel_3 : JPanel
-btnNova : JButton
-btnRemover : JButton
-panel_4 : JPanel
-lblModeloDoAutomato : JLabel
-textAreja : JTextArea
-lblNewLabel : JLabel
+a : Automato
-atual : Estado = new Estado("")
-painelView : JPanelVisualizacao
+AutomatoGUI()
+AutomatoGUI(a : Automato)
#refreshEstados() : void
#refresh() : void
#refreshTrans() : void
-novoEstado() : void
+selecionaEstadoAtual(e : Estado) : void
+getEstadoAtual() : Estado
-turnFinal() : void
-excluirEstado() : void
-novaTransicao() : void
-removerTransicao() : void
-minimizarAutomato() : void
+initComponents() : void
-estado
1
JPanelVisualizacao
-janelaPrincipal : AutomatoGUI
+JPanelVisualizacao(janelaPrincipal : AutomatoGUI)
-initComponents() : void
-formMousePressed(evt : MouseEvent) : void
#paintComponent(g : Graphics) : void
-painelView
-janelaPrincipal
Estado
-isFinal : boolean
<<Property>> -nome : String
<<Property>> -consideracao : boolean
<<Property>> ~transicoes : HashMap<Character, ArrayList<Estado>> = new HashMap<>()
<<Property>> -xCentral : int
<<Property>> -yCentral : int
+Estado(nome : String)
+Estado(isFinal : boolean, nome : String)
+getIndex() : int
+toString() : String
+hashCode() : int
+equals(obj : Object) : boolean
+isFinal() : boolean
+setFinal(isFinal : boolean) : void
-atual
-inicial
-estados
#q1
#q2
Automato
<<Property>> -nome : String
<<Property>> -alfabeto : char[]
-tam : int
<<Property>> -inicial : Estado
<<Property>> -estados : Estado = new ArrayList<>()
-classes : Classe[][]
+Automato()
+Automato(automato : String)
+addEstado(nome : String) : void
+isInicial(e : Estado) : boolean
+turnFinal(nome : String) : void
+setInicial(nome : String) : void
+newTransicao(estadoOrigem : String, símbolo : String, estadosDestinos : String ...) : boolean
+eliminarTransicoesEmVazio() : void
-eliminarNaoDeterminismo() : void
-eliminarEstadosInacessiveis() : void
-elEInac(atual : Estado) : void
-eliminarEstadosInuteis() : void
-elEInut(atual : Estado) : void
-deletarEstadosInvalidos() : void
+deletarEstado(nome : String) : void
-minimizando() : void
-marcarEncabecado(qu : Estado, qv : Estado) : void
-mostraClasses() : void
+minimizar() : void
+toString() : String
+gerarRelatorio(oper : String) : void
+main(args : String []) : void
+a
1
Arquivo
<<Property>> -output : Formattar
-input : Scanner
+openFile(url : String) : void
+readFile(url : String) : Scanner
+closeFile() : void
Main
+main(args : String []) : void
Teste
-contentPane : JPanel
+main(args : String []) : void
-importar() : void
+Teste()
TextGUI
-contentPane : JPanel
-txtNome : JTextField
-txtEstados : JTextField
-txtAlfabeto : JTextField
-txtEstadosFinais : JTextField
-txtEstadoInicial : JTextField
-txtTransicoes : JTextArea
-a : Automato = new Automato()
-aa : AutomatoGUI
+main(args : String []) : void
+TextGUI()
-validar() : boolean
-capturarDados() : void
ParEq
#q1 : Estado
#q2 : Estado
#ParEq(q1 : Estado, q2 : Estado)
+toString() : String
+equals(obj : Object) : boolean
+hashCode() : int
#pares
Classe
#marcada : boolean
#pares : ParEq = new ArrayList<>()
#addPar(q1 : Estado, q2 : Estado) : void
#marcar() : void
-classes
Utils
+gerarHipotenusa(x1 : double, y1 : double, x2 : double, y2 : double) : double
-detectarQuadrante(x1 : double, y1 : double, x2 : double, y2 : double) : int
-gerarIncrementoAngulo(x1 : double, y1 : double, x2 : double, y2 : double) : int
+obtermGrauRelativo(x1 : double, y1 : double, x2 : double, y2 : double) : double
+obtermGrauRelativoJava(x1 : double, y1 : double, x2 : double, y2 : double) : double

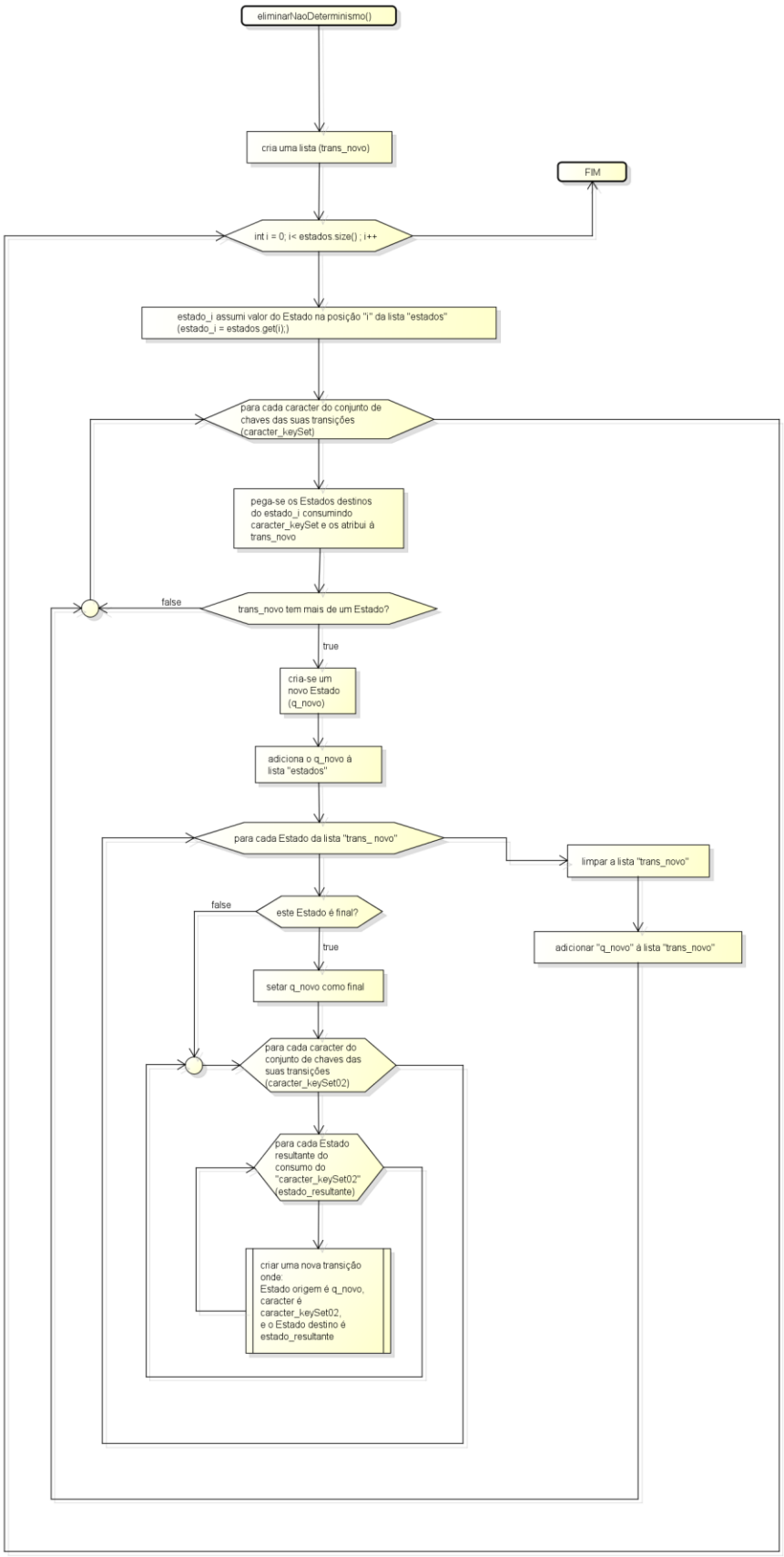

deletarEstadosInvalidos()
int i=0; i<estados.size(); i++
estado_i assumi valor do Estado na posição "i" da lista "estados"
(estado_i = estados.get(i);)
true
estado_i é considerado?
false
para cada "estado_e" da lista "estados"
para cada caracter do conjunto de chaves
das suas transições (caracter_keySet)
false
"estado_e" consome "caracter_keySet" e
resulta em "estado_i"?
true
remover "estado_i" da transição
remover "estado_i"
para cada "estado_ee" da lista "estados"
FIM
setar "estado_ee" para não considerado
atribuir à "caracter_conj" o conjunto de
caracters das transições de
"estado_ee"
para cada "caracter_c" de "caracter_conj"
false
a transição de "estado_ee"
consumindo "caracter_c" é vazia?
true
remover transição

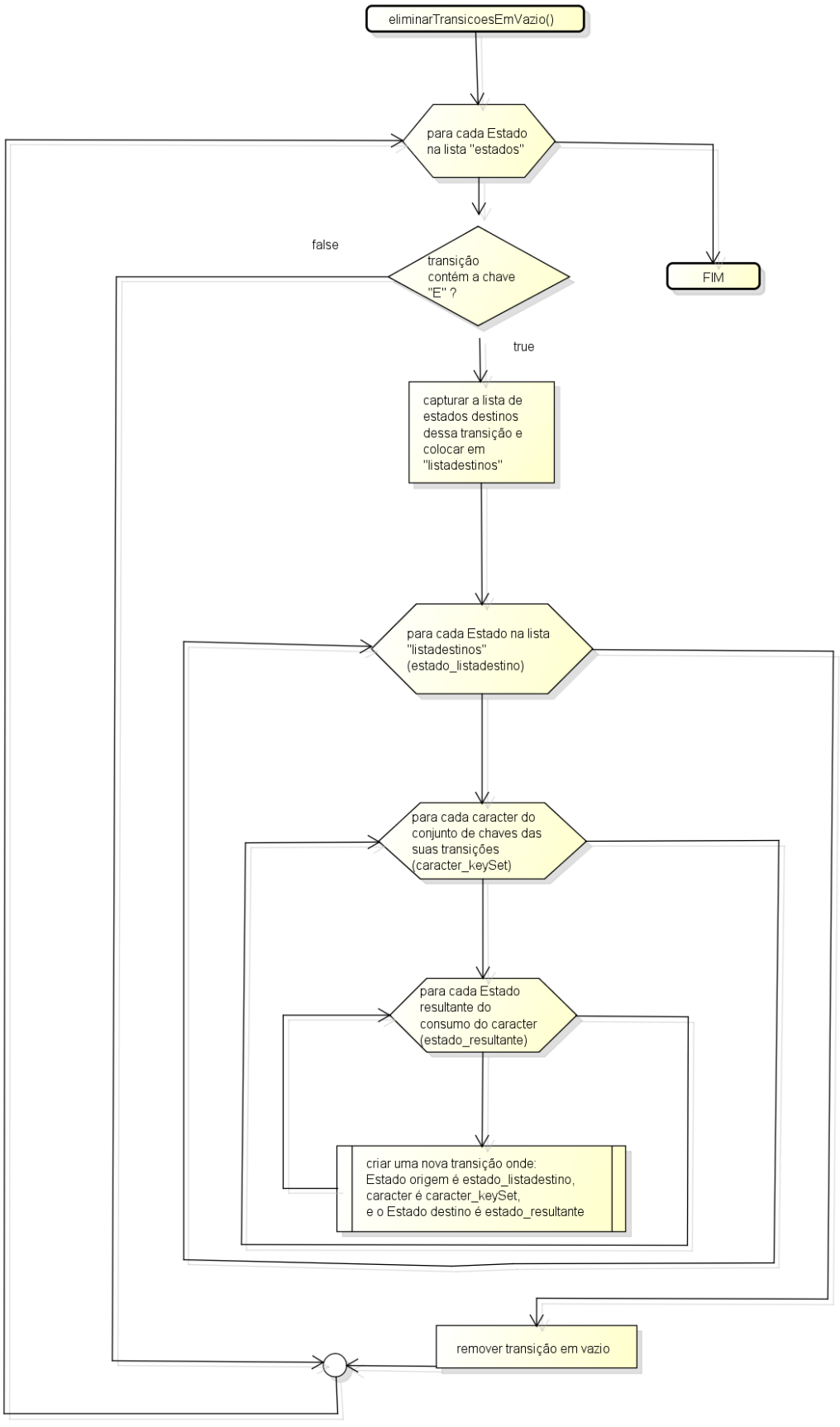

elElnac(estado_atual)
setar "estado_atual" para considerado
cria uma lista de estados (lista_estados)
FIM
para cada caracter do conjunto de chaves das suas transições (caracter_keySet)
pega-se os Estados destinos do "estado_atual" consumindo "caracter_keySet" e os atribui à "lista_estados"
para cada Estado (estado_destino) da "lista_estados"
elElnac(estado_destino)


elElnut(estado_atual)
para cada "estado_e" da lista "estados"
setar "estado_atual" como considerado
FIM
true
"estado_e" é igual ao "estado_atual" ou "estado_e" é considerado?
false
para cada caracter do conjunto de chaves das transições de "estado_e" (caracter_keySet)
false
"estado_e" consome "caracter_keySet" e resulta em "estado_atual"?
true
estado_e é considerado
false
"estado_e" não é Estado inicial?
true
elElnut(estado_e)


eliminarEstadosInacessiveis()
elElnac(estado_inicial)
deletarEstadosInvalidos()
FIM


eliminarEstadosInuteis()
para cada "estado_e" da lista "estados"
false
"estado_e" é final?
true
elElnut(estado_e)
deletarEstadosInvalidos()


eliminarNaoDeterminismo()
cria uma lista (trans_novo)
FIM
int i = 0; i< estados.size() ; i++
estado_i assumi valor do Estado na posição "i" da lista "estados"
(estado_i = estados.get(i);)
para cada caracter do conjunto de chaves das suas transições (caracter_keySet)
pega-se os Estados destinos do estado_i consumindo caracter_keySet e os atribui à trans_novo
false
trans_novo tem mais de um Estado?
true
cria-se um novo Estado (q_novo)
adiciona o q_novo à lista "estados"
para cada Estado da lista "trans_ novo"
limpar a lista "trans_novo"
false
este Estado é final?
adicionar "q_novo" à lista "trans_novo"
true
setar q_novo como final
para cada caracter do conjunto de chaves das suas transições (caracter_keySet02)
para cada Estado resultante do consumo do "caracter_keySet02" (estado_resultante)
criar uma nova transição onde:
Estado origem é q_novo,
caracter é caracter_keySet02,
e o Estado destino é estado_resultante


eliminarTransicoesEmVazio()
para cada Estado na lista "estados"
false
transição contém a chave "E" ?
FIM
true
capturar a lista de estados destinos dessa transição e colocar em "listadestinos"
para cada Estado na lista "listadestinos" (estado_listadestino)
para cada caracter do conjunto de chaves das suas transições (caracter_keySet)
para cada Estado resultante do consumo do caracter (estado_resultante)
criar uma nova transição onde: Estado origem é estado_listadestino, caracter é caracter_keySet, e o Estado destino é estado_resultante
remover transição em vazio

Exemplo 01

M1=({q0,q1,q2,q3},

{a, b,c},

{(q0,a)=q0 ; (q0,b)=q1 ; (q0,c)=q3 ; (q1,a)=q3 ; (q1,b)=q1; (q1,c)=q2; (q2,a)=q3; (q2,b)=q3; (q2,c)=q2; (q3,a)=q3;

(q3,b)=q3; (q3,c)=q3 ;},

{q0},

{q1,q2})

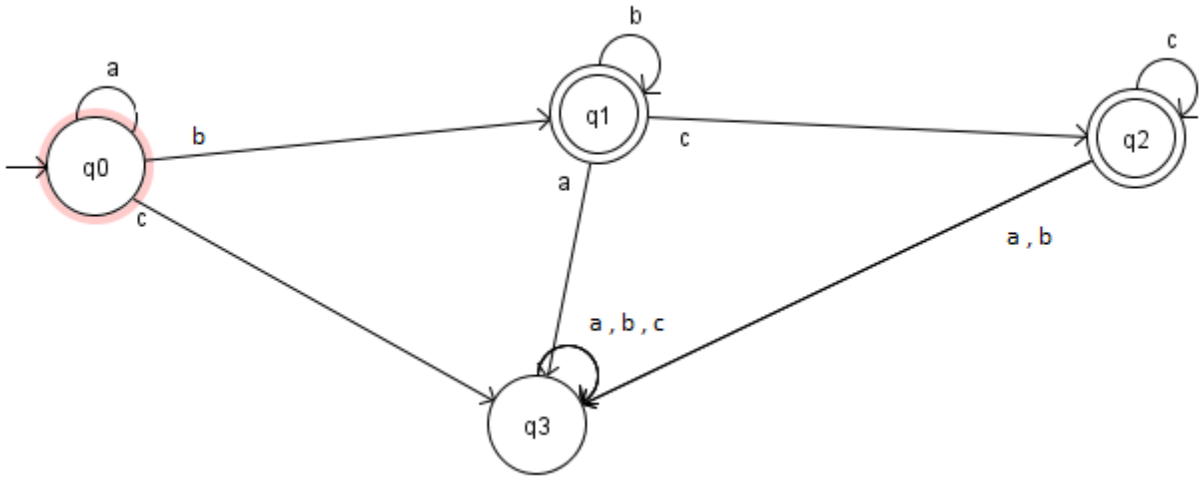


Tabela de transições:

δ	a	b	c
→q0	q0	q1	q3
q1 (f)	q3	q1	q2
q2 (f)	q3	q3	q2
q3	q3	q3	q3

- Não há transações em Vazio.

- Não há Não-Determinismo.

Aplicação do algoritmo para eliminação de estados inacessíveis e inúteis:

δ	A	B	c	Acessível	Considerado
→q0	q0	q1	q3	X	
q1 (f)	q3	q1	q2		
q2 (f)	q3	q3	q2		
q3	q3	q3	q3		

- q0 inicial é marcado como acessível;

- q0 referencia q0, q1, q3.

δ	a	B	c	Acessível	Considerado
→q0	q0	q1	q3	X	X
q1 (f)	q3	q1	q2	X	
q2 (f)	q3	q3	q2		
q3	q3	q3	q3	X	

- q1 e q3 são marcados como acessíveis;

- q0 é marcado como considerado.

δ	a	B	c	Acessível	Considerado
→q0	q0	q1	q3	X	X
q1 (f)	q3	q1	q2	X	X
q2 (f)	q3	q3	q2	X	
q3	q3	q3	q3	X	

- próximo estado acessível não considerado q1 referencia q1, q2, q3;

- q3, q1, q2 marcados como acessíveis;

- q1 é marcado como considerado.

δ	a	B	c	Acessível	Considerado
→q0	q0	q1	q3	X	X
q1 (f)	q3	q1	q2	X	X
q2 (f)	q3	q3	q2	X	X
q3	q3	q3	q3	X	

- próximo estado acessível não considerado q2 referencia q2, q3;

- q3, q2 já marcados como acessíveis;

- q2 é marcado como considerado.

δ	a	B	c	Acessível	Considerado

→q0	q0	q1	q3	X	X
q1 (f)	q3	q1	q2	X	X
q2 (f)	q3	q3	q2	X	X
q3	q3	q3	q3	X	X

- próximo estado acessível não considerado q3 referencia q3;

- q3 já marcado como acessível;

- q3 é marcado como considerado.

As linhas não consideradas podem ser eliminadas, neste caso todas foram consideradas, portanto todos estes estados são acessíveis. Agora verificar se há estados inúteis.

δ	a	B	c	Útil	Considerado
→q0	q0	q1	q3		
q1 (f)	q3	q1	q2	X	
q2 (f)	q3	q3	q2	X	
q3	q3	q3	q3		

- estados finais q2, q1 são marcados como úteis;

δ	a	B	c	Útil	Considerado
→q0	q0	q1	q3	X	
q1 (f)	q3	q1	q2	X	X
q2 (f)	q3	q3	q2	X	X
q3	q3	q3	q3		

- as únicas referências à q2 e q3 estão em q1, q2, q3;

- marcar q1 como útil;

- marcar q3 e q2 como considerados.

δ	a	B	c	Útil	Considerado
→q0	q0	q1	q3	X	X
q1 (f)	q3	q1	q2	X	X
q2 (f)	q3	q3	q2	X	X
q3	q3	q3	q3		

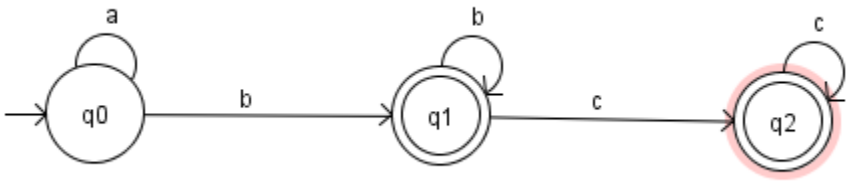
- o único útil não-considerado é q0;

- nenhum outro estado útil é considerado;

- marca q0 como considerado;

- o estado q3 pode ser eliminado.

