Instituto de Ciências Matemáticas de São Carlos

ISSN - 0103-2577

MANUAL DE USO DO SISTEMA STATSIM

ROSÂNGELA AP. D. PENTEADO
PAULO C. MASIERO
FERNÃO S. DE R. GERMANO

Nº 32

RELATÓRIOS TÉCNICOS DO ICMSC

São Carlos
mar. / 95

SYSNO 087855
DATA / /
ICMC - SBAB

MANUAL DE USO DO SISTEMA STATSIM

Rosângela Ap. D. Penteado [1]
Paulo C. Masiero [2]
Fernão S. de R. Germano [2]

Data da Última Atualização: fevereiro/95

1- Doutoranda do IFSC - USP, Professora do DC - UFSCar
2- Professores do ICMSC - USP

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 3

2. GRAMÁTICA UTILIZADA NO EDITOR GRÁFICO DE STATECHART 4
2.1 Para definição de statechart 4
2.2 Para definição de estado e atividades 5
2.3 Para definição de transições 5
2.4 Definições e abreviações 6

3. ATIVAÇÃO 7

4. EDITOR DO STATSIM 7
4.1 FILES 8
4.2 STATE 12
4.3. TRANSITIONS 17
4.4 ACTIVITIES 26
4.5 VARIABLES 29
4.6 LOAD 32
4.7 HIDE/CLOSURE 32

5. SIMULADOR DO STATSIM 33
5.1 FILES 33
5.2 DECOMPOSE 35
5.3 INFORMATION 35
5.4 VARIABLES 36
5.5 -DEFAULT CONFIGURATION 39
5.6 SIMULATION 40
5.7 MISCELLANEOUS 42

6. PARA SAIR DO STATSIM 44

7. BIBLIOGRAFIA: 46

APÊNDICE 47

1. INTRODUÇÃO

Statechart [Ha88] é uma linguagem que permite a especificação comportamental de sistemas reativos. É uma extensão de máquinas de estados finitos convencionais (MEF), permitindo a representação de propagação de eventos (broadcasting), concorrência e hierarquia de estados.

Como extensão de MEF, seus componentes são estados, representados por retângulos de cantos arredondados e transições, representadas por setas rotuladas. Os estados podem ser de dois tipos: **OR** (XOR), significando que um estado está ativo a cada passo, e **AND** (paralelos), significando que vários estados podem estar ativos num mesmo passo. As transições são formadas pelo estado origem, rótulo e estado destino. O rótulo pode ser o nome de um evento primitivo, expressão de eventos ou simplesmente um nome. As transições **defaults** não tem estado origem, não tem rótulo, somente estado destino e são denotadas por um círculo cheio iniciando a seta. Existem transições que têm o evento associado com uma ação, denotadas por **evento/ação**. Nesses casos quando o evento ocorrer, simultâneamente a ação ocorrerá se o seu estado origem estiver ativo.