δ	a	b	c
→q0	q0	q1	
q1 (f)		q1	q2
q2 (f)			q2



Aplicação do algoritmo de minimização de autômatos:

Construção da tabela que relaciona os estados distintos, sendo que cada par não ordenado ocorre somente uma vez.

Marcação de estados trivialmente não equivalentes, ou seja, estados finais com não finais.

	→q0	q1(f)
q2(f)	X	
q1(f)	X	

Analisar os não marcados:
δ(q1, a) = não há δ.

δ(q2, a) = não há δ.

δ(q1, b) = q1.

δ(q2, b) = não há δ.

Como q1 e q2 consumindo o mesmo caractere resultam em valores diferentes, e um deles não resulta em nada, podemos assumir que não são equivalentes.

Podemos marcar {q1,q2} na tabela.

	→q0	q1(f)

q2(f)	X	X
q1(f)	X	

O autômato já está minimizado.

Exemplo 02

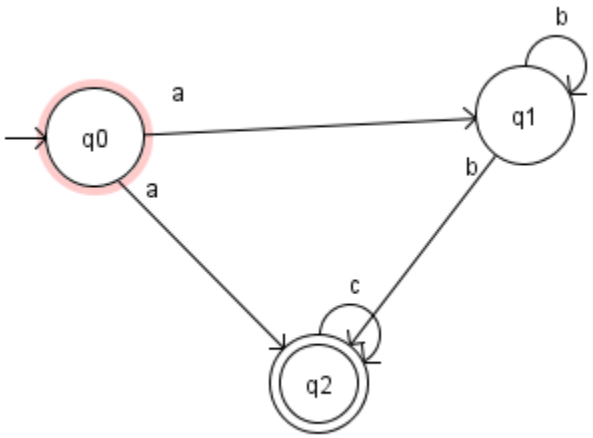
M2=({q0,q1,q2},

{a,b,c},

{(q0,a)={q1,q2} ; (q1,b)={q1,q2} ; (q2,c)=q2 ;},

{q0},

{q2})



δ	a	b	c
→q0	{q1, q2}		
q1		{q1, q2}	
q2(f)			q2

Não há transições em vazio.

Algoritmo para eliminação de não-determinismo:

Cria-se um novo estado para cada elemento da tabela de transição que contenha mais de um elemento.

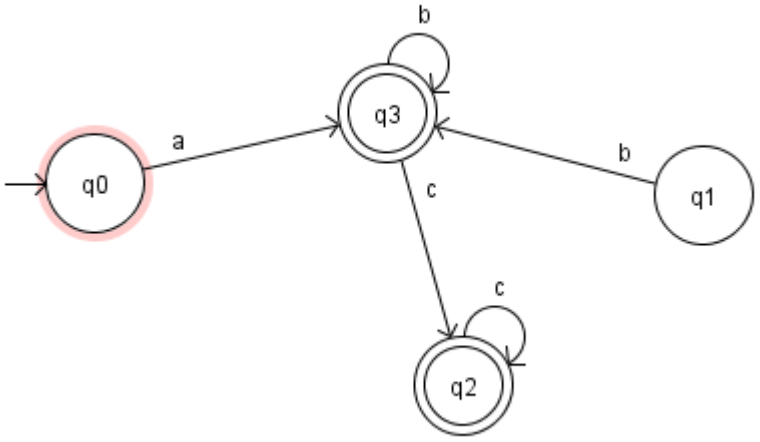
Cria-se o estado {q1,q2}, copiar as transições de q1 e q2 para o novo estado.

Como q2 é final, o novo estado, que contém q2, também é final.

δ	a	b	c
→q0	{q1, q2}		
q1		{q1, q2}	
q2(f)			q2
{q1, q2}(f)		{q1, q2}	q2

Vamos substitui {q1,q2} por q3.

δ	a	b	c
→q0	q3		
q1		q3	
q2(f)			q2
q3(f)		q3	q2



Aplicação do algoritmo para eliminação de estados inacessíveis e inúteis:

δ	a	B	c	Acessível	Considerado
→q0	q3			X	

q1		q3			
q2(f)			q2		
q3(f)		q3	q2		

- marca q0 como acessível;

- q0 referencia q3.

δ	a	B	c	Acessível	Considerado
→q0	q3			X	X
q1		q3			
q2(f)			q2		
q3(f)		q3	q2	X	

- marca q3 como acessível;

- marca q0 como considerado;

- q3 referencia q2 e q3.

δ	a	B	c	Acessível	Considerado
→q0	q3			X	X
q1		q3			
q2(f)			q2	X	
q3(f)		q3	q2	X	X

- marca q2 como acessível;

- marca q3 como considerado;

- q2 referencia a q2.

δ	a	B	c	Acessível	Considerado
→q0	q3			X	X
q1		q3			
q2(f)			q2	X	X
q3(f)		q3	q2	X	X

- marca q2 como acessível.

- o estado q1 pode ser eliminado.

δ	a	B	c	Útil	Considerado
→q0	q3				
q2(f)			q2	X	

q3(f)		q3	q2	X	

- marca-se estados finais (q2 e q3) como úteis;

- há uma referência ao estado q3 no estado q0;

- marca-se q0 como útil;

- marca-se q2 e q3 como considerado.

δ	a	B	c	Útil	Considerado
→q0	q3			X	
q2(f)			q2	X	X
q3(f)		q3	q2	X	X

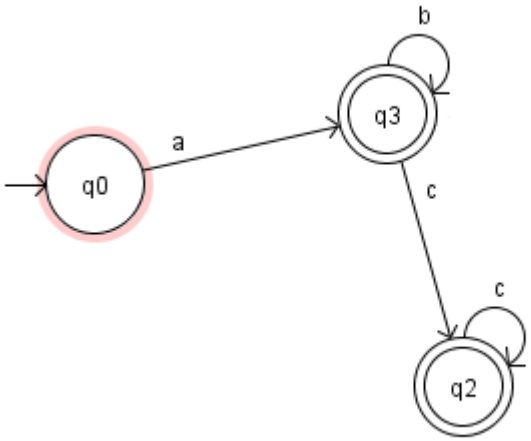
- seleciona-se q0, pois ele é o único útil não considerado;

- nenhum outro estado útil é considerado;

- marca-se q0 como considerado;

δ	a	B	c	Útil	Considerado
→q0	q3			X	X
q2(f)			q2	X	X
q3(f)		q3	q2	X	X

- não há estados inúteis.



Aplicação do algoritmo de minimização de autômatos:

Construção da tabela que relaciona os estados distintos, sendo que cada par não ordenado ocorre somente uma vez.

Marcação de estados trivialmente não equivalentes, ou seja, estados finais com não finais.

	→q0	q2(f)
q3(f)	X	
q2(f)	X	

δ(q2,b)= não há δ

δ(q3,b)= q3

Como q3 e q2 consumindo o mesmo caractere resultam em valores diferentes, e um deles não resulta em nada (não há transição), podemos assumir que não são equivalentes.

Podemos marcar {q1,q2} na tabela.

	→q0	q2(f)
q3(f)	X	X
q2(f)	X	

O autômato já está minimizado.

Exemplo 03

M3=({q0,q1},

{a,b},

{(q0,a)=q0 ; (q0,E)=q1 ; (q1,b)=q1 ;},

{q0},

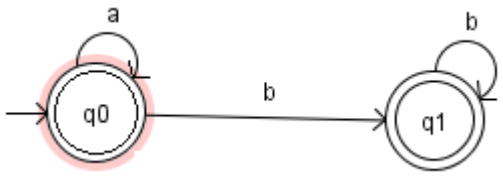
{q1})

Aplicação do algoritmo de eliminação de transições em vazio:

δ	a	b	E
→q0	q0		q1
q1(f)		q1	

Como há transição em vazio para q1, deve-se copiar as transições de q1 para q0, e deve-se considerar q0 como final uma vez que q1 é final.

δ	A	b
→q0(f)	q0	q1
q1(f)		q1



- não há não-determinismo.

Aplicação do algoritmo para eliminação de estados inacessíveis e inúteis:

δ	a	b	Acessível	Considerado
→q0(f)	q0	q1		
q1(f)		q1		

- marca q0 como acessível;

- q0 referencia q1;

- marca q1 como acessível;

- marca q0 como considerado.

δ	a	b	Acessível	Considerado
→q0(f)	q0	q1	X	X
q1(f)		q1	X	

- único estado acessível e não considerado é o q1;

- marca q1 como considerado.

δ	a	b	Acessível	Considerado
→q0(f)	q0	q1	X	X
q1(f)		q1	X	X

- não há estados inacessíveis.

δ	a	b	Útil	Considerado
→q0(f)	q0	q1		
q1(f)		q1		

- marcar estados finais como úteis.

δ	a	b	Útil	Considerado
→q0(f)	q0	q1	X	
q1(f)		q1	X	

- q0 e q1 já marcados como úteis são marcados como considerados.

δ	a	b	Útil	Considerado
→q0(f)	q0	q1	X	X
q1(f)		q1	X	X

-não há estados inúteis.

Aplicação do algoritmo de minimização de autômatos:

Construção da tabela que relaciona os estados distintos, sendo que cada par não ordenado ocorre somente uma vez.

Marcação de estados trivialmente não equivalentes, ou seja, estados finais com não finais.

	→q0(f)
q1(f)	

δ(q0,a)= q0

δ(q1,a)= não há δ

Como q1 e q0 consumindo o mesmo caractere resultam em valores diferentes, e um deles não resulta em nada (não há transição), podemos assumir que não são equivalentes.

Podemos marcar {q0,q1} na tabela.

	→q0(f)
q1(f)	X

O autômato já está minimizado.

Exemplo 04

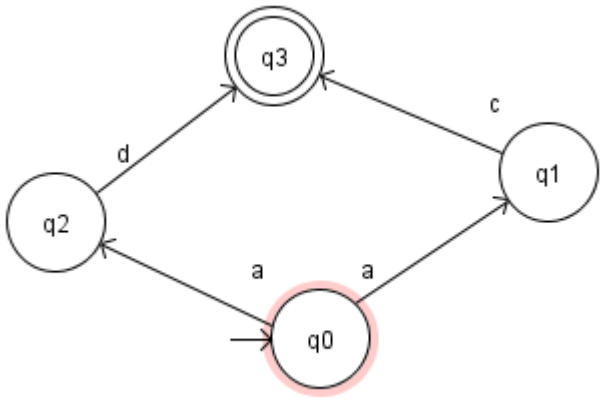
M5=({q0,q1,q2,q3},

{a,c,d},

{(q0,a)={q1,q2} ; (q1,c)=q3 ; (q2,d)=q3 ;},

{q0},

{q3})



δ	a	c	d
→q0	{q1,q2}		
q1		q3	
q2			q3
q3(f)			

Algoritmo para eliminação de não-determinismo:

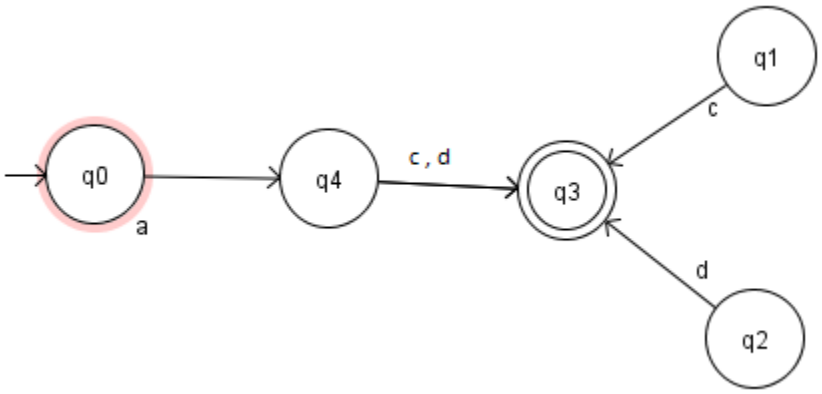
Cria-se um novo estado para cada elemento da tabela de transição que contenha mais de um elemento.

Cria-se o estado {q1,q2}, copiar as transições de q1 e q2 para o novo estado.

δ	a	c	d
→q0	{q1,q2}		
q1		q3	
q2			q3
q3(f)			
{q1,q2}		q3	q3

Vamos substitui {q1,q2} por q4.

δ	a	c	d
→q0	q4		
q1		q3	
q2			q3
q3(f)			
q4		q3	q3



Aplicação do algoritmo para eliminação de estados inacessíveis e inúteis:

δ	a	c	d	Acessível	Considerado
→q0	q4				
q1		q3			
q2			q3		
q3(f)					
q4		q3	q3		

- marca q0 como acessível;

- q0 referencia q4;

- marca q4 como acessível;

- marca q0 como considerado.

δ	a	c	d	Acessível	Considerado
→q0	q4			X	X
q1		q3			
q2			q3		
q3(f)					
q4		q3	q3	X	

- q4 referencia q3;

- marca q3 como acessível;

- marca q4 como considerado.

δ	a	c	d	Acessível	Considerado
→q0	q4			X	X
q1		q3			
q2			q3		
q3(f)				X	
q4		q3	q3	X	X

- q3 é o único acessível não considerado;

- marca q3 como considerado.

δ	a	c	d	Acessível	Considerado
→q0	q4			X	X
q1		q3			
q2			q3		
q3(f)				X	X
q4		q3	q3	X	X

-q1 e q2 podem ser eliminados.

δ	a	c	d
→q0	q4		
q3(f)			
q4		q3	q3

δ	a	c	d	Útil	Considerado
→q0	q4				
q3(f)					
q4		q3	q3		

- marcar estados finais como úteis.

δ	a	c	d	Útil	Considerado
→q0	q4				
q3(f)				X	
q4		q3	q3		

- q4 faz referência à q3;

- marcar q4 como útil;

- marcar q3 como considerado.

δ	a	c	d	Útil	Considerado
→q0	q4				
q3(f)				X	X
q4		q3	q3	X	

- q0 faz referência à q4;

- marcar q0 como útil;

- marcar q4 como considerado.

δ	a	c	d	Útil	Considerado
→q0	q4			X	
q3(f)				X	X
q4		q3	q3	X	X

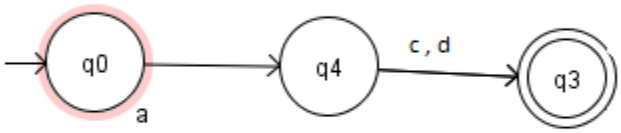
- o único útil não considerado é q0;

- marcar q0 como considerado.

δ	a	c	d	Útil	Considerado

→q0	q4			X	X
q3(f)				X	X
q4		q3	q3	X	X

- não há estados inúteis.



Aplicação do algoritmo de minimização de autômatos:

Construção da tabela que relaciona os estados distintos, sendo que cada par não ordenado ocorre somente uma vez.

Marcação de estados trivialmente não equivalentes, ou seja, estados finais com não finais.

	q0	q3
q4		
q3(f)	X	

δ(q0,a)= q4

δ(q4,a)= não há δ

Como q4 e q0 consumindo o mesmo caractere resultam em valores diferentes, e um deles não resulta em nada (não há transição), podemos assumir que não são equivalentes.

Podemos marcar {q0,q4} na tabela.

	q0	q3
q4	X	
q3(f)	X	

δ(q3,c)= não há δ

δ(q4,c)= q3

Como q4 e q3 consumindo o mesmo caractere resultam em valores diferentes, e um deles não resulta em nada (não há transição), podemos assumir que não são equivalentes.

Podemos marcar {q3,q4} na tabela.

	q0	q3
q4	X	X
q3(f)	X	

O autômato já está minimizado.

Exemplo 05

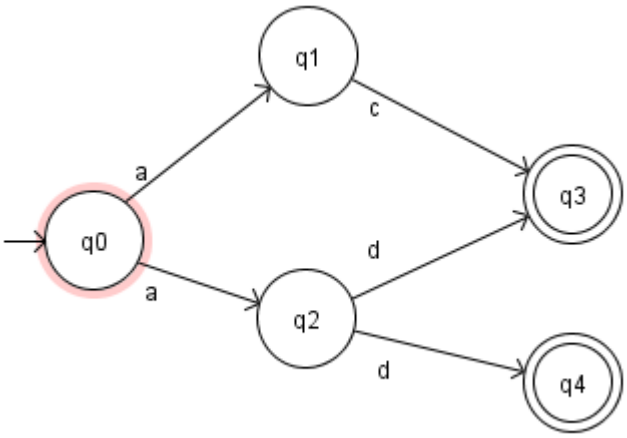
M6=({q0,q1,q2,q3,q4},

{a,c,d},

{(q0,a)={q1,q2} ; (q1,c)=q3 ; (q2,d)={q3,q4} ;},

{q0},

{q3,q4})



δ	a	c	d
→q0	{q1,q2}		
q1		q3	
q2			{q3,q4}
q3(f)			
q4(f)			

Aplicando o algoritmo de eliminação de não determinismo:

Cria-se um novo estado para cada elemento da tabela de transição que contenha mais de um elemento.

Cria-se os estados {q1,q2} e {q3,q4}.

Copiar as transições de q1 e q2 para o novo estado {q1,q2}.

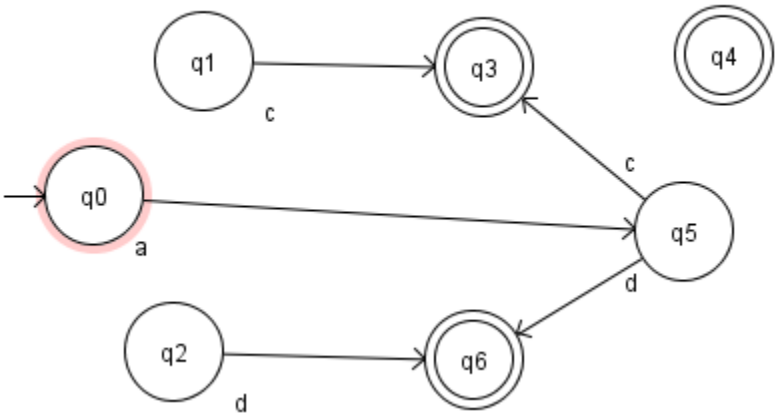
Copiar as transições de q3 e q4 para o novo estado {q3,q4}. (nenhuma)

Como q3 e q4 são finais, o novo estado, que contém q3 e q4, também é final.

δ	a	c	d
→q0	{q1,q2}		
q1		q3	
q2			{q3,q4}
q3(f)			
q4(f)			
{q1,q2}		q3	{q3,q4}
{q3,q4}(f)			

Vamos chamar {q1,q2} de q5, e {q3,q4} de q6.

δ	a	c	d
→q0	q5		
q1		q3	
q2			q6
q3(f)			
q4(f)			
q5		q3	q6
q6(f)			



Aplicação do algoritmo para eliminação de estados inacessíveis e inúteis:

δ	a	c	d	Acessível	Considerado

→q0	q5				
q1		q3			
q2			q6		
q3(f)					
q4(f)					
q5		q3	q6		
q6(f)					

- marca q0 como acessível;

- q0 referencia q5;

- marca q5 como acessível;

- marca q0 como considerado.

δ	a	c	d	Acessível	Considerado
→q0	q5			X	X
q1		q3			
q2			q6		
q3(f)					
q4(f)					
q5		q3	q6	X	
q6(f)					

- q5 referencia q3 e q6;

Marca q3 e q6 como acessíveis;

- marca q5 como considerado.

δ	a	c	d	Acessível	Considerado
→q0	q5			X	X
q1		q3			
q2			q6		
q3(f)				X	

q4(f)					
q5		q3	q6	X	X
q6(f)				X	

- q3 não referencia a nenhum estado;

- marca q3 como considerado.

δ	**a**	**c**	**d**	**Acessível**	**Considerado**
→q0	q5			X	X
q1		q3			
q2			q6		
q3(f)				X	X
q4(f)					
q5		q3	q6	X	X
q6(f)				X	

- q6 é o único estado acessível não considerado;

- marcar q6 como considerado.

δ	**a**	**c**	**d**	**Acessível**	**Considerado**
→q0	q5			X	X
q1		q3			
q2			q6		
q3(f)				X	X
q4(f)					
q5		q3	q6	X	X
q6(f)				X	X

- os estados q1, q2 e q4 são incessíveis e podem ser eliminados.

δ	**a**	**c**	**d**	**Útil**	**Considerado**
→q0	q5				
q3(f)					
q5		q3	q6		
q6(f)					

- marcar os estados finais como úteis.

δ	a	c	d	Útil	Considerado
→q0	q5				
q3(f)				X	
q5		q3	q6		
q6(f)				X	

- q5 referencia aos estados q3 e q6;

- marcar q5 como útil;

- marcar q3 e q6 como considerados.

δ	a	c	d	Útil	Considerado
→q0	q5				
q3(f)				X	X
q5		q3	q6	X	
q6(f)				X	X

- q0 referencia ao estado q5;

- marcar q0 como útil;

- marcar q5 como considerado.

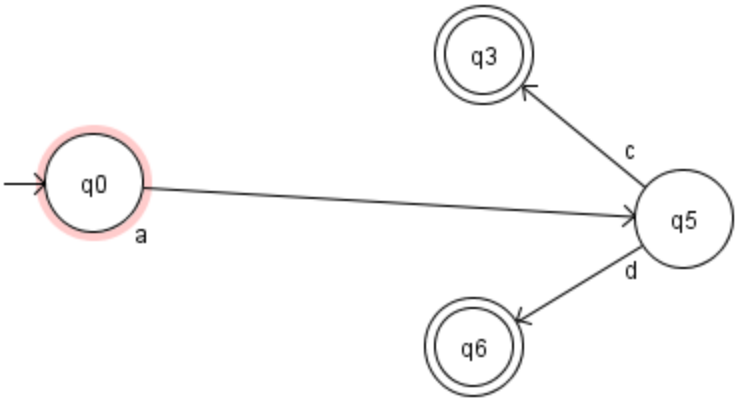
δ	a	c	d	Útil	Considerado
→q0	q5			X	
q3(f)				X	X
q5		q3	q6	X	X
q6(f)				X	X

- o único útil não considerado é o estado q0;

- marcar q0 como considerado.

δ	a	c	d	Útil	Considerado
→q0	q5			X	X
q3(f)				X	X
q5		q3	q6	X	X
q6(f)				X	X

- não há estados inúteis.



Aplicação do algoritmo de minimização de autômatos:

Construção da tabela que relaciona os estados distintos, sendo que cada par não ordenado ocorre somente uma vez.

Marcação de estados trivialmente não equivalentes, ou seja, estados finais com não finais.

	q0	q3(f)	q5
q6(f)	X		X
q5		X	
q3(f)	X		

δ(q5,a)= não há δ

δ(q0,a)= q5

Como q5 e q0 consumindo o mesmo caractere resultam em valores diferentes, e um deles não resulta em nada (não há transição), podemos assumir que não são equivalentes.

Podemos marcar {q0,q5} na tabela.

	q0	q3(f)	q5
q6(f)	X		X
q5	X	X	
q3(f)	X		

δ(q6,a)= não há δ

δ(q3,a)= não há δ

δ(q6,c)= não há δ

δ(q3,c)= não há δ

δ(q6,d)= não há δ

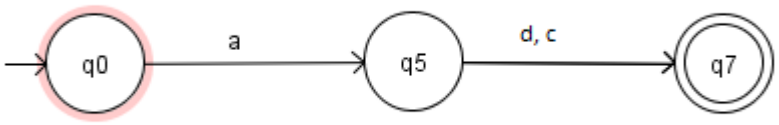
δ(q3,d)= não há δ

Os estados q3 e q6 são equivalentes, portanto podem se unir para a formação de um único estado.

δ	a	c	d
→q0	q5		
q5		q3q6	q3q6
q3q6(f)			

Vamos renomear q3q6 para q7.

δ	a	c	d
→q0	q5		
q5		q7	q7
q7(f)			



O autômato está minimizado.

Exemplo 06

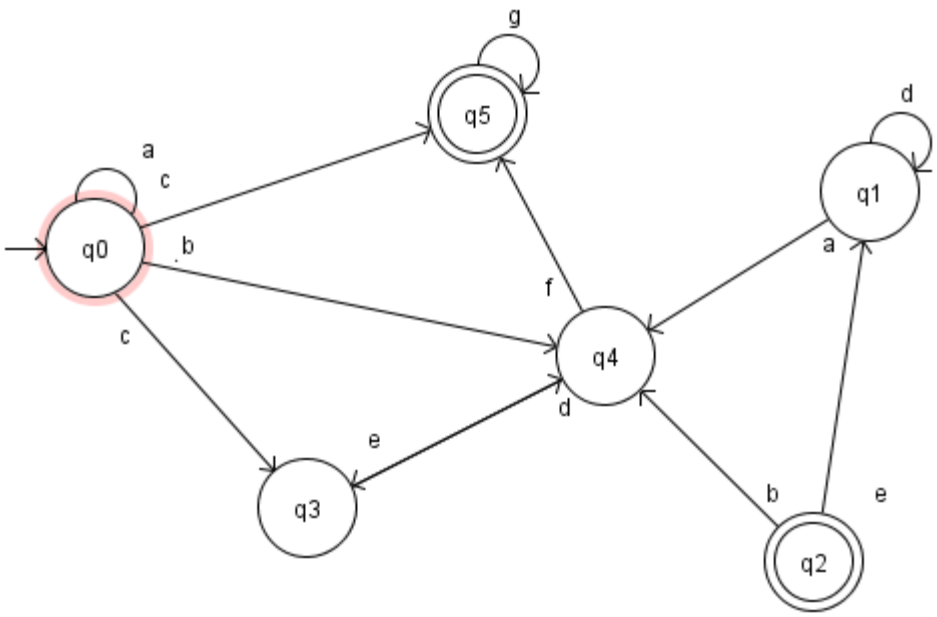
M6=({q0,q1,q2,q3,q4,q5},

{a,b,c,d,e,f,g},

{(q0,a)=q0 ; (q0,b)=q4 ; (q0,c)={q3,q5} ; (q1,d)=q1 ; (q1,a)=q4 ; (q2,b)=q4 ; (q2,e)=q1 ; (q3,e)=q4 ; (q4,d)=q3 ; (q4,f)=q5 ; (q5,g)=q5 ;},

{q0},

{q2,q5})



δ	a	b	c	d	e	f	g
→q0	q0	q4	{q3,q5}				
q1	q4			q1			
q2 (f)		q4			q1		
q3					q4		
q4				q3		q5	
q5(f)							q5

Aplicar o algoritmo de eliminação de não determinismo:

Cria-se um novo estado para cada elemento da tabela de transição que contenha mais de um elemento.

Cria-se os estados {q3,q5}.

Copiar as transições de q3 e q5 para o novo estado {q3,q5}.

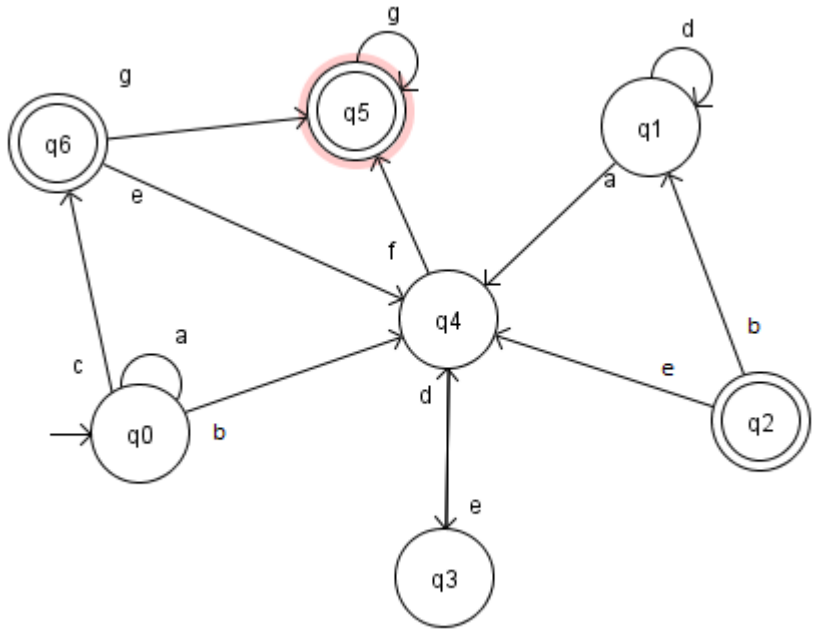
Como q5 é final, o novo estado, que contém q5, também é final.

δ	a	b	C	d	e	f	g
→q0	q0	q4	{q3,q5}				
q1	q4			q1			
q2 (f)		q4			q1		
q3					q4		
q4				q3		q5	
q5(f)							q5

{q3,q5}(f)					q4		q5

Trocaremos o nome do novo estado de {q3,q5} para q6.

δ	a	b	c	d	e	f	g
→q0	q0	q4	q6				
q1	q4			q1			
q2 (f)		q4			q1		
q3					q4		
q4				q3		q5	
q5(f)							q5
q6(f)					q4		q5



Aplicação do algoritmo para eliminação de estados inacessíveis e inúteis:

δ	a	b	c	d	e	f	g	Acessível	Considerado
→q0	q0	q4	q6						
q1	q4			q1					
q2 (f)		q4			q1				
q3					q4				
q4				q3		q5			
q5(f)							q5		
q6(f)					q4		q5		

- marca q0 como acessível;

- q0 referencia q0, q4 e q6;

- marca q4 e q6 como acessível;

- marca q0 como considerado.

δ	a	b	c	d	e	f	g	Acessível	Considerado
→q0	q0	q4	q6					X	X
q1	q4			q1					
q2 (f)		q4			q1				
q3					q4				
q4				q3		q5		X	
q5(f)							q5		
q6(f)					q4		q5	X	

- q4 referencia q5 e q3;

- marca q3 e q5 como acessíveis;

- marca q4 como considerado.

δ	a	b	c	d	e	f	g	Acessível	Considerado
→q0	q0	q4	q6					X	X
q1	q4			q1					
q2 (f)		q4			q1				
q3					q4			X	
q4				q3		q5		X	X
q5(f)							q5	X	
q6(f)					q4		q5	X	

- q3 referencia q4(já marcado);

- marca q3 como considerado.

δ	a	b	c	d	e	f	g	Acessível	Considerado

→q0	q0	q4	q6					X	X
q1	q4			q1					
q2 (f)		q4			q1				
q3					q4			X	X
q4				q3		q5		X	X
q5(f)							q5	X	
q6(f)					q4		q5	X	

- q5 referencia a ele próprio;

- marca q5 como considerado.

δ	a	b	c	d	e	f	g	Acessível	Considerado
→q0	q0	q4	q6					X	X
q1	q4			q1					
q2 (f)		q4			q1				
q3					q4			X	X
q4				q3		q5		X	X
q5(f)							q5	X	X
q6(f)					q4		q5	X	

- q6 referencia a q4 e q5 (já marcados);

- q6 é marcado como considerado.

δ	a	b	c	d	e	f	g	Acessível	Considerado
→q0	q0	q4	q6					X	X
q1	q4			q1					
q2 (f)		q4			q1				
q3					q4			X	X
q4				q3		q5		X	X
q5(f)							q5	X	X
q6(f)					q4		q5	X	X

Os estados q1 e q2 não são acessíveis e podem ser eliminados.

δ	a	b	c	d	e	f	g	Útil	Considerado
→q0	q0	q4	q6						

q3					q4				
q4				q3		q5			
q5(f)							q5		
q6(f)					q4		q5		

- marcam-se os estados finais como úteis.

δ	a	b	c	d	e	f	g	Útil	Considerado
→q0	q0	q4	q6						
q3					q4				
q4				q3		q5			
q5(f)							q5	X	
q6(f)					q4		q5	X	

- q4 faz referência a q5;

- marca-se q4 como útil;

- marcam-se q5 e q6 como considerados.

δ	a	b	c	d	e	f	g	Útil	Considerado
→q0	q0	q4	q6						
q3					q4				
q4				q3		q5		X	
q5(f)							q5	X	X
q6(f)					q4		q5	X	X

- q3 faz referência a q4;

- marca-se q3 como útil;

- marca q4 como considerado.

δ	a	b	c	d	e	f	g	Útil	Considerado
→q0	q0	q4	q6						
q3					q4			X	
q4				q3		q5		X	X
q5(f)							q5	X	X
q6(f)					q4		q5	X	X

- q0 referencia a q4 e q6;

- marca q0 como útil;

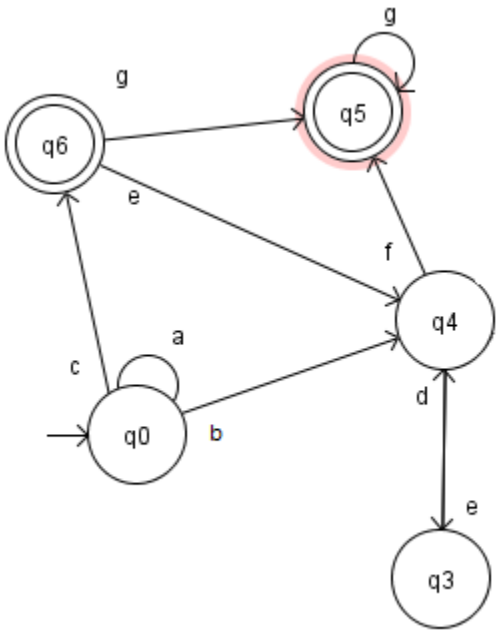
- marca q3 como considerado.

δ	a	b	c	d	e	f	g	Útil	Considerado
→q0	q0	q4	q6					X	
q3					q4			X	X
q4				q3		q5		X	X
q5(f)							q5	X	X
q6(f)					q4		q5	X	X

- como q0 é o único útil não considerado, marca-o como considerado.

δ	a	b	c	d	e	f	g	Útil	Considerado
→q0	q0	q4	q6					X	X
q3					q4			X	X
q4				q3		q5		X	X
q5(f)							q5	X	X
q6(f)					q4		q5	X	X

Não há estados inúteis.



Aplicando o algoritmo de minimização:

Construção da tabela que relaciona os estados distintos, sendo que cada par não ordenado ocorre somente uma vez.

Marcação de estados trivialmente não equivalentes, ou seja, estados finais com não finais.

	q0	q3	q4	q5(f)
q6(f)	X	X	X	
q5(f)	X	X	X	
q4				
q3				

δ(q0,a)= q0

δ(q4,a)= não há δ

...

q0 e q4 não são equivalentes, portanto marca-se o par.

	q0	q3	q4	q5(f)
q6(f)	X	X	X	
q5(f)	X	X	X	
q4	X			
q3				

δ(q0,a)= q0

δ(q3,a)= não há δ

...

q0 e q3 não são equivalentes, portanto marca-se o par.

	q0	q3	q4	q5(f)
q6(f)	X	X	X	
q5(f)	X	X	X	
q4	X			
q3	X			

δ(q4,d)= q3

δ(q3,d)= não há δ

...

q4 e q3 não são equivalentes, portanto marca-se o par.

	q0	q3	q4	q5(f)
q6(f)	X	X	X	
q5(f)	X	X	X	
q4	X	X		
q3	X			

Exemplo 07

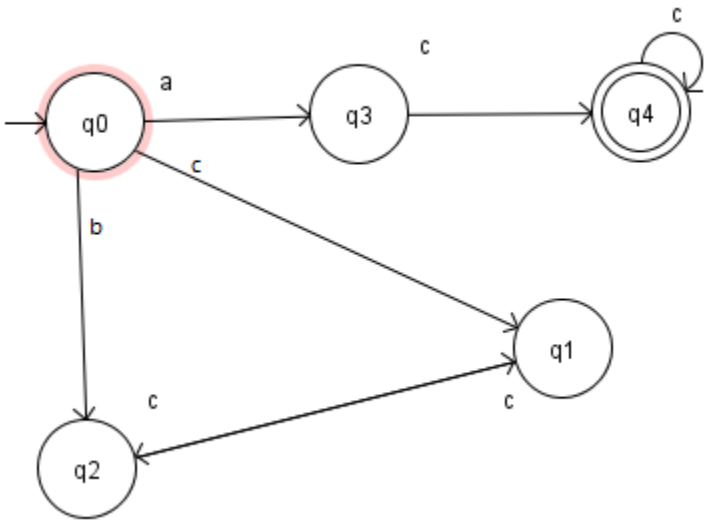
M7=({q0,q1,q2,q3,q4},

{a,b,c},

{(q0,a)=q3 ; (q0,b)=q2 ; (q0,c)=q1 ; (q1,c)=q2 ; (q2,c)=q1 ; (q3,c)=q4 ; (q4,c)=q4 ;},

{q0},

{q4})



δ	a	b	c
→q0	q3	q2	q1
q1			q2
q2			q1
q3			q4
q4(f)			q4

Aplicando o algoritmo de eliminação de estados inacessíveis e inválidos:

- marca-se q0 como acessível, pois é o estado inicial.

δ	a	b	c	Acessível	Considerado
→q0	q3	q2	q1	X	
q1			q2		
q2			q1		
q3			q4		
q4(f)			q4		

- q0 faz referencia a q1, q2 e q3;

- marca q1, q2 e q3 como acessíveis;

- marca q0 como considerado.

δ	a	b	c	Acessível	Considerado
→q0	q3	q2	q1	X	X
q1			q2	X	
q2			q1	X	
q3			q4	X	
q4(f)			q4		

- q3 referencia q4;

- marca q4 como acessível;

- marca q3 como considerado.

δ	a	b	c	Acessível	Considerado
→q0	q3	q2	q1	X	X
q1			q2	X	
q2			q1	X	
q3			q4	X	X
q4(f)			q4	X	

- todos os estados estão marcados como acessíveis;

- marca os estados acessíveis e não considerados como considerados.

δ	a	b	c	Acessível	Considerado
→q0	q3	q2	q1	X	X
q1			q2	X	X
q2			q1	X	X
q3			q4	X	X
q4(f)			q4	X	X

Não há estados inacessíveis.

δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q3	q2	q1		
q1			q2		
q2			q1		
q3			q4		
q4(f)			q4		

- marca estados finais como úteis.

δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q3	q2	q1		
q1			q2		
q2			q1		
q3			q4		
q4(f)			q4	X	

- q3 referencia q4;

- marca q3 como útil;

- marca q4 como considerado.

δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q3	q2	q1		
q1			q2		
q2			q1		
q3			q4	X	
q4(f)			q4	X	X

- q0 referenci q3;

- marca q0 como útil;

- marca q3 como considerado.

δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q3	q2	q1	X	
q1			q2		
q2			q1		
q3			q4	X	X
q4(f)			q4	X	X

- nenhum outro estado referencia q0;

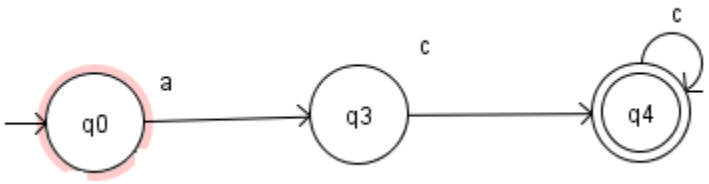
- q0 é o único estado útil não considerado;

- marca q0 como considerado.

δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q3	q2	q1	X	X
q1			q2		
q2			q1		
q3			q4	X	X
q4(f)			q4	X	X

- os estados q1 e q2 podem ser eliminados.

δ	a	b	c
→q0	q3		
q3			q4
q4(f)			q4



Exemplo 08

M8=({q0,q1,q2,q3,q4,q5},

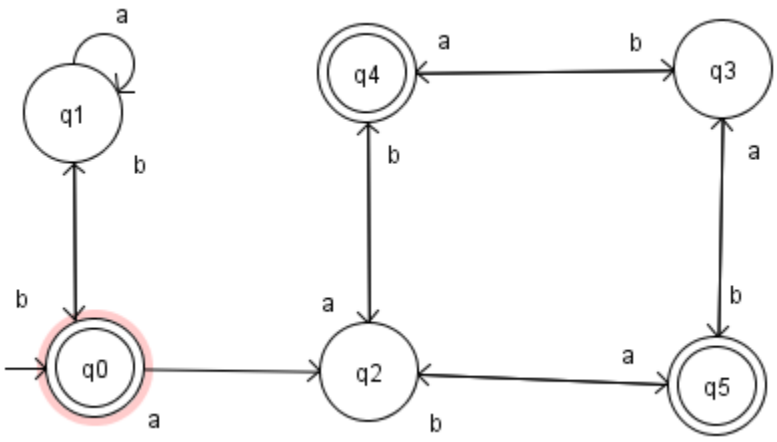
{a,b},

{(q0,a)=q2 ; (q0,b)=q1 ; (q1,a)=q1 ; (q1,b)=q0 ; (q2,a)=q4 ; (q2,b)=q5 ; (q3,a)=q5 ; (q3,b)=q4 ; (q4,a)=q3 ;

(q4,b)=q2 ; (q5,a)=q2 ; (q5,b)=q3 ;},

{q0},

{q4,q0,q5})



δ	A	b
→q0(f)	q2	q1
q1	q1	q0
q2	q4	q5
q3	q5	q4
q4(f)	q3	q2
q5(f)	q2	q3

Aplicação do algoritmo de eliminação de estados inacessíveis e inúteis:

δ	a	B	Acessível	Considerado
→q0(f)	q2	q1		
q1	q1	q0		
q2	q4	q5		
q3	q5	q4		
q4(f)	q3	q2		
q5(f)	q2	q3		

- marcar estado inicial como acessível.

δ	a	B	Acessível	Considerado
→q0(f)	q2	q1	X	
q1	q1	q0		
q2	q4	q5		
q3	q5	q4		
q4(f)	q3	q2		
q5(f)	q2	q3		

- q0 referencia q2 e q1;

- marca q2 e q1 como acessíveis;

- marca q0 como considerado.

δ	a	B	Acessível	Considerado
→q0(f)	q2	q1	X	X
q1	q1	q0	X	
q2	q4	q5	X	
q3	q5	q4		
q4(f)	q3	q2		
q5(f)	q2	q3		

- q2 referencia q4 e q5;

- marca q4 e q5 como acessíveis;

- marca q2 como considerado.

δ	a	B	Acessível	Considerado
→q0(f)	q2	q1	X	X
q1	q1	q0	X	
q2	q4	q5	X	X
q3	q5	q4		
q4(f)	q3	q2	X	
q5(f)	q2	q3	X	

- q4 referencia q3;

- marca q3 como acessível;

- marca q4 como considerado.

δ	a	B	Acessível	Considerado
→q0(f)	q2	q1	X	X
q1	q1	q0	X	
q2	q4	q5	X	X
q3	q5	q4	X	
q4(f)	q3	q2	X	X
q5(f)	q2	q3	X	

- todos os estados estão marcados como acessíveis, marcá-los como considerados.

δ	a	B	Acessível	Considerado
→q0(f)	q2	q1	X	X
q1	q1	q0	X	X
q2	q4	q5	X	X
q3	q5	q4	X	X
q4(f)	q3	q2	X	X
q5(f)	q2	q3	X	X

Não há estados inacessíveis.

δ	a	B	Útil	Considerado
→q0(f)	q2	q1		
q1	q1	q0		
q2	q4	q5		
q3	q5	q4		
q4(f)	q3	q2		
q5(f)	q2	q3		

- marca os estados finais como úteis.

δ	a	B	Útil	Considerado
→q0(f)	q2	q1	X	
q1	q1	q0		
q2	q4	q5		
q3	q5	q4		
q4(f)	q3	q2	X	
q5(f)	q2	q3	X	

- q5 referencia q2 e q3;

- marcar q2 e q3 como úteis;

- marcar q5 como considerado.

δ	a	B	Útil	Considerado
→q0(f)	q2	q1	X	
q1	q1	q0		
q2	q4	q5	X	
q3	q5	q4	X	
q4(f)	q3	q2	X	
q5(f)	q2	q3	X	X

- q0 referencia q1;

- marca q1 como útil;

Marca q0 como considerado.

δ	a	B	Útil	Considerado
→q0(f)	q2	q1	X	X
q1	q1	q0	X	
q2	q4	q5	X	
q3	q5	q4	X	
q4(f)	q3	q2	X	
q5(f)	q2	q3	X	X

- todos estados estão marcados como úteis, então podem ser considerados.

δ	a	B	Útil	Considerado
→q0(f)	q2	q1	X	X
q1	q1	q0	X	X
q2	q4	q5	X	X
q3	q5	q4	X	X
q4(f)	q3	q2	X	X
q5(f)	q2	q3	X	X

Não há estados inúteis.

Aplicando o algoritmo de minimização:

Construção da tabela que relaciona os estados distintos, sendo que cada par não ordenado ocorre somente uma vez.

Marcação de estados trivialmente não equivalentes, ou seja, estados finais com não finais.

	q0(f)	q1	q2	q3	q4(f)
q5(f)		X	X	X	
q4(f)		X	X	X	
q3	X				
q2	X				
q1	X				

δ(q0,a)= q2

δ(q5,a)= q2

δ(q0,b)= q1

δ(q5,b)= q3 {q1,q3} não está marcado

δ(q2,a)= q4

δ(q3,a)= q5

δ(q2,b)= q5

δ(q3,b)= q4 {q4,q5} não está marcado

δ(q0,a)= q2

δ(q4,a)= q3 {q2,q3} não está marcado

δ(q0,b)= q1

δ(q4,b)= q2 {q1,q2} não está marcado

δ(q1,a)= q1

δ(q3,a)= q5

Exemplo 09

M1=({q0,q1,q2,q3},

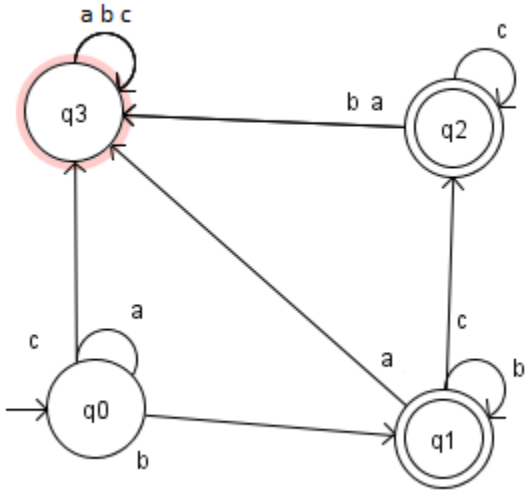
{a,b,c},

{(q0,a)=q0 ; (q0,b)=q1 ; (q0,c)=q3 ; (q1,a)=q3 ; (q1,b)=q1 ; (q1,c)=q2 ; (q2,a)=q3 ; (q2,b)=q3 ; (q2,c)=q2 ;

(q3,a)=q3 ; (q3,b)=q3 ; (q3,c)=q3 ; },

{q0},

{q2,q1})



δ	a	b	c
→q0	q0	q1	q3
q1(f)	q3	q1	q2

q2(f)	q3	q3	q2
q3	q3	q3	q3

Aplicação do algoritmo de eliminação de estados inacessíveis e inúteis:

δ	a	b	c	Acessível	Considerado
→q0	q0	q1	q3		
q1(f)	q3	q1	q2		
q2(f)	q3	q3	q2		
q3	q3	q3	q3		

- marca estado inicial como acessível;

δ	a	b	c	Acessível	Considerado
→q0	q0	q1	q3	X	
q1(f)	q3	q1	q2		
q2(f)	q3	q3	q2		
q3	q3	q3	q3		

- q0 referencia q1 e q3;

- marca q1 e q3 como acessíveis;

- marca q0 como considerado.

δ	a	b	c	Acessível	Considerado
→q0	q0	q1	q3	X	X
q1(f)	q3	q1	q2	X	
q2(f)	q3	q3	q2		
q3	q3	q3	q3	X	

- q1 referencia q2;

- marca q2 como acessível;

- marca q1 como considerado.

δ	a	b	c	Acessível	Considerado
→q0	q0	q1	q3	X	X
q1(f)	q3	q1	q2	X	X
q2(f)	q3	q3	q2	X	
q3	q3	q3	q3	X	

- todos os estados são marcados como acessíveis, portanto podem ser marcados como considerados.

δ	a	b	c	Acessível	Considerado
→q0	q0	q1	q3	X	X
q1(f)	q3	q1	q2	X	X
q2(f)	q3	q3	q2	X	X
q3	q3	q3	q3	X	X

Não há estados inacessíveis.

δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q0	q1	q3		
q1(f)	q3	q1	q2		
q2(f)	q3	q3	q2		
q3	q3	q3	q3		

- marcam-se os estados finais como úteis.

δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q0	q1	q3		
q1(f)	q3	q1	q2	X	
q2(f)	q3	q3	q2	X	
q3	q3	q3	q3		

- q0 referencia q1;

- marca q0 como útil;

- marca q1 como considerado.

δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q0	q1	q3	X	
q1(f)	q3	q1	q2	X	X
q2(f)	q3	q3	q2	X	
q3	q3	q3	q3		

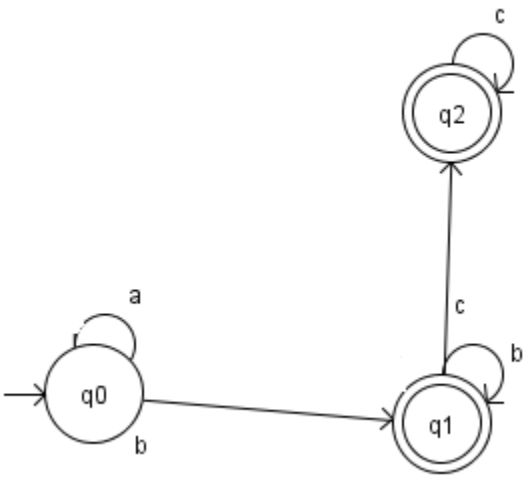
- nenhum outro estado tem a referencia de q3, portanto ele pode ser eliminado;

- q0 e q2 são marcados como considerados.

δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q0	q1	q3	X	X
q1(f)	q3	q1	q2	X	X
q2(f)	q3	q3	q2	X	X

q3	q3	q3	q3		

δ	**a**	**b**	**c**
→q0	q0	q1	
q1(f)		q1	q2
q2(f)			q2



Exemplo 10

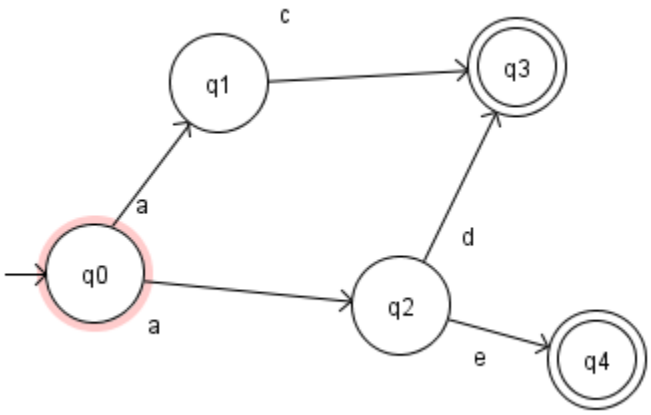
M1=({q0,q1,q2,q3,q4},

{a,c,d,e},

{(q0,a)={q1,q2} ; (q1,c)=q3 ; (q2,d)=q3 ; (q2,e)=q4 ;},

{q0},

{q3,q4})



δ	a	C	d	e
→q0	{q1,q2}			
q1		q3		
q2			q3	q4
q3(f)				
q4(f)				

Aplicação do algoritmo de eliminação de não-determinismo:

Cria-se um novo estado para cada elemento da tabela de transição que contenha mais de um elemento.

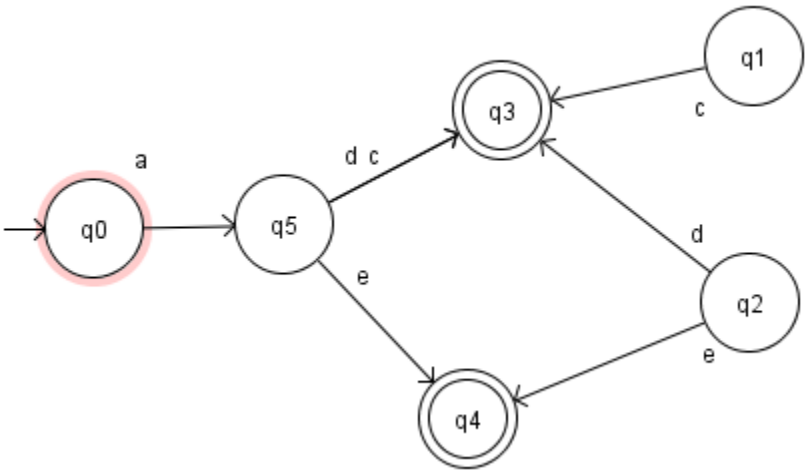
Cria-se o estado {q1,q2}.

Copiar as transições de q1 e q2 para o novo estado {q1,q2}.

δ	a	C	d	e
→q0	{q1,q2}			
q1		q3		
q2			q3	q4
q3(f)				
q4(f)				
{q1,q2}		q3	q3	q4

Vamos chamar o novo estado {q1,q2} de q5.

δ	a	C	d	e
→q0	q5			
q1		q3		
q2			q3	q4
q3(f)				
q4(f)				
q5		q3	q3	q4



Aplicando o algoritmo de eliminação de estados inacessíveis e inúteis:

δ	a	c	D	e	Acessível	Considerado
→q0	q5					
q1		q3				
q2			q3	q4		
q3(f)						
q4(f)						
q5		q3	q3	q4		

- marca-se o estado inicial como acessível.

δ	a	c	D	e	Acessível	Considerado
→q0	q5				X	
q1		q3				
q2			q3	q4		
q3(f)						
q4(f)						
q5		q3	q3	q4		

- q0 referencia q5;

- marca q5 como acessível;

- marca q0 como considerado.

δ	a	c	D	e	Acessível	Considerado
→q0	q5				X	X
q1		q3				
q2			q3	q4		
q3(f)						
q4(f)						
q5		q3	q3	q4	X	

- q5 referencia q3 e q4;

- marca q3 e q4 como acessíveis;

- marca q5 como considerado.

δ	a	c	d	e	Acessível	Considerado
→q0	q5				X	X
q1		q3				
q2			q3	q4		
q3(f)					X	
q4(f)					X	
q5		q3	q3	q4	X	X

- q3 e q4 não fazem referencia aos estados q1 e q2;

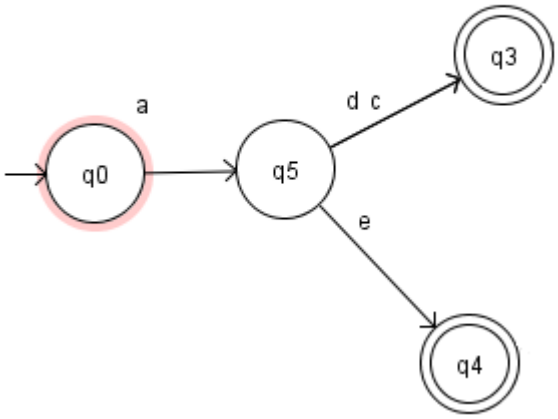
- marca q3 e q4 como considerados.

δ	a	c	d	e	Acessível	Considerado

→q0	q5				X	X
q1		q3				
q2			q3	q4		
q3(f)					X	X
q4(f)					X	X
q5		q3	q3	q4	X	X

Os estados q1 e q2 podem ser eliminados.

δ	a	c	d	e
→q0	q5			
q3(f)				
q4(f)				
q5		q3	q3	q4



δ	a	c	d	e	Útil	Considerado
→q0	q5					
q3(f)						
q4(f)						
q5		q3	q3	q4		

- marca os estados finais como úteis.

δ	a	c	d	e	Útil	Considerado
→q0	q5					
q3(f)					X	
q4(f)					X	
q5		q3	q3	q4		

- q5 referencia q3 e q4;

- marca q5 como útil;

- marca q3 e q4 como considerados.

δ	a	c	d	e	Útil	Considerado
→q0	q5					
q3(f)					X	X
q4(f)					X	X
q5		q3	q3	q4	X	

- q0 referencia q5;

- marca q0 como útil;

Marca q5 como considerado.

δ	a	c	d	e	Útil	Considerado
→q0	q5				X	
q3(f)					X	X
q4(f)					X	X
q5		q3	q3	q4	X	X

- q0 é o único estado útil não considerado;

- marca q0 como considerado.

δ	a	c	d	e	Útil	Considerado
→q0	q5				X	X
q3(f)					X	X
q4(f)					X	X
q5		q3	q3	q4	X	X

Não há estados inúteis.

Exemplo 11

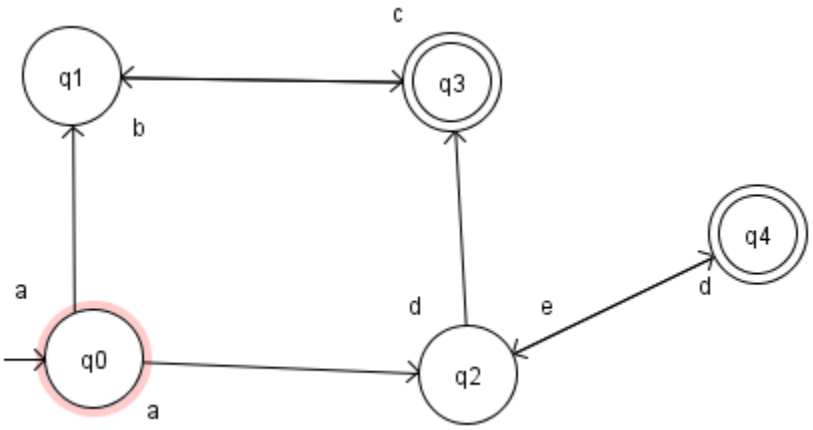
M2=({q0,q1,q2,q3,q4},

{a,b,c,d,e},

{(q0,a)={q1,q2} ; (q1,b)=q3 ; (q2,d)=q3 ; (q2,e)=q4 ; (q3,c)=q1 ; (q4,d)=q2 ;},

{q0},

{q3,q4})



δ	a	b	c	d	e
→q0	{q1,q2}				
q1		q3			
q2				q3	q4
q3(f)			q1		
q4(f)				q2	

Algoritmo para eliminação de não-determinismo:

Cria-se um novo estado para cada elemento da tabela de transição que contenha mais de um elemento.

Cria-se os estados {q1,q2}.

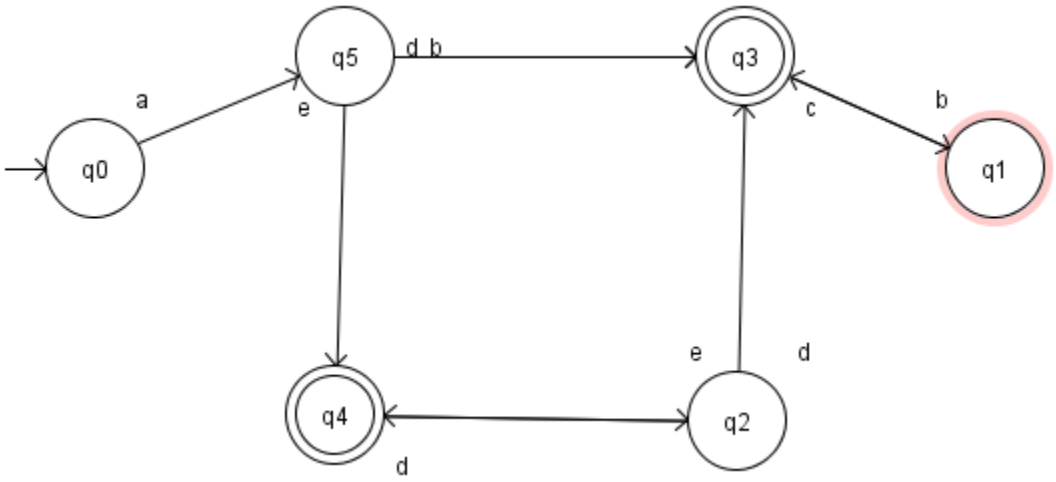
Copiar as transições de q1 e q2 para o novo estado {q1,q2}.

δ	a	b	c	d	e
→q0	{q1,q2}				
q1		q3			
q2				q3	q4
q3(f)			q1		
q4(f)				q2	

{q1,q2}		q3		q3	q4

Vamos chamar o novo estado de q5.

δ	a	b	c	d	e
→q0	q5				
q1		q3			
q2				q3	q4
q3(f)			q1		
q4(f)				q2	
q5		q3		q3	q4



Aplicando o algoritmo de eliminação de estados inacessíveis e inúteis:

δ	a	b	c	d	e	Acessível	Considerado
→q0	q5						
q1		q3					
q2				q3	q4		
q3(f)			q1				
q4(f)				q2			
q5		q3		q3	q4		

- marca estado inicial como acessível.

δ	a	b	c	d	e	Acessível	Considerado
→q0	q5					X	
q1		q3					
q2				q3	q4		
q3(f)			q1				
q4(f)				q2			
q5		q3		q3	q4		

- q0 referencia q5;

- marca q5 como acessível;

- marca q0 como considerado.

δ	a	b	c	d	e	Acessível	Considerado
→q0	q5					X	X
q1		q3					
q2				q3	q4		
q3(f)			q1				
q4(f)				q2			
q5		q3		q3	q4	X	

- q5 referencia q3 e q4;

- marca q3 e q4 como acessíveis;

- marca q5 como considerado.

δ	a	b	c	d	e	Acessível	Considerado
→q0	q5					X	X
q1		q3					
q2				q3	q4		
q3(f)			q1			X	
q4(f)				q2		X	
q5		q3		q3	q4	X	X

- q4 referencia q2;

- marca q2 como acessível;

- marca q4 como considerado.

δ	a	b	c	d	e	Acessível	Considerado
→q0	q5					X	X
q1		q3					
q2				q3	q4	X	

q3(f)			q1			X	
q4(f)				q2		X	X
q5		q3		q3	q4	X	X

- q3 referencia q1;

- marca q1 como acessível;

- marca q3 como considerado.

δ	a	b	c	d	e	Acessível	Considerado
→q0	q5					X	X
q1		q3				X	
q2				q3	q4	X	
q3(f)			q1			X	X
q4(f)				q2		X	X
q5		q3		q3	q4	X	X

- todos os estados são acessíveis, portanto podem ser considerados.

δ	a	b	c	d	e	Acessível	Considerado
→q0	q5					X	X
q1		q3				X	X
q2				q3	q4	X	X
q3(f)			q1			X	X
q4(f)				q2		X	X
q5		q3		q3	q4	X	X

Não há estados inacessíveis.

δ	a	b	c	d	e	Útil	Considerado
→q0	q5						
q1		q3					
q2				q3	q4		
q3(f)			q1				
q4(f)				q2			
q5		q3		q3	q4		

- marca os estados finais como úteis.

δ	a	b	c	d	e	Útil	Considerado
→q0	q5						

q1		q3					
q2				q3	q4		
q3(f)			q1			X	
q4(f)				q2		X	
q5		q3		q3	q4		

- q3 referencia q1;

- marca q1 como útil;

- marca q3 como considerado.

δ	a	b	c	d	e	Útil	Considerado
→q0	q5						
q1		q3				X	
q2				q3	q4		
q3(f)			q1			X	X
q4(f)				q2		X	
q5		q3		q3	q4		

- q4 referencia q2;

- marca q2 como útil;

- marca q4 como considerado.

δ	a	b	c	d	e	Útil	Considerado
→q0	q5						
q1		q3				X	
q2				q3	q4	X	
q3(f)			q1			X	X
q4(f)				q2		X	X
q5		q3		q3	q4		

- q5 referencia q3;

- marca q5 como útil;

δ	a	b	c	d	e	Útil	Considerado
→q0	q5						
q1		q3				X	
q2				q3	q4	X	
q3(f)			q1			X	X
q4(f)				q2		X	X
q5		q3		q3	q4	X	

- q0 referencia q5;

- marca q0 como útil;

- marca q5 como considerado.

δ	a	b	c	d	e	Útil	Considerado
→q0	q5					X	
q1		q3				X	
q2				q3	q4	X	
q3(f)			q1			X	X
q4(f)				q2		X	X
q5		q3		q3	q4	X	X

- todos os estados são marcados como úteis, portanto podem ser considerados.

δ	a	b	c	d	e	Útil	Considerado
→q0	q5					X	X
q1		q3				X	X
q2				q3	q4	X	X
q3(f)			q1			X	X
q4(f)				q2		X	X
q5		q3		q3	q4	X	X

Não há estados inúteis.

Exemplo 12

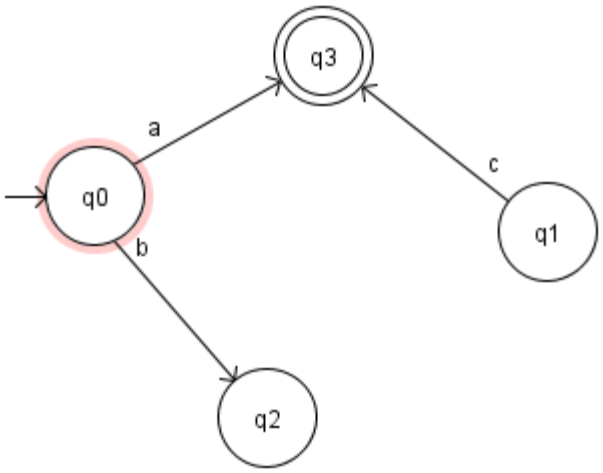
M2=({q0,q1,q2,q3},

{a,b,c},

{(q0,a)=q3 ; (q0,b)=q2 ; (q1,c)=q3 ;},

{q0},

{q3})



δ	a	b	c
→q0	q3	q2	
q1			q3
q2			
q3(f)			

Aplicação do algoritmo de eliminação de estados inacessíveis e inúteis:

δ	a	b	c	Acessível	Considerado
→q0	q3	q2		X	
q1			q3		
q2					
q3(f)					

- q0 referencia q3 e q2;

- marca q2 e q3 como acessíveis;

- marca q0 como considerado.

δ	a	b	c	Acessível	Considerado
→q0	q3	q2		X	X
q1			q3		
q2				X	
q3(f)				X	

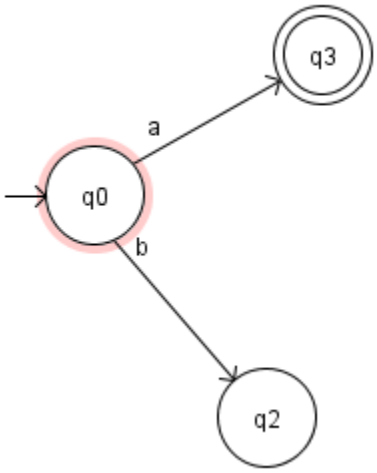
- nenhum estado faz referência a q1;

- marca q2 e q3 como considerados.

δ	a	b	c	Acessível	Considerado
→q0	q3	q2		X	X
q1			q3		
q2				X	X
q3(f)				X	X

- o estado q1 pode ser eliminado.

δ	a	b	c
→q0	q3	q2	
q2			
q3(f)			



δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q3	q2			
q2					
q3(f)				X	

- estados finais são marcados como úteis;

- q0 referencia q3;

-marca q0 como útil;

- marca q3 como considerado.

δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q3	q2		X	
q2					

q3(f)				X	X

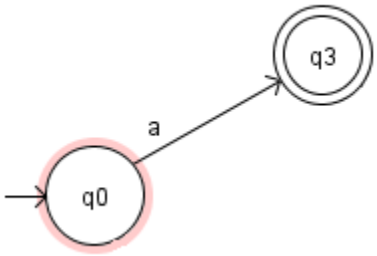
- q2 não referencia nenhum estado;

- marca q0 como considerado.

δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q3	q2		X	X
q2					
q3(f)				X	X

O estado q2 é inútil e pode ser elininado.

δ	a	b	c
→q0	q3	q2	
q3(f)			



Exemplo 13

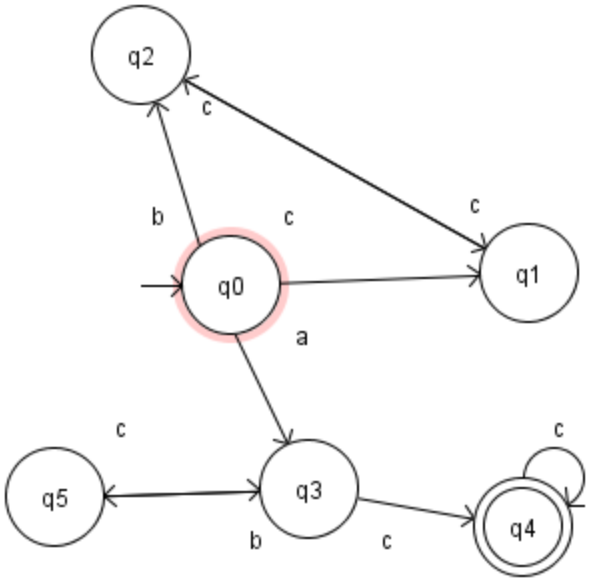
M3=({q0,q1,q2,q3,q4,q5},

{a,b,c},

{(q0,a)=q3 ; (q0,b)=q2 ; (q0,c)=q1 ; (q1,c)=q2 ; (q2,c)=q1 ; (q3,b)=q5 ; (q3,c)=q4 ; (q4,c)=q4 ; (q5,c)=q3 ;},

{q0},

{q4})



δ	a	b	c
→q0	q3	q2	q1
q1			q2
q2			q1
q3		q5	q4
q4(f)			q4
q5			q3

Aplicando o algoritmo de eliminação de estados inacessíveis e inúteis:

δ	a	b	c	Acessível	Considerado
→q0	q3	q2	q1	X	
q1			q2		
q2			q1		
q3		q5	q4		
q4(f)			q4		
q5			q3		

- q0 referencia q1, q2 e q3;

- marca q1, q2 e q3 como acessíveis;

- marca q0 como considerado.

δ	a	b	c	Acessível	Considerado
→q0	q3	q2	q1	X	X
q1			q2	X	
q2			q1	X	
q3		q5	q4	X	
q4(f)			q4		
q5			q3		

- q3 referencia q4 e q5;

- marca q4 e q5 como acessíveis;

- marca q3 como considerado.

δ	a	b	c	Acessível	Considerado
→q0	q3	q2	q1	X	X
q1			q2	X	
q2			q1	X	
q3		q5	q4	X	X
q4(f)			q4	X	
q5			q3	X	

- todos os estados são acessíveis, portanto podem ser considerados.

δ	a	b	c	Acessível	Considerado
→q0	q3	q2	q1	X	X
q1			q2	X	X
q2			q1	X	X
q3		q5	q4	X	X
q4(f)			q4	X	X
q5			q3	X	X

Não há estados inacessíveis.

δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q3	q2	q1		
q1			q2		
q2			q1		
q3		q5	q4		
q4(f)			q4	X	
q5			q3		

- q3 referencia q4;

- marca q3 como útil;

- marca q4 como considerado.

δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q3	q2	q1		
q1			q2		
q2			q1		
q3		q5	q4	X	
q4(f)			q4	X	X
q5			q3		

- q0 referencia q3;

- marca q0 como útil;

- marca q3 como considerado.

δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q3	q2	q1	X	
q1			q2		
q2			q1		
q3		q5	q4	X	X
q4(f)			q4	X	X
q5			q3		

- q5 referencia q3;

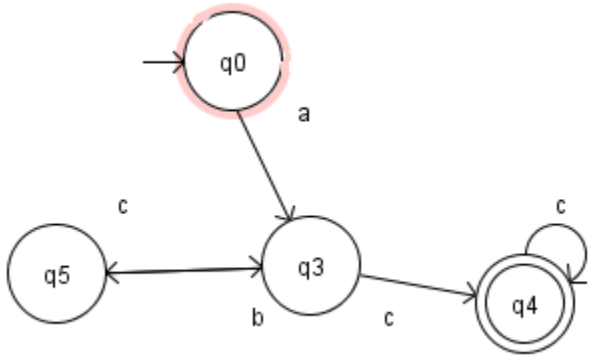
- marca q5 como útil;

δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q3	q2	q1	X	
q1			q2		
q2			q1		
q3		q5	q4	X	X
q4(f)			q4	X	X
q5			q3	X	

- q1 e q2 não referenciam a nenhum estado útil, portanto são inúteis e podem ser eliminados.

δ	a	b	c	Útil	Considerado
→q0	q3	q2	q1	X	X
q1			q2		
q2			q1		
q3		q5	q4	X	X
q4(f)			q4	X	X
q5			q3	X	X

δ	a	b	c
→q0	q3		
q3		q5	q4
q4(f)			q4
q5			q3



Exemplo 14

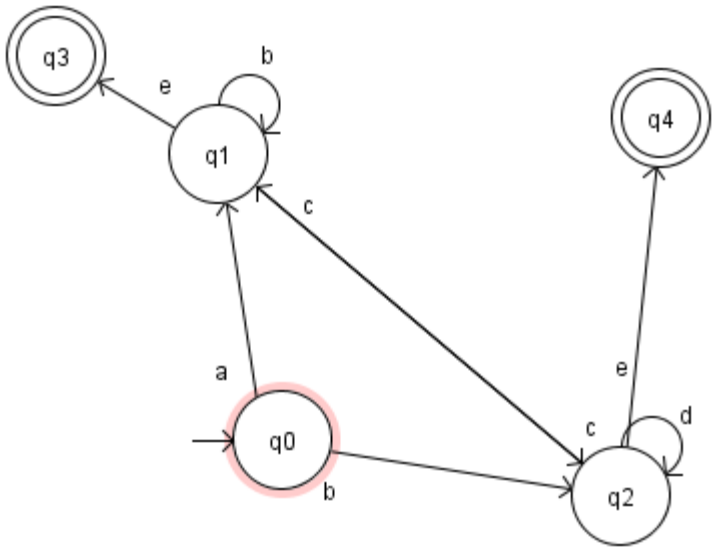
M3=({q0,q1,q2,q3,q4},

{a,b,c,d,e},

{(q0,a)=q1 ; (q0,b)=q2 ; (q1,b)=q1 ; (q1,c)=q2 ; (q1,e)=q3 ; (q2,c)=q1 ; (q2,d)=q2 ; (q2,e)=q4 ;},

{q0},

{q4,q3})



δ	a	b	c	d	e
→q0	q1	q2			
q1		q1	q2		q3
q2			q1	q2	q4
q3(f)					
q4(f)					

Aplicando o algoritmo de eliminação de estados inacessíveis e inúteis:

δ	a	b	c	d	e	Acessível	Considerado
→q0	q1	q2				X	
q1		q1	q2		q3		
q2			q1	q2	q4		
q3(f)							
q4(f)							

- q0 referencia q1 e q2;

- marca q1 e q2 como acessíveis;

- marca q0 como considerado.

δ	a	b	c	d	e	Acessível	Considerado
→q0	q1	q2				X	X

q1		q1	q2		q3	X	
q2			q1	q2	q4	X	
q3(f)							
q4(f)							

- q1 e q2 referenciam a q3 e q4;

- marca q3 e q4 como acessíveis;

δ	a	b	c	d	e	Acessível	Considerado
→q0	q1	q2				X	X
q1		q1	q2		q3	X	
q2			q1	q2	q4	X	
q3(f)						X	
q4(f)						X	

- todos os estados são acessíveis, portanto podem ser considerados.

δ	a	b	c	d	e	Acessível	Considerado
→q0	q1	q2				X	X
q1		q1	q2		q3	X	X
q2			q1	q2	q4	X	X
q3(f)						X	X
q4(f)						X	X

- não há estados inacessíveis.

δ	a	b	c	d	e	Útil	Considerado
→q0	q1	q2					
q1		q1	q2		q3		
q2			q1	q2	q4		
q3(f)						X	
q4(f)						X	

- q2 referencia q4;

- marca q4 como útil;

- marca q2 como considerado.

δ	a	b	c	d	e	Útil	Considerado
→q0	q1	q2					
q1		q1	q2		q3		

q2			q1	q2	q4	X	
q3(f)						X	X
q4(f)						X	

- q1 e q0 referenciam q2;

- marca q0 e q1 como úteis;

δ	**a**	**b**	**c**	**d**	**e**	**Útil**	**Considerado**
→q0	q1	q2				X	
q1		q1	q2		q3	X	
q2			q1	q2	q4	X	X
q3(f)						X	X
q4(f)						X	

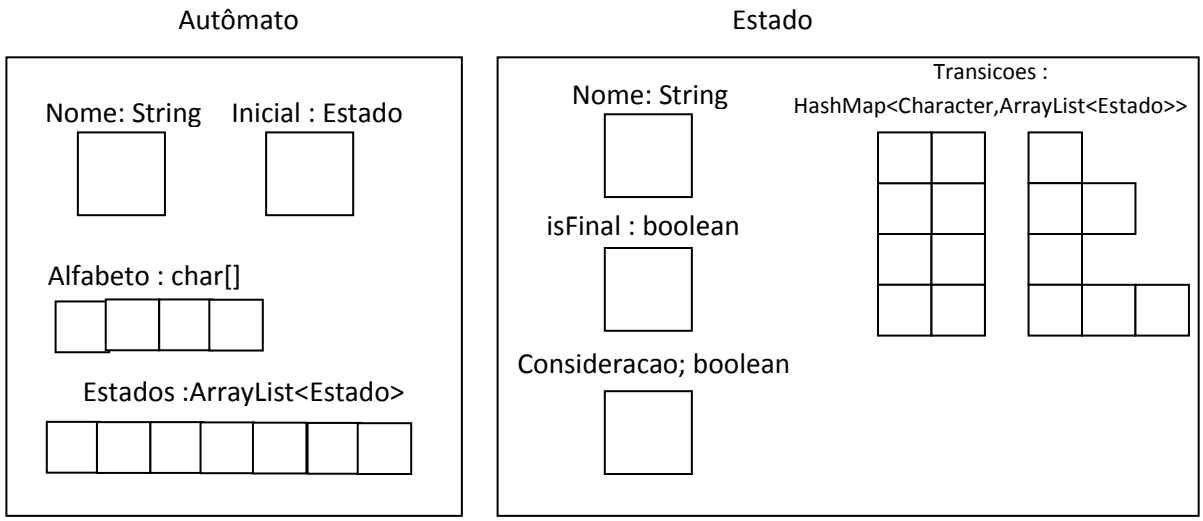
- todos os estados são úteis, portanto podem ser considerados.

δ	**a**	**b**	**c**	**d**	**e**	**Útil**	**Considerado**
→q0	q1	q2				X	X
q1		q1	q2		q3	X	X
q2			q1	q2	q4	X	X
q3(f)						X	X
q4(f)						X	X

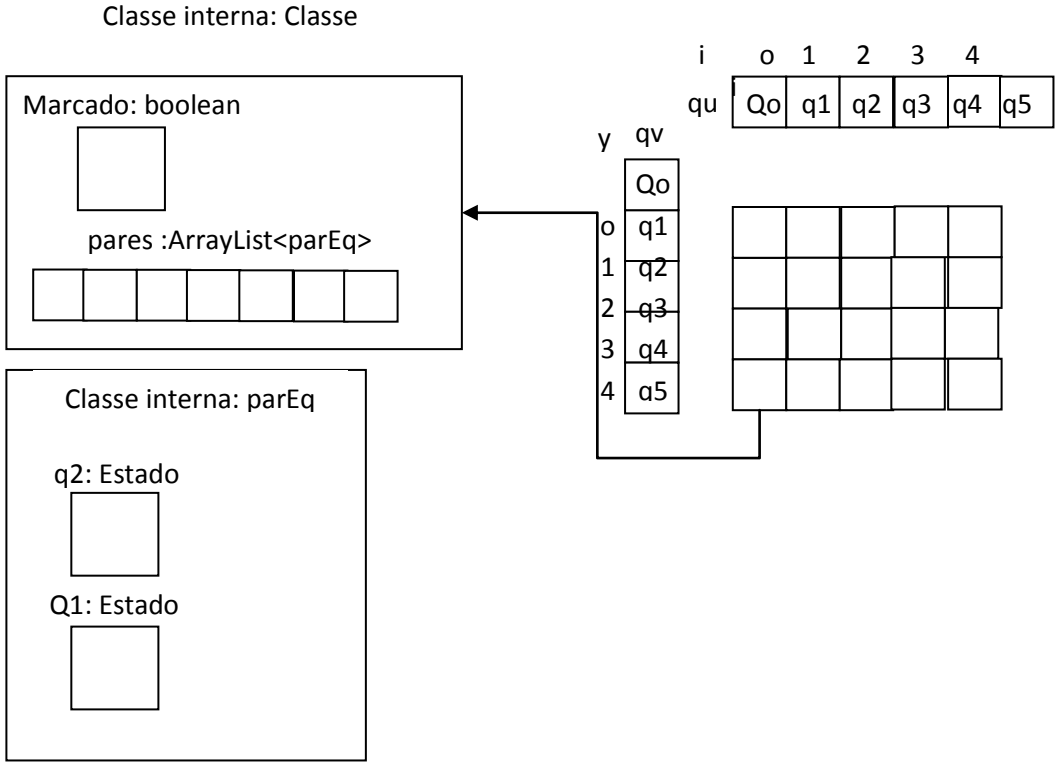
Não há estados inúteis.

Estrutura de dados do projeto

Estrutura do Automato

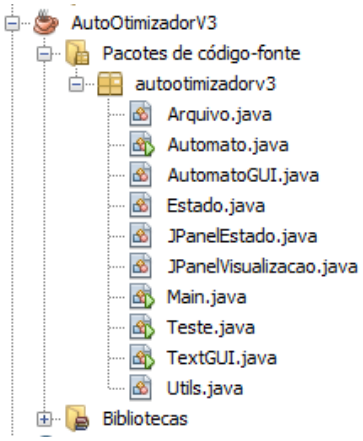


Estrutura da minimização



Código Fonte:

Fontes:



Classe main

```
package autootimizadorv3;

public class Main {
   public static void main(String[] args) {
      new Teste().setVisible(true);
   }
}
```

Classe Teste

```
import java.awt.BorderLayout;

import java.awt.Color;

import java.awt.EventQueue;

import java.awt.event.ActionEvent;

import java.awt.event.ActionListener;

import java.util.Scanner;

import java.util.regex.Matcher;

import java.util.regex.Pattern;

import javax.swing.*;

import javax.swing.border.EmptyBorder;
```

```
public class Teste extends JFrame {

   private JPanel contentPane;

   /**
    * Launch the application.
    */
   public static void main(String[] args) {
      EventQueue.invokeLater(new Runnable() {

         @Override
         public void run() {
            try {
               Teste frame = new Teste();
               frame.setVisible(true);
            } catch (Exception e) {
            }
         }
      });
   }

   private void importar() {
      JFileChooser arquivo = new JFileChooser();
      arquivo.showOpenDialog(null);
      String path = arquivo.getSelectedFile().getAbsolutePath();
      Scanner sc = new Arquivo().readFile(path);
      String automato = "";
      while (sc.hasNext()) {
```

```
            automato += sc.next();
        }
        String iscompleta = "[m|M][1-9]=\\(\\{(q[0-9]*|,)*\\},"
                + "\\{([a-z]|,)*\\},"
                + "\\{(\\(q[0-9]*,([a-z]|E)\\)=\\{?(q[0-9]*|,){1,}\\}?|\\s;\\s|;)*\\}," + //{(q0,a) = q1 ; (q0,b) = q2 ; (q0,E) = {q2,q3} },
                "\\{(q[0-9]*)*\\},"
                + "\\{(q[0-9]*|,)*\\}\\)";
        if (!automato.matches(iscompleta)) {
            JOptionPane.showMessageDialog(null,
                    "Automato de entrada não confere com o padrão.\nDeve seguir o modelo:\n "
                    + "M1=(Estados,Alfabeto,Transições,Estado Inicial,Estados Finais)\n "
                    + "M1=({q0,q1,q2,q3,...},\n"
                    + "{a,b,...},\n"
                    + "{(q0,a)=q1 ; (q0,E)={q2,q3,...} ...},\n"
                    + "{q0},\n"
                    + "{q2,...})\n(Tudo junto, sem quebras de linha.)",
                    "Erro", JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
            return;
        }
        System.out.println("Automato: " + automato);
        new AutomatoGUI(new Automato(automato)).setVisible(true);
    }

    /**
     * Create the frame.
     */
    public Teste() {
```

```
setTitle("Optimizador de Automatos - Vers\u00E3o 3.1");
setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
setBounds(100, 100, 601, 471);
setExtendedState(JFrame.MAXIMIZED_BOTH);

JMenuBar menuBar = new JMenuBar();
setJMenuBar(menuBar);

JMenu mnArquivo = new JMenu("Arquivo");
menuBar.add(mnArquivo);

//JMenuItem mntmNovomodoGrfico = new JMenuItem("Novo (Modo Gr\u00E1fico)");
//mntmNovomodoGrfico.addActionListener(new ActionListener() {
//  @Override
//public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
//  new AutomatoGUI().setVisible(true);
//}
//});
//mnArquivo.add(mntmNovomodoGrfico);

JMenuItem mntmNovomodoTexto = new JMenuItem("Novo (Modo Texto)");
mntmNovomodoTexto.addActionListener(new ActionListener() {

   @Override
   public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
      new TextGUI().setVisible(true);
   }
});
```

```
        mnArquivo.add(mntmNovomodoTexto);

        JSeparator separator = new JSeparator();
        mnArquivo.add(separator);

        JMenuItem mntmImportarArquivo = new JMenuItem("Importar Arquivo");
        mntmImportarArquivo.addActionListener(new ActionListener() {

            @Override
            public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
                importar();
            }
        });
        mnArquivo.add(mntmImportarArquivo);

        contentPane = new JPanel();
        contentPane.setBackground(new Color(100, 149, 237));
        contentPane.setBorder(new EmptyBorder(5, 5, 5, 5));
        contentPane.setLayout(new BorderLayout(0, 0));
        setContentPane(contentPane);
    }
}
```

Classe TesteGUI

```
import java.awt.EventQueue;

import javax.swing.JFrame;
```

```
import javax.swing.JPanel;
import javax.swing.border.EmptyBorder;
import javax.swing.JLabel;
import javax.swing.JOptionPane;
import javax.swing.JTextField;
import javax.swing.JButton;
import java.awt.event.ActionListener;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.util.regex.Matcher;
import java.util.regex.Pattern;

import javax.swing.JTextArea;
import java.awt.Font;

public class TextGUI extends JFrame {

   Automato a = new Automato();
   private AutomatoGUI aa;
   // Componentes Gr_ficos
   private JPanel contentPane;
   private JTextField txtNome;
   private JTextField txtEstados;
   private JTextField txtAlfabeto;
   private JTextField txtEstadosFinais;
   private JTextField txtEstadoInicial;
   private JTextArea txtTransicoes;

   /**
```

```
 * Launch the application.
 */
public static void main(String[] args) {
   EventQueue.invokeLater(new Runnable() {

      public void run() {
         try {
            TextGUI frame = new TextGUI();
            frame.setVisible(true);
         } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
         }
      }
   });
}

/**
 * Create the frame.
 */
public TextGUI() {
   setTitle("Novo Automato - Modo Texto");
   setDefaultCloseOperation(JFrame.HIDE_ON_CLOSE);
   setBounds(100, 100, 524, 290);
   contentPane = new JPanel();
   contentPane.setBorder(new EmptyBorder(5, 5, 5, 5));
   setContentPane(contentPane);
   contentPane.setLayout(null);
```

```
JLabel lblEstados = new JLabel("Estados:");
lblEstados.setBounds(10, 34, 96, 14);
contentPane.add(lblEstados);

JLabel lblAlfabeto = new JLabel("Alfabeto:");
lblAlfabeto.setBounds(10, 62, 96, 14);
contentPane.add(lblAlfabeto);

JLabel lblTransies = new JLabel("Transi\u00E7\u00F5es:");
lblTransies.setBounds(10, 148, 96, 14);
contentPane.add(lblTransies);

JLabel lblEstadosFinais = new JLabel("Estados Finais:");
lblEstadosFinais.setBounds(10, 92, 96, 14);
contentPane.add(lblEstadosFinais);

JLabel lblEstadosIniciais = new JLabel("Estado Inicial:");
lblEstadosIniciais.setBounds(10, 123, 96, 14);
contentPane.add(lblEstadosIniciais);

JLabel lblNomeDoAutomato = new JLabel("Nome do Automato:");
lblNomeDoAutomato.setBounds(10, 10, 129, 14);
contentPane.add(lblNomeDoAutomato);

txtNome = new JTextField();

txtNome.setBounds(141, 7, 36, 20);
contentPane.add(txtNome);
```

```
txtNome.setColumns(10);

txtEstados = new JTextField();
txtEstados.setColumns(10);
txtEstados.setBounds(116, 31, 209, 20);
contentPane.add(txtEstados);

JLabel lblSeparadosPorVirgula = new JLabel("Separados por virgula");
lblSeparadosPorVirgula.setBounds(334, 35, 164, 14);
contentPane.add(lblSeparadosPorVirgula);

txtAlfabeto = new JTextField();
txtAlfabeto.setColumns(10);
txtAlfabeto.setBounds(116, 59, 209, 20);
contentPane.add(txtAlfabeto);

JLabel label = new JLabel("Separados por virgula");
label.setBounds(334, 62, 164, 14);
contentPane.add(label);

txtEstadosFinais = new JTextField();
txtEstadosFinais.setColumns(10);
txtEstadosFinais.setBounds(116, 89, 209, 20);
contentPane.add(txtEstadosFinais);

JLabel label_1 = new JLabel("Separados por virgula");
label_1.setBounds(334, 92, 164, 14);
contentPane.add(label_1);
```

```
        txtEstadoInicial = new JTextField();
        txtEstadoInicial.setColumns(10);
        txtEstadoInicial.setBounds(116, 120, 30, 20);
        contentPane.add(txtEstadoInicial);

        JLabel lblModeloestadosimboloestado = new JLabel("Modelo: (estado,simbolo)=estado ; ou
(estado,simbolo)={estado1,estado2,...}  ;");
        lblModeloestadosimboloestado.setBounds(65, 194, 399, 14);
        contentPane.add(lblModeloestadosimboloestado);

        JButton btnCriarAutomato = new JButton("Criar Automato");
        btnCriarAutomato.addActionListener(new ActionListener() {

            public void actionPerformed(ActionEvent e) {
                if (!validar()) {
                    return;
                }
                capturarDados();
                if (aa != null) {
                    if (aa.isVisible()) {
                        aa.dispose();
                    }
                }
                aa = new AutomatoGUI(a);
                aa.setVisible(true);
            }
        });
```

```
        btnCriarAutomato.setBounds(369, 225, 129, 23);
        contentPane.add(btnCriarAutomato);

        txtTransicoes = new JTextArea();
        txtTransicoes.setFont(new Font("Arial", Font.PLAIN, 11));
        txtTransicoes.setColumns(1);
        txtTransicoes.setRows(5);
        txtTransicoes.setBounds(10, 163, 488, 20);
        contentPane.add(txtTransicoes);

        //teste inicial
        txtNome.setText("M2");
        txtEstados.setText("q0,q1,q2,q3,q4");
        txtEstadosFinais.setText("q2,q3");
        txtAlfabeto.setText("a,b,c");
        txtEstadoInicial.setText("q0");
        txtTransicoes.setText("(q0,a)=q1 ; (q0,b)=q2 ; (q0,E)={q2,q3} ; (q2,c)={q3,q1} ; (q3,a)=q4;");
    }

    private boolean validar() {
        if ("".equals(txtNome.getText())) {
            JOptionPane.showMessageDialog(null, "Entre com o Nome do Automato:", "Aten__o!",
JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
            return false;
        }
        if ("".equals(txtEstados.getText())) {
            JOptionPane.showMessageDialog(null, "Entre com os Estados do Automato:", "Aten__o!",
JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
```

```
            return false;
        }
        if ("".equals(txtAlfabeto.getText())) {
            JOptionPane.showMessageDialog(null, "Entre com o Alfabeto do Automato:", "Aten__o!",
JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
            return false;
        }
        if ("".equals(txtEstadosFinais.getText())) {
            JOptionPane.showMessageDialog(null, "Entre com os Estados Finais do Automato:", "Aten__o!",
JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
            return false;
        }
        if ("".equals(txtEstadoInicial.getText())) {
            JOptionPane.showMessageDialog(null, "Entre com o Estado inicial do Automato:", "Aten__o!",
JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
            return false;
        }
        if ("".equals(txtTransicoes.getText())) {
            JOptionPane.showMessageDialog(null, "Entre com as transi__es do Automato:", "Aten__o!",
JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
            return false;
        }
        return true;

    }

    private void capturarDados() {
        //cria__o do nome
        a.setNome(txtNome.getText());
```

```
//cria__o do alfabeto
char[] alfabeto = txtAlfabeto.getText().replaceAll(",", "").toCharArray();
a.setAlfabeto(alfabeto);

//cria__o dos estados
String[] estados = txtEstados.getText().split(",");
for (String s : estados) {
   a.addEstado(s);
}

//setando estados finais
estados = txtEstadosFinais.getText().split(",");
for (String s : estados) {
   a.turnFinal(s);
}

//setando estado inicial
Matcher m = Pattern.compile("q[0-9]").matcher(txtEstadoInicial.getText());
while (m.find()) {
   a.setInicial(m.group());
}


//setando transi__es
String transicoes = txtTransicoes.getText();
String patt = "\\(q[0-9],([a-z]|E)\\)=\\{?(q[0-9]|,){1,}\\}?"; //captura: (q0,b) = q2 ou (q0,E) = {q2,q3}
m = Pattern.compile(patt).matcher(transicoes);
```

```
        String estadoOrigem = "", simbolo = "", transicao = "";
        String[] estadosDestinos = estados;
        Matcher subm;
        while (m.find()) {
           transicao = m.group(); //(qu,a)={qv,qn,qm,...}
           subm = Pattern.compile("\\(q[0-9],").matcher(transicao); //captura o estado origem
           while (subm.find()) {
              estadoOrigem = subm.group().replaceAll("\\(|,", "");
           }
           subm = Pattern.compile("([a-z]|E)\\)").matcher(transicao); //captura o estado origem
           while (subm.find()) {
              simbolo = subm.group().replaceAll("\\)", "");
           }
           subm = Pattern.compile("=\\{?(q[0-9]|,){1,}\\}?").matcher(transicao); //captura o estado origem
           while (subm.find()) {
              estadosDestinos = subm.group().replaceAll("\\)|=|\\{|\\}", "").split(",");
           }
           a.newTransicao(estadoOrigem, simbolo, estadosDestinos);
        }



        System.out.println(a);
     }
}
```

Classe AutomatoGUI

```
import java.awt.Color;
import java.awt.Scrollbar;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.event.ActionListener;
import java.awt.event.MouseAdapter;
import java.awt.event.MouseEvent;
import javax.swing.*;
import javax.swing.border.EmptyBorder;
import javax.swing.border.LineBorder;
import javax.swing.border.TitledBorder;
import javax.swing.table.DefaultTableModel;

public final class AutomatoGUI extends JFrame {

   public Automato a;
   private Estado atual = new Estado("");
   boolean criarInicial; // flag para verificar se _ possivel criar um inicial, ou se j_ existe um
   //componentes gr_ficos
   private JPanel contentPane;
   private JTable tblTrans;
   private JComboBox cbAlfabeto;
   private JCheckBox isfinal;
   private JComboBox cbEstadosDestinos;
   private JCheckBox cbisFinal;
   private JButton btnExcluir;
   private JButton btnNovo;
   private JTable tblEstados;
   private JPanel panel_3;
```

```
    private JButton btnNova;
    private JButton btnRemover;
    private JPanel panel_4;
    private JLabel lblModeloDoAutomato;
    private JTextArea textArea;
    private JPanelVisualizacao painelView;
    private JLabel lblNewLabel;

    public AutomatoGUI() {
        this.a = new Automato();
        initComponents();
        refresh();
        //caso o automato n_o seja criado antes dessa tela, o variavel criarInicial d_ permissoa a cria__o de
um estado inicial
        criarInicial = true;
    }

    public AutomatoGUI(Automato a) {
        this.a = a;
        this.setExtendedState(JFrame.MAXIMIZED_BOTH);
        initComponents();
        refresh();
        //caso o automatoj_ venha pr_ estabelecido, n_o permite a cria__o de um estdo inicial
        criarInicial = false;
        refreshEstados();
    }

    protected void refreshEstados() {
```

```
        //adiciona os estados na visualiza__o
        painelView.removeAll();
        for (Estado e : a.getEstados()) {
            //um objeto painelestado _ criado, ele _ um circulo  que representa um estado, ao final, todos
eles s_o colocados em um painelVisualiza__o
            JPanelEstado p = new JPanelEstado(e, this); //cria a visualiza__o gr_fica
            //colocam o visualizador no painel
            painelView.add(p);
            painelView.repaint();
        }
    }

    //atualiza os dados gerias do automato
    protected void refresh() {
        //modelo de combobox para os estados existentes
        DefaultComboBoxModel<Estado> modelcb = new DefaultComboBoxModel<>();
        //modelo para a tabela de estados
        Object[][] o = new Object[a.getEstados().size()][2];
        int i = 0; //variavel para indicar a posi__o da linha na matriz
        for (Estado e : a.getEstados()) {
            modelcb.addElement(e);
            // se for incinicial aparece ->, se for final aparece (F), se for ambos, (F)->
            o[i][0] = (e.isFinal() ? "(f)" : "") + "" + (e.equals(a.getInicial()) ? "->" : "");
            o[i][1] = e.getNome();
            i++;
        }
        cbEstadosDestinos.setModel(modelcb);
        tblEstados.setModel(new DefaultTableModel(o, new String[]{"", ""}));
```

```
    //modelo para combox de simbolos do alfabeto
    DefaultComboBoxModel modelsim = new DefaultComboBoxModel();
    modelsim.addElement('E');
    for (char c : a.getAlfabeto()) {
        modelsim.addElement(c);
    }
    cbAlfabeto.setModel(modelsim);

    //atualiza o modelo texto do automato
    textArea.setText(a.toString());
    //atualiza o modelo gr_fico do automato
    painelView.repaint();
}

//atualiza os dados das transi__es do estado selecionado
protected void refreshTrans() {
    if (atual == null) {
        return;  //n_o executa se o estado atual for nulo
    }
    Object[][] o = new Object[atual.transicoes.size()][2];
    int i = 0;
    for (char c : atual.getTransicoes().keySet()) {
        o[i][0] = c;
        o[i][1] = atual.getTransicoes().get(c);
        i++;
    }
    tblTrans.setModel(new DefaultTableModel(o, new String[]{"Simbolo", "Estado(s) Destino(s)"}));
```

```
    //atualiza o modelo texto do automato
    textArea.setText(a.toString());
    //atualiza o modelo gr_fico do automato
    painelView.repaint();
}

//chamado no evento do bot_o novo
private void novoEstado() {
    Estado novo = new Estado(isfinal.isSelected(), ("q" + a.getEstados().size()));
    a.getEstados().add(novo);
    if (criarInicial) {  //seta como inicial se for inicial
        a.setInicial(novo.getNome());
        criarInicial = false; //n_o deixa mais criar estados iniciais
    }
    JPanelEstado p = new JPanelEstado(novo, this); //cria a visualiza__o gr_fica
    //colocam o visualizador no painel
    painelView.add(p);
    painelView.repaint();
    refresh();
}

public void selecionaEstadoAtual(Estado e) {
    if (e == null) {
        return; //n_o executa se o novo estado for nulo
    }
    atual = e; //atualiza o estado atual
    lblNewLabel.setText("Detalhes de : " + atual.getNome()); //atualiza o seu nome
    cbisFinal.setSelected(atual.isFinal()); //atualiza se _ inicial
```

```
    refreshTrans();
}

public Estado getEstadoAtual() {
    return atual;
}

private void turnFinal() {
    if (atual == null) {
        return;  //n_o executa se o estado atual for nulo
    }
    atual.setFinal(cbisFinal.isSelected()); //torna final o estado atual
    refresh();
}

private void excluirEstado() {
    if (a.getInicial().equals(atual)) {
        return; //n_o deixa excluir se for inicial
    }
    a.deletarEstado(atual.getNome());  //deleta estado atual
    refreshEstados();
    refresh();
    refreshTrans();
}

private void novaTransicao() {
    if (atual == null) {
        return;  //n_o executa se o estado atual for nulo
```

```
        }

        Character c = (Character) cbAlfabeto.getSelectedItem(); //pega o simbolo a ser usado

        String estadoDestino = ((Estado) cbEstadosDestinos.getSelectedItem()).getNome(); //pega o nome
do estado a ser usado

        if(a.newTransicao(atual.getNome(), c + "", estadoDestino)){ //cria a nova transi__o

            refresh();

            refreshTrans();

        }

    }


    private void removerTransicao() {

        if (atual == null) {

            return;  //n_o executa se o estado atual for nulo

        }

        if (tblTrans.getSelectedRow() == -1) {

            return; //se n_o houve uma sele__o efetiva, n_o executa

        }               // deleta a transi__o

        atual.getTransicoes().remove((Character)
atual.getTransicoes().keySet().toArray()[tblTrans.getSelectedRow()]);

        // pega o simbolo-chave do array de chaves conforme o indice da linha selecionada da tabela


        refreshTrans();

    }


    private void minimizarAutomato() {

        a.minimizar(); //minimiza

        //atualiza a tela

        atual = a.getInicial();
```

```
        refreshEstados();
        refresh();
        refreshTrans();
    }

    public void initComponents() {
        setDefaultCloseOperation(JFrame.HIDE_ON_CLOSE);
        setBounds(100, 100, 902, 597);
        contentPane = new JPanel();
        contentPane.setBorder(new EmptyBorder(5, 5, 5, 5));
        setContentPane(contentPane);
        contentPane.setLayout(null);

        panel_4 = new JPanel();
        panel_4.setBorder(new TitledBorder(new LineBorder(new Color(0, 0, 0)), "Geral",
TitledBorder.LEFT, TitledBorder.TOP, null, null));
        panel_4.setBounds(10, 11, 426, 236);
        contentPane.add(panel_4);
        panel_4.setLayout(null);

        lblModeloDoAutomato = new JLabel("Defini\u00E7\u00E3o do Automato:");
        lblModeloDoAutomato.setBounds(10, 47, 125, 14);
        panel_4.add(lblModeloDoAutomato);

        JScrollPane scrollPane_2 = new JScrollPane();
        scrollPane_2.setHorizontalScrollBarPolicy(ScrollPaneConstants.HORIZONTAL_SCROLLBAR_ALWAYS);
        scrollPane_2.setBounds(10, 72, 406, 124);
        panel_4.add(scrollPane_2);
```

```
textArea = new JTextArea();
textArea.setColumns(100);
scrollPane_2.setColumnHeaderView(textArea);
textArea.setAutoscrolls(true);
textArea.setRows(9);

JButton btnMinimizar = new JButton("Minimizar");
btnMinimizar.addActionListener(new ActionListener() {

   @Override
   public void actionPerformed(ActionEvent arg0) {
      minimizarAutomato();
   }
});
btnMinimizar.setBounds(10, 207, 104, 23);
panel_4.add(btnMinimizar);

JPanel panel = new JPanel();
panel.setBounds(10, 15, 250, 25);
panel_4.add(panel);
panel.setBorder(null);
panel.setLayout(null);

JLabel lblNome = new JLabel("Criar estado:");
lblNome.setBounds(10, 5, 82, 14);
panel.add(lblNome);
lblNome.setHorizontalAlignment(SwingConstants.CENTER);
```

```
        isfinal = new JCheckBox("Final");
        isfinal.setBounds(98, 1, 56, 23);
        panel.add(isfinal);

        btnNovo = new JButton("Novo");
        btnNovo.setBounds(160, 1, 73, 23);
        panel.add(btnNovo);
        btnNovo.addActionListener(new ActionListener() {

            @Override
            public void actionPerformed(ActionEvent e) {
                novoEstado();
            }
        });

        JPanel panel_5 = new JPanel();
        panel_5.setBorder(new TitledBorder(new LineBorder(new Color(0, 0, 0)),
"Visualiza\u00E7\u00E3o", TitledBorder.LEADING, TitledBorder.TOP, null, null));
        panel_5.setBounds(10, 258, 1310, 390);
        contentPane.add(panel_5);
        panel_5.setLayout(null);

        painelView = new JPanelVisualizacao(this);
        painelView.setBounds(10, 22, 1290, 357);
        panel_5.add(painelView);

        JPanel panel_2 = new JPanel();
```

```
panel_2.setBounds(558, 11, 314, 251);
contentPane.add(panel_2);
panel_2.setLayout(null);

lblNewLabel = new JLabel("Detalhes de ");
lblNewLabel.setBounds(10, 11, 152, 14);
panel_2.add(lblNewLabel);

cbisFinal = new JCheckBox("Final");
cbisFinal.addMouseListener(new MouseAdapter() {

   @Override
   public void mouseClicked(MouseEvent arg0) {
      turnFinal();
   }
});
cbisFinal.setBounds(168, 7, 60, 23);
panel_2.add(cbisFinal);

btnExcluir = new JButton("Excluir");
btnExcluir.addActionListener(new ActionListener() {

   @Override
   public void actionPerformed(ActionEvent e) {
      excluirEstado();
   }
});
btnExcluir.setBounds(231, 7, 73, 23);
```

```
        panel_2.add(btnExcluir);


        panel_3 = new JPanel();
        panel_3.setBorder(new TitledBorder(new LineBorder(new Color(0, 0, 0)), "Transi\u00E7\u00F5es",
TitledBorder.LEADING, TitledBorder.TOP, null, null));
        panel_3.setBounds(10, 36, 294, 204);
        panel_2.add(panel_3);
        panel_3.setLayout(null);

        JLabel lblSimbolo = new JLabel("Simbolo:");
        lblSimbolo.setBounds(10, 29, 96, 14);
        panel_3.add(lblSimbolo);

        cbAlfabeto = new JComboBox();
        cbAlfabeto.setBounds(122, 26, 49, 20);
        panel_3.add(cbAlfabeto);

        JLabel lblEstadosDestinos = new JLabel("Estados Destinos:");
        lblEstadosDestinos.setBounds(10, 57, 96, 14);
        panel_3.add(lblEstadosDestinos);

        cbEstadosDestinos = new JComboBox();
        cbEstadosDestinos.setBounds(122, 54, 49, 20);
        panel_3.add(cbEstadosDestinos);

        JScrollPane scrollPane_1 = new JScrollPane();
        scrollPane_1.setBounds(10, 82, 274, 111);
        panel_3.add(scrollPane_1);
```

```
tblTrans = new JTable();
scrollPane_1.setViewportView(tblTrans);

btnNova = new JButton("Nova");
btnNova.addActionListener(new ActionListener() {

   @Override
   public void actionPerformed(ActionEvent e) {
      novaTransicao();
   }
});
btnNova.setBounds(181, 25, 89, 23);
panel_3.add(btnNova);

btnRemover = new JButton("Remover");
btnRemover.addActionListener(new ActionListener() {

   @Override
   public void actionPerformed(ActionEvent e) {
      removerTransicao();
   }
});
btnRemover.setBounds(181, 53, 89, 23);
panel_3.add(btnRemover);

JPanel panel_1 = new JPanel();
```

```
        panel_1.setBorder(new TitledBorder(new LineBorder(new Color(0, 0, 0)), "Estados",
TitledBorder.LEADING, TitledBorder.TOP, null, null));
        panel_1.setBounds(446, 11, 102, 236);
        contentPane.add(panel_1);
        panel_1.setLayout(null);


        JScrollPane scrollPane = new JScrollPane();
        scrollPane.setBounds(10, 26, 82, 199);
        panel_1.add(scrollPane);


        tblEstados = new JTable();
        scrollPane.setViewportView(tblEstados);
        tblEstados.addMouseListener(new MouseAdapter() {


          @Override
          public void mouseClicked(MouseEvent arg0) {
             selecionaEstadoAtual(a.getEstados().get(tblEstados.getSelectedRow()));
          }
        });
        tblEstados.setAutoscrolls(true);
        tblEstados.add(new Scrollbar());
    }
}
```

Classe Arquivo

```
/*
 * To change this template, choose Tools | Templates
 * and open the template in the editor.
 */
```

```
import java.io.File;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.util.Formatter;
import java.util.Scanner;

/**
 *
 * @author Lucas
 */
public class Arquivo {


        private Formatter output;
        private Scanner input;

        public void openFile(String url){
          try{
            output = new Formatter(url);
          }catch ( SecurityException securityException ){
            System.out.println("Você não tem permissão de escrita em "+url);
            System.exit( 1 );
          }catch ( FileNotFoundException filesNotFoundException ){
                System.out.println( "Arquivo não encontrado.");
            System.exit( 1 );
          }
        }
```

```
public Scanner readFile(String url){
  try{
    return input = new Scanner( new File(url) );
  }catch ( SecurityException securityException ){
        System.out.println("Você não tem permissão de leitura em "+url);
    System.exit( 1 );
  }catch ( FileNotFoundException filesNotFoundException ){
        System.out.println( "Arquivo não encontrado.");
    System.exit( 1 );
  }
  return null;
}

 public void closeFile() {
    if (input != null) input.close();
    if (output != null) output.close();
 }

 public Formatter getOutput() {
    return output;
 }

 public void setOutput(Formatter output) {
    this.output = output;
 }


}
```

Classe JPanelEstado

```
import java.awt.*;

import java.awt.geom.Ellipse2D;

import java.awt.geom.Line2D;


//representa o estado

public class JPanelEstado extends javax.swing.JPanel {


    private boolean isInicial;  //representa se o estado _ inicial

    private Estado estado;      //o proprio estado

    private int larguraFlecha;  //variavel auxiliar para a largura flecha que muda de acordo com o estado ser incial ou n_o.

    private boolean clicado;    // flag para indicar se o estado est_ selecionado

    private AutomatoGUI janelaPrincipal;


    public JPanelEstado(Estado estado, AutomatoGUI janelaPrincipal) {

        this.isInicial = janelaPrincipal.a.getInicial().equals(estado);

        this.estado = estado;

        this.janelaPrincipal = janelaPrincipal;

        larguraFlecha = isInicial ? 20 : 0; //se o estado for inicial, a largura será 20, senão 0

        setSize(new Dimension(50 + larguraFlecha, 50)); //a tamanho do painel _ dado pelo tamanho do circulo do estado mais o da flecha

        setBackground(new Color(0, 0, 0, 0));

        initComponents();

    }


    private void initComponents() {

        addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
```

```
        public void mousePressed(java.awt.event.MouseEvent evt) {
            formMousePressed(evt);
        }

        public void mouseReleased(java.awt.event.MouseEvent evt) {
            formMouseReleased(evt);
        }
    });
    addMouseMotionListener(new java.awt.event.MouseMotionAdapter() {

        public void mouseDragged(java.awt.event.MouseEvent evt) {
            formMouseDragged(evt);
        }
    });
    javax.swing.GroupLayout layout = new javax.swing.GroupLayout(this);
    this.setLayout(layout);

layout.setHorizontalGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING).addGap(0, 400, Short.MAX_VALUE));

layout.setVerticalGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING).addGap(0, 300, Short.MAX_VALUE));
  }

  //evento que move o estado ao ser arrastado pelo painel
  private void formMouseDragged(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    if (getParent() != null) {
      //seta a localiza__o do estado enquanto _ arrastado
```

```
int x = (int) getParent().getMousePosition().getX() - getWidth() / 2;
int y = (int) getParent().getMousePosition().getY() - getHeight() / 2;

//limite direito (x mais do que o painel)
if (getX() + getWidth() > getParent().getWidth()) {
   x = getParent().getWidth() - getWidth() - 10;
}
//limite esquerdo x negativo
if (getX() < 0) {
   x = 0;
}
//limite inferior (y mais do que o painel)
if (getY() + getHeight() > getParent().getHeight()) {
   y = getParent().getHeight() - getHeight() - 2;
}
//limite superior y negativo
if (getY() < 0) {
   y = 0;
}
estado.setXCentral(x);
estado.setYCentral(y);
setLocation(x, y);

// coordenadas para desenho das transi__es enquanto ele _ arrastado
if (isInicial) {
   estado.setXCentral(x + (larguraFlecha / 2) + (getWidth() / 2));
   estado.setYCentral(y + (getHeight() / 2));
} else {
```

```
            estado.setXCentral(x + (getWidth() / 2));
            estado.setYCentral(y + (getHeight() / 2));
        }



        // repinta o container pai, fazendo com as transi__es sejam desenhadas
        getParent().repaint();

    }
}

//evento que seleciona o estado clicado
private void formMousePressed(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    janelaPrincipal.selecionaEstadoAtual(estado); //faz com que o estado clicado seja o atual na janela principal
    clicado = true; //mostra que ele esta sendo clicado
    repaint();
}

//evento que o estado _ solto
private void formMouseReleased(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    clicado = false;
    repaint();
}

@Override
protected void paintComponent(Graphics g) {
```

```
super.paintComponent(g);

Graphics2D g2d = (Graphics2D) g;
g2d.setRenderingHint(RenderingHints.KEY_ANTIALIASING, RenderingHints.VALUE_ANTIALIAS_ON);



//se estiver clicado, a cor do fundo do automato se altera
g2d.setPaint(clicado ? new Color(220, 245, 255) : Color.WHITE);
//desenha o fundo
g2d.fill(new Ellipse2D.Double(larguraFlecha, 0,
                    this.getWidth() - larguraFlecha, getHeight()));
//se estiver clicado, a cor da borda do automato se altera
g2d.setPaint(clicado ? new Color(0, 102, 153) : Color.BLACK);
//desenha a borda
g2d.draw(new Ellipse2D.Double(larguraFlecha, 0,
                    this.getWidth() - (larguraFlecha + 1), getHeight() - 1));
setLocation(estado.getXCentral() - getWidth() / 2,
        estado.getYCentral() - getHeight() / 2);
//se for incial, haver_ um desenho, o da seta que represneta o estado incial
if (isInicial) {
   g2d.draw(new Line2D.Double(0, getHeight() / 2,
                    larguraFlecha, getHeight() / 2));
   g2d.draw(new Line2D.Double(larguraFlecha - 5, (getHeight() / 2) - 5,
                    larguraFlecha, getHeight() / 2));
   g2d.draw(new Line2D.Double(larguraFlecha - 5, (getHeight() / 2) + 5,
                    larguraFlecha, getHeight() / 2));
}
```

```
        //se for final, haverá um outro circulo concentrico representando o estado final
        if (estado.isFinal()) {
            g2d.draw(new Ellipse2D.Double(larguraFlecha + 5, 5,
                                this.getWidth() - (larguraFlecha + 11), getHeight() - 11));
        }
        //por ultimo o nome do estado
        FontMetrics fm = g2d.getFontMetrics();
        g2d.drawString(estado.getNome(),
              (larguraFlecha + getWidth() - fm.stringWidth(estado.getNome()))/ 2,
              (getHeight() / 2) + (fm.getHeight() / 3));

    }
}
```

Classe JPanelVisualizacao

```
import java.awt.*;
import java.awt.geom.Arc2D;
import java.awt.geom.Ellipse2D;
import java.awt.geom.Line2D;
import java.awt.geom.Rectangle2D;

//painel de visualiza__o que guarda os estados EstOrigem suas transi__o graficamente
public class JPanelVisualizacao extends javax.swing.JPanel {

    private AutomatoGUI janelaPrincipal; //referencia a janela principal

    public JPanelVisualizacao(AutomatoGUI janelaPrincipal) {
```

```
        initComponents();
        setBackground(Color.WHITE);
        this.janelaPrincipal = janelaPrincipal;
    }

    private void initComponents() {
        addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {

            @Override
            public void mousePressed(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                formMousePressed(evt);
            }
        });
        setLayout(null);
    }

    //evento quando o painel for clicado
    private void formMousePressed(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        janelaPrincipal.selecionaEstadoAtual(null); //nenhum estado é selecionado
        repaint();
    }

    @Override
    protected void paintComponent(Graphics g) {
        super.paintComponent(g);
        Graphics2D g2d = (Graphics2D) g; //objeto grafico que desenha o painel
        g2d.setRenderingHint(RenderingHints.KEY_ANTIALIASING, RenderingHints.VALUE_ANTIALIAS_ON);
// liga o antialiasing
```

```
g2d.setPaint(Color.BLACK); //cor preta como padrão para as linhas
FontMetrics fm = g2d.getFontMetrics(); //objeto usado para os caracteres escritos
g2d.draw(new Rectangle2D.Double(0, 0, getWidth() - 1, getHeight() - 1)); //desenha o fundo do painel


//desenha a seleção, quando um estado for clicado ele fica com um efeito atrás
if (janelaPrincipal.getEstadoAtual() != null) { //apenas é selecionado se não for nulo
   g2d.setPaint(new Color(255, 204, 204));   //seleciona a cor da seleção
   //desenha a elipse que da o efeito ao estado selecionado
   double decr = janelaPrincipal.a.isInicial(janelaPrincipal.getEstadoAtual())?  19 : 29;
   g2d.fill(new Ellipse2D.Double(
         janelaPrincipal.getEstadoAtual().getXCentral() - decr,
         janelaPrincipal.getEstadoAtual().getYCentral() - 29,
         58, 58));
}

g2d.setPaint(Color.BLACK); //retorna a cor original

//Desenha as transições entre estados para cada estado do automato
int flagSimbol=0;
//flag simbol é usada para não permitir um caracter em cima de outro no desenho.
for (Estado EstOrigem : janelaPrincipal.a.getEstados()) {

   //Dois tipos de transições possiveis:
   //Entre dois estados diferentes : ele desenha uma reta
   //Para si proprio: Ele desenha um arco
```

```
        flagSimbol=0;
        for (Character c : EstOrigem.transicoes.keySet()) {
           for (Estado EstDestino : EstOrigem.transicoes.get(c)) {
              // se estado origem EstOrigem EstDestino s_o diferentes, tra_a a reta
              if (!EstDestino.equals(EstOrigem)) {
                 // -- desenha a linha de ligação  (xO,yO)-(xD,yD)
                 g2d.draw(new Line2D.Double(EstOrigem.getXCentral(), EstOrigem.getYCentral(),
                                    EstDestino.getXCentral(), EstDestino.getYCentral()));
                 // -- desenha o símbolo da ligação
                 //versão atual
                 //simbolo é posicionado de acordo com o mapa de posições - vide documentação
                 float xs = EstOrigem.getXCentral() ,  ys = EstOrigem.getYCentral();
                 double raiox = 30, raioy = 30;
                 xs = (float) ((EstOrigem.getXCentral()<EstDestino.getXCentral()) ? xs+raiox : xs-raiox);
                 ys = (float) ((EstOrigem.getYCentral()<EstDestino.getYCentral()) ? ys+raioy : ys-raioy);
                 if(EstOrigem.getYCentral()==EstDestino.getYCentral()) ys = EstOrigem.getYCentral() ;
                 if(EstOrigem.getXCentral()==EstDestino.getXCentral()) xs = EstOrigem.getXCentral() ;
                 g2d.drawString(c + "",xs+flagSimbol,ys);
                //--Desenho das setas das retas
                 // gera a hipotenusa
                 double h = Utils.gerarHipotenusa(EstOrigem.getXCentral(), EstOrigem.getYCentral(),
                                       EstDestino.getXCentral(), EstDestino.getYCentral());
                 // gera o grau relativo entre os estados, para rotacionar a ponta da flecha
                 double gr = Utils.obtemGrauRelativoJava(EstOrigem.getXCentral(),
EstOrigem.getYCentral(),
                                          EstDestino.getXCentral(), EstDestino.getYCentral());
                 // calcula o x e y do inicio da flecha
                 // sendo que h deve ser subtraido do raio do estado que no caso
```

```
                // é 25, pois a flecha deve ser desenhada na borda do estado
                double x = (h - 25) * Math.cos(Math.toRadians(gr));
                double y = (h - 25) * Math.sin(Math.toRadians(gr));
                // rotaciona a ponta da flecha
                Graphics2D g2df = (Graphics2D) g2d.create(); // cria um novo Graphics a partir do original
                g2df.translate(x + EstOrigem.getXCentral(), y + EstOrigem.getYCentral()); // faz a
transla__o para a coordenada que deve ser a origem
                g2df.rotate(Math.toRadians(gr)); // rotaciona usando o grau relativo
                // desenha a flecha
                g2df.draw(new Line2D.Double(0, 0, -5, -5));
                g2df.draw(new Line2D.Double(0, 0, -5, 5));
                // libera o graphics, n_o sendo necess_rio voltar a transla__o nem a rota__o
                g2df.dispose();
            } else {
                // caso contr_rio, desenha arco
                g2d.draw(new Ellipse2D.Double(EstOrigem.getXCentral(), EstOrigem.getYCentral() - 40, 30,
30));
                // desenha a flecha
                g2d.draw(new Line2D.Double(EstOrigem.getXCentral() + 21, EstOrigem.getYCentral() - 11,
EstOrigem.getXCentral() + 30, EstOrigem.getYCentral() - 11));
                g2d.draw(new Line2D.Double(EstOrigem.getXCentral() + 22, EstOrigem.getYCentral() - 11,
EstOrigem.getXCentral() + 21, EstOrigem.getYCentral() - 20));
                // desenha o s_mbolo da liga__o
                g2d.drawString(c + "", EstOrigem.getXCentral() + 15 +flagSimbol, EstOrigem.getYCentral() -
45);
            }
            flagSimbol+=6;

        }
    }
```

```
        }


    }
}
```

Classe Utils

```
public class Utils {


    public static double gerarHipotenusa(double x1, double y1, double x2, double y2 ) {
        double x = Math.abs( x1 - x2 );
        double y = Math.abs( y1 - y2 );
        return Math.sqrt( Math.pow( x, 2 ) + Math.pow( y, 2 ) );


    }


    // para sistema carteziano normal
    private static int detectarQuadrante(double x1, double y1, double x2, double y2 ) {
        if ( x2 >= x1 && y2 >= y1 ) return 1;
        if ( x2 <  x1 && y2 >  y1 ) return 2;
        if ( x2 <= x1 && y2 <= y1 ) return 3;
        return 4;
    }
```

```
private static int gerarIncrementoAngulo(double x1, double y1,double x2, double y2 ) {
   int q = detectarQuadrante( x1, y1, x2, y2 );
   switch(q){
      case 1: return 0;
      case 2: return 90;
      case 3: return 180;
      default: return 270;
   }
}

//inutil, ocorre um erro - vide explicação na documentação.
public static double obtemGrauRelativo(double x1, double y1,double x2, double y2 ) {
   double x = Math.abs(x1-x2);
   double y = Math.abs(y1-y2);
   return gerarIncrementoAngulo( x1, y1, x2, y2 ) + Math.toDegrees( Math.atan2( y, x ) );
}

// adaptado, erro concertado aplicando uma adptação nos 2º e 4º quadrantes
public static double obtemGrauRelativoJava(double x1, double y1, double x2, double y2 ) {
   double x = Math.abs(x1-x2);
   double y = Math.abs(y1-y2);
   double ang = Math.toDegrees( Math.atan2( y, x ) );
   int incr = gerarIncrementoAngulo( x1, y1, x2, y2 );
   if ( incr == 90 || incr == 270 ) ang = 90 - ang;
   return incr + ang;

}
```

}

Classe Estado

```
import java.util.ArrayList;

import java.util.HashMap;


public class Estado {


	private boolean isFinal;

	private String nome;

	private boolean consideracao; //usado para os algoritmos de elimina__o de estados inuteis e inacessiveis

	// q: (a => qo,q1,...),(b => qo,q1,...),(c => qo,q1,...)...

	HashMap<Character,ArrayList<Estado>> transicoes = new HashMap<>();


	private int xCentral,yCentral;


	public Estado(String nome) {

		super();

		this.nome = nome;

		isFinal = false;

		consideracao = false;

	}


	public Estado(boolean isFinal, String nome) {
```

```
            super();
            this.nome = nome;
            this.isFinal = isFinal;
            consideracao = false;
        }

@Override
        public String toString(){
            return nome;
        }

        @Override
        public int hashCode() {
            final int prime = 31;
            int result = 1;
            result = prime * result + ((nome == null) ? 0 : nome.hashCode());
            return result;
        }

        @Override
        public boolean equals(Object obj) {
            if (this == obj)
                return true;
            if (obj == null)
                return false;
            if (getClass() != obj.getClass())
                return false;
            Estado other = (Estado) obj;
```

```
		if (nome == null) {
			if (other.nome != null)
				return false;
		} else if (!nome.equals(other.nome))
			return false;
		return true;
	}

	public boolean isFinal() {
		return isFinal;
	}

	public void setFinal(boolean isFinal) {
		this.isFinal = isFinal;
	}

	public String getNome() {
		return nome;
	}

	public void setNome(String nome) {
		this.nome = nome;
	}

	public boolean isConsideracao() {
		return consideracao;
	}
```

```
public void setConsideracao(boolean consideracao) {
	this.consideracao = consideracao;
}

public HashMap<Character, ArrayList<Estado>> getTransicoes() {
	return transicoes;
}

public void setTransicoes(HashMap<Character, ArrayList<Estado>> transicoes) {
	this.transicoes = transicoes;
}

public int getXCentral() {
	return xCentral;
}

public void setXCentral(int xCentral) {
	this.xCentral = xCentral;
}

public int getYCentral() {
	return yCentral;
}

public void setYCentral(int yCentral) {
	this.yCentral = yCentral;
}
```

```
}
```

Classe Automato

```
import java.io.File;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.io.PrintStream;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Set;
import java.util.regex.Matcher;
import java.util.regex.Pattern;
import javax.swing.JOptionPane;

public final class Automato {

   private String nome;
   private Estado inicial;
   private char[] alfabeto;
   private ArrayList<Estado> estados = new ArrayList<>();

   public Automato() {
   }

   public Automato(String automato) {
      Matcher m;
      //** estudo do alfabeto em modo texto **//
```

```
m = Pattern.compile("\\{([a-z]|,)*\\}").matcher(automato);  //captura {a,b,c...}
String simbolos = m.find() ? m.group().replaceAll("\\{|\\}|,", "") : "E";
setAlfabeto(simbolos.toCharArray());

//** estudo dos estados em modo texto **//
m = Pattern.compile("[m|M][1-9]=").matcher(automato); //captura M1=
nome = m.find() ? m.group().replaceAll("\\{|\\}|,|=", "") : "M";
m = Pattern.compile("[m|M][1-9]=\\(\\{(q[0-9]*|,)*\\}").matcher(automato);        //captura
M1={q0,q1,q2,q3,...}
m = Pattern.compile("q[0-9]*").matcher(m.find() ? m.group() : "");   //captura os estados
while (m.find()) {
   addEstado(m.group());
}

//** estudo das transições em modo texto **//
//captura: (q0,b) = q2 ou (q0,E) = {q2,q3}
m = Pattern.compile("\\(q[0-9]*,([a-z]|E)\\)=\\{?(q[0-9]*|,){1,}\\}?").matcher(automato);
String estadoOrigem = "", simbolo = "", transicao;
String[] estadosDestinos = {""};
Matcher subm;
while (m.find()) {
   transicao = m.group(); //(qu,a)={qv,qn,qm,...}
   subm = Pattern.compile("\\(q[0-9]*,").matcher(transicao); //captura o estado origem
   while (subm.find()) {
      estadoOrigem = subm.group().replaceAll("\\(|,", "");
   }
   subm = Pattern.compile("([a-z]|E)\\)").matcher(transicao); //captura o estado origem
   while (subm.find()) {
```

```
            simbolo = subm.group().replaceAll("\\)", "");
        }
        subm = Pattern.compile("=\\{?(q[0-9]*|,){1,}\\}?").matcher(transicao); //captura o estado origem
        while (subm.find()) {
            estadosDestinos = subm.group().replaceAll("\\)|=|\\{|\\}", "").split(",");
        }
        newTransicao(estadoOrigem, simbolo, estadosDestinos);
    }

    //** estudo dos estados finais em modo texto **//
    m = Pattern.compile("\\{(q[0-9]*|,)*\\}\\)").matcher(automato);         //captura {q2,q3})
    m = Pattern.compile("q[0-9]*").matcher(m.find() ? m.group() : "");   //captura os estados finais
    while (m.find()) {
        turnFinal(m.group());
    }


    //** estudo do estado inicial em modo texto **//
    m = Pattern.compile(",\\{q[0-9]*\\},").matcher(automato);         //captura {q0})
    while (m.find()) {
        setInicial(m.group().replaceAll("\\{|\\}|,", ""));
    }

}

public void addEstado(String nome) {
    Estado e = new Estado(nome);
    if (estados.contains(e)) {
```

```
            return; //verifica se o estado j_ existe
        }
        estados.add(e); //adiciona novo estado
    }

    public boolean isInicial(Estado e) {
        return inicial.equals(e);
    }

    public void turnFinal(String nome) {
        estados.get(estados.indexOf(new Estado(nome))).setFinal(true);
    }

    public void setInicial(String nome) {
        inicial = estados.get(estados.indexOf(new Estado(nome)));
    }

    public boolean newTransicao(String estadoOrigem, String simbolo, String... estadosDestinos) {
        //verifica se existem os parametros
        if("".equals(estadoOrigem) || "".equals(simbolo) || estadosDestinos.length<1) return false;
        //verifica se o simbolo é vazio(E) ou pertençe ao alfabeto, caso contrario não adiciona a transição
        boolean pertence = true;
        char simbol = simbolo.charAt(0);
        for (char a : alfabeto) {
            if (simbol == a || simbol == 'E') {
                pertence = true;
                break;
            }
```

```
}
if (!pertence) {
   return false;
}

//captura do estado de origem
Estado e = estados.get(estados.indexOf(new Estado(estadoOrigem)));
if(e == null) return false;
//Caso já exista a transição com o simbolo,
//o(s) estado(s) e(são) adicionado(s) a lista
Estado ad;
int i;
if (e.transicoes.containsKey(simbol)) {
   for (String est : estadosDestinos) {
      i = estados.indexOf(new Estado(est));
      if(i==-1)continue;
      ad = estados.get(i);
      if (e.transicoes.get(simbol).contains(ad)) continue;
      e.transicoes.get(simbol).add(ad);
   }
} else {
   //caso não exista, uma lista de estados é criada e inserida a nova transição
   ArrayList<Estado> listadestinos = new ArrayList<>();
   for (String est : estadosDestinos) {
      i = estados.indexOf(new Estado(est));
      if(i==-1)continue;
      ad = estados.get(i);
      listadestinos.add(ad);
```

```
        }
        if(listadestinos.isEmpty())return false;
        e.transicoes.put(simbol, listadestinos);
    }
    return true;
}

public void eliminarTransicoesEmVazio() {
    //percorre cada estado do automato
    for (Estado q : estados) {
        //se contem uma trasi__o em vazio (caracter 'E')
        if (q.transicoes.containsKey('E')) {
            //capturo a lista de estados destinos dessa transi__o
            ArrayList<Estado> listadestinos = q.transicoes.get('E');
            //para cada estado destino dessa transi__o, eu vou copiar as transi__es
            for (Estado destino : listadestinos) {
                for (char c : destino.transicoes.keySet()) //para cada estado da transi__o em quest_o,
                //crio uma transi__o nova para o estado q , mantenho o simbolo c, com o novo estado
                {
                    for (Estado est : destino.transicoes.get(c)) {
                        newTransicao(q.getNome(), c + "", est.getNome());
                    }
                }
            }
            q.transicoes.remove('E'); //ao final removo a transi__o em vazio
        }
    }
}
```

```
    private void eliminarNaoDeterminismo() {
        ArrayList<Estado> transNovo = new ArrayList<>();
        Estado Qnovo, q;

        //percorre cada estado do automato
        //OBS.: N_o foi utilizado a itera__o foreach devido a altera__o da cole__o
        //que cria outro estado e gere um erro de concorrencia
        for (int i = 0; i < estados.size(); i++) {
            q = estados.get(i);
            //para todas as transi__es, capturo a lista de estados
            for (char chave : q.transicoes.keySet()) {
                transNovo = q.transicoes.get(chave);
                //se o tamanho da lista de transi__es for maior que 1 existe n_o-determinismo
                if (transNovo.size() > 1) {
                    Qnovo = new Estado("q" + estados.size()); //_ criado um novo estado
                    estados.add(Qnovo); //esse estado pe adicionado a lista
                    //para cada estado da transi__o em quest_o,
                    //para cada estado destino, copiam-se suas transi__es para o novo estado.
                    for (Estado destino : transNovo) {
                        if (destino.isFinal()) {
                            Qnovo.setFinal(true); //basta um dos estados serem finais para o novo estado tambem
ser.
                        }
                        for (char c : destino.transicoes.keySet()) {
                            for (Estado est : destino.transicoes.get(c)) {
                                newTransicao(Qnovo.getNome(), c + "", est.getNome());
                            }
```

```
                }
            }
            //ao final troco a referencia a todos os estados da lista para o novo estado.
            transNovo.clear();
            transNovo.add(Qnovo);
          }
        }
      }
    }

    private void eliminarEstadosInacessiveis() {
      elEInac(inicial); //fun__o que percorre recursivamente o 'grafo' inciando pelo estad inicial
      deletarEstadosInvalidos(); //ap_s a identifica__o dos estados inacessiveis: considerado=false
    }

    private void elEInac(Estado atual) {
      if (atual.isConsideracao()) {
        return;
      }
      atual.setConsideracao(true); //todo estado a ser analizado é acessivel, pois teve referencia de outro que chamou a função
      System.out.println(" - " + atual + " é Acessivel");
      ArrayList<Estado> lista;
      //para cada transi__o, captura a lista de estados "que na teoria e pr_tica ter_ apenas um estado" (AFD)
      for (char c : atual.transicoes.keySet()) {
        lista = atual.transicoes.get(c);
        for (Estado e : lista) {
```

```
            elEInac(e); //cada estado dessa transi__o (um apenas, devido ao algoritmo anterior) ser_ marcado e analizado
        }
    }
}

private void eliminarEstadosInuteis() {
    for (Estado e : estados) //com quase o mesmo principio do anterior, a itera__o varre e procura apenas os estados finais
    {
        if (e.isFinal()) {
            elEInut(e); //esses n_o considerados uteis, e um itera__o _ feita para se decobrir os estados que levam a eles
        }
    }
    deletarEstadosInvalidos(); //ap_s a identifica__o dos estados inuteis, eles s_o deletados
}

private void elEInut(Estado atual) {
    if (atual.isConsideracao()) {
        return;
    }
    atual.setConsideracao(true); //todo estado a ser analizado é acessivel, pois teve referencia de outro que chamou a função
    System.out.println(" - " + atual + " é útil");
    for (Estado e : estados) { //percorre os estados em busca de refrencias ao estado atual.
        if (e.equals(atual) || e.isConsideracao()) {
            continue; //despreza se for o atual ou j_ considerado
        }
```

```
        for (char c : e.transicoes.keySet()) { //para cada transi__o

            // verifica se a lista de cada transi__o contem o estado, sen_o tiver, passa para a proxima

            if (e.transicoes.get(c).contains(atual)) {

                //senao for inicial..continua a procura recursivamente, at_ chegar no estado inicial.

                //demonstrando que n_o somente _ util, como acessivel.

                if (!inicial.equals(e)) {

                    elEInut(e);

                }

                e.setConsideracao(true); //uma vez que se mostrou util, _ marcado.

                break; //a itera__o  para, posi n_o h_ mais necessidade de percorrer as transi__es, uma vez que o estado j_ _ util.

            }

        }

    }

    atual.setConsideracao(true); //por ultimo, o estado atual _ marcado como util.

  }


  private void deletarEstadosInvalidos() {

    //percorre os estado, o uso de um contador ao inves da itera__o for each, se baseia na mesma razao do algotitmo de elimina__o

    //de n_o determinismo

    for (int i = 0; i < estados.size(); i++) {

        Estado e = estados.get(i); //captura o estado atual

        if (e.isConsideracao()) {

            continue; //se for considerado util ou acessivel, ignora as instrutl_es e vai ao proximo;

        }

        for (Estado ee : estados) //inicia-se a busca, em cada estado por referencias/transsi__es que o contenha

        {
```

```
            for (char c : ee.transicoes.keySet()) //cas encontre alguma transi__o a esse estado a ser deletado, ela _ removida
            {
                if (ee.transicoes.get(c).contains(e)) {
                    ee.transicoes.get(c).remove(e);
                }
            }
        }
        estados.remove(i); //somente apos remover as referencias do estado, _ possivel removelo com seguran_a.
    }
    //apos as remo__es, uma nova itera__o _ feita ara remover transi__es vazias (que ficaram se referencia a nenhum estado)
    for (Estado e : estados) {
        e.setConsideracao(false); //os estados n_o desmarcados para execu__o de um proximo algoritmo.
        //como n_o ser_ acrescentado nenhuma tarsni__o,o estado dessa pode ser guardado
        //para controlar a itera__o
        Set<Character> cs = e.transicoes.keySet();
        for (char c : cs) //para cada transi__o, se esta estiver vazia, _ removida.
        {
            if (e.transicoes.get(c).isEmpty()) {
                e.transicoes.remove(c);
            }
        }
    }
}

public void deletarEstado(String nome) {
```

```
    for (int i = 0; i < estados.size(); i++) {
        Estado e = estados.get(i); //captura o estado atual
        if (!e.getNome().equals(nome)) {
            continue; //se n_o for o estado ignora tudo
        }
        for (Estado ee : estados) //inicia-se a busca, em cada estado por referencias/transsi__es que o contenha
        {
            for (char c : ee.transicoes.keySet()) //cas encontre alguma transi__o a esse estado a ser deletado, ela _ removida
            {
                if (ee.transicoes.get(c).contains(e)) {
                    ee.transicoes.get(c).remove(e);
                }
            }
        }
        estados.remove(i); //somente apos remover as referencias do estado, _ possivel removelo com seguran_a.
    }
    //apos as remo__es, uma nova itera__o _ feita ara remover transi__es vazias (que ficaram se referencia a nenhum estado)
    for (Estado e : estados) {
        Set<Character> cs = e.transicoes.keySet();
        for (char c : cs) //para cada transi__o, se esta estiver vazia, _ removida.
        {
            if (e.transicoes.get(c).isEmpty()) {
                e.transicoes.remove(c);
            }
        }
```

```
    }
}

private void minimizando() {

}

public void minimizar() {

    PrintStream ps = null;
    PrintStream atual = System.out;
    try {
        //cria o arquivo de log
        File arquivo = new File("logMinimizacao.txt");
        ps = new PrintStream(arquivo); //cria um stream de saida
        System.setOut(ps); //troca a saida padrão do sistema.

    gerarRelatorio("----Automato original----");
    eliminarTransicoesEmVazio();
    gerarRelatorio("----Eliminada as transi__es em vazio----");
    eliminarNaoDeterminismo();
    gerarRelatorio("----Eliminados os N_o determinismos----");
    eliminarEstadosInacessiveis();
    gerarRelatorio("----Eliminados estados inacessiveis----");
    eliminarEstadosInuteis();
    gerarRelatorio("----Eliminados estados inuteis----");
    minimizando();
    gerarRelatorio("----Minimizando ----");
```

```
    eliminarEstadosInacessiveis();
    gerarRelatorio("----Eliminados estados inacessiveis----");
    eliminarEstadosInuteis();
    gerarRelatorio("----Automato Minimizado:----");
    } catch (FileNotFoundException ex) {

    } finally {
        ps.close();
    }
    System.setOut(atual); //devolve a saida padrão
}

@Override
public String toString() {
    String toReturn = nome + " = (Q, \u03a3, \u03b4, " + inicial + ", F);";

    toReturn += "\nQ=[ ";
    for (Estado e : estados) {
        toReturn += e + ",";
    }
    toReturn = toReturn.substring(0, toReturn.length() - 1) + "]";

    toReturn += "\n\u03a3=[ ";
    for (char c : alfabeto) {
        toReturn += c + ",";
    }
    toReturn = toReturn.substring(0, toReturn.length() - 1) + "]";
```

```
    toReturn += "\n\u03b4 = { ";
    for (Estado e : estados) {
        for (char c : e.transicoes.keySet()) {
            toReturn += "(" + e + "," + c + ") = {";
            for (Estado ee : e.transicoes.get(c)) {
                toReturn += ee + ",";
            }
            toReturn = toReturn.substring(0, toReturn.length() - 1) + "} ; ";
        }
    }
    toReturn += " }\nF= [ ";
    for (Estado ee : estados) {
        if (ee.isFinal()) {
            toReturn += ee + ",";
        }
    }
    toReturn = toReturn.substring(0, toReturn.length() - 1) + "]";

    return toReturn;
}

public void gerarRelatorio(String oper) {
    System.out.println(oper);
    System.out.println(toString());
}

public static void main(String[] args) {
```

```
Automato a = new Automato();

String automato = "M1=({q0,q1,q2,q3,q4},"

    + "{a,b,c},"

    + "{(q0,a)=q1 ; (q0,b)=q2 ; (q0,E)={q2,q3} ; (q2,c)={q3,q1} ; (q3,a)=q4;},"

    + "{q0},"

    + "{q2,q3})";

String iscompleta = "[m|M][1-9]=\\(\\{(q[0-9]|,)*\\},"

    + "\\{([a-z]|,)*\\},"

    + "\\{(\\(q[0-9],([a-z]|E)\\)=\\{?(q[0-9]|,){1,}\\}?|\\s;\\s|;)*\\}," + //{(q0,a) = q1 ; (q0,b) = q2 ;
(q0,E) = {q2,q3} },

    "\\{(q[0-9])*\\}," + //{q0},

    "\\{(q[0-9]|,)*\\}\\)"; //{q2,q3})


if (automato.matches(iscompleta)); else {

   System.out.println("Automato de entrada n_o confere com o padr_o:\n " + automato + " \nDeve
seguir o modelo:\n "

        + "M1=(Estados,Alfabeto,Transi__es,Estado Inicial,Estados Finais)\n "

        + "M1=({q0,q1,q2,q3,...},"

        + "{a,b,...},"

        + "{(q0,a)=q1 ; (q0,E)={q2,q3,...} ...},"

        + "{q0},"

        + "{q2,...})");

   return;

}

System.out.println("Automato: " + automato);

Matcher m;


//** estudo do alfabeto em modo texto **//
```

```
m = Pattern.compile("\\{([a-z]|,)*\\}").matcher(automato);  //captura {a,b,c...}
String simbolos = m.find() ? m.group().replaceAll("\\{|\\}|,", "") : "E";
a.alfabeto = simbolos.toCharArray();

//** estudo dos estados em modo texto **//
m = Pattern.compile("[m|M][1-9]=\\(\\{(q[0-9]|,)*\\}").matcher(automato);        //captura M1={q0,q1,q2,q3,...}
m = Pattern.compile("q[0-9]").matcher(m.find() ? m.group() : "");   //captura os estados
while (m.find()) {
   a.addEstado(m.group());
}

//** estudo das transi__es em modo texto **//
String patt = "\\(q[0-9],([a-z]|E)\\)=\\{?(q[0-9]|,){1,}\\}?"; //captura: (q0,b) = q2 ou (q0,E) = {q2,q3}
m = Pattern.compile(patt).matcher(automato);
String estadoOrigem = "", simbolo = "", transicao;
String[] estadosDestinos = args;
Matcher subm;
while (m.find()) {
   transicao = m.group(); //(qu,a)={qv,qn,qm,...}
   subm = Pattern.compile("\\(q[0-9],").matcher(transicao); //captura o estado origem
   while (subm.find()) {
      estadoOrigem = subm.group().replaceAll("\\(|,", "");
   }
   subm = Pattern.compile("([a-z]|E)\\)").matcher(transicao); //captura o estado origem
   while (subm.find()) {
      simbolo = subm.group().replaceAll("\\)", "");
   }
```

```
        subm = Pattern.compile("=\\{?(q[0-9]|,){1,}\\}?").matcher(transicao); //captura o estado origem
        while (subm.find()) {
            estadosDestinos = subm.group().replaceAll("\\)|=|\\{|\\}", "").split(",");
        }
        a.newTransicao(estadoOrigem, simbolo, estadosDestinos);
    }

    //** estudo dos estados finais em modo texto **//
    m = Pattern.compile("\\{(q[0-9]|,)*\\}\\)").matcher(automato);         //captura {q2,q3})
    m = Pattern.compile("q[0-9]").matcher(m.find() ? m.group() : "");   //captura os estados finais
    while (m.find()) {
        a.turnFinal(m.group());
    }


    //** estudo do estado inicial em modo texto **//
    m = Pattern.compile(",\\{q[0-9]\\},").matcher(automato);         //captura {q0})
    while (m.find()) {
        a.setInicial(m.group().replaceAll("\\{|\\}|,", ""));
    }


    a.minimizar();
}

public Estado getInicial() {
    return inicial;
}
```

```
public void setInicial(Estado inicial) {
   this.inicial = inicial;
}

public char[] getAlfabeto() {
   return alfabeto;
}

public void setAlfabeto(char[] alfabeto) {
   this.alfabeto = alfabeto;
}

public ArrayList<Estado> getEstados() {
   return estados;
}

public void setEstados(ArrayList<Estado> estados) {
   this.estados = estados;
}

public String getNome() {
   return nome;
}

public void setNome(String nome) {
   this.nome = nome;
}
```

}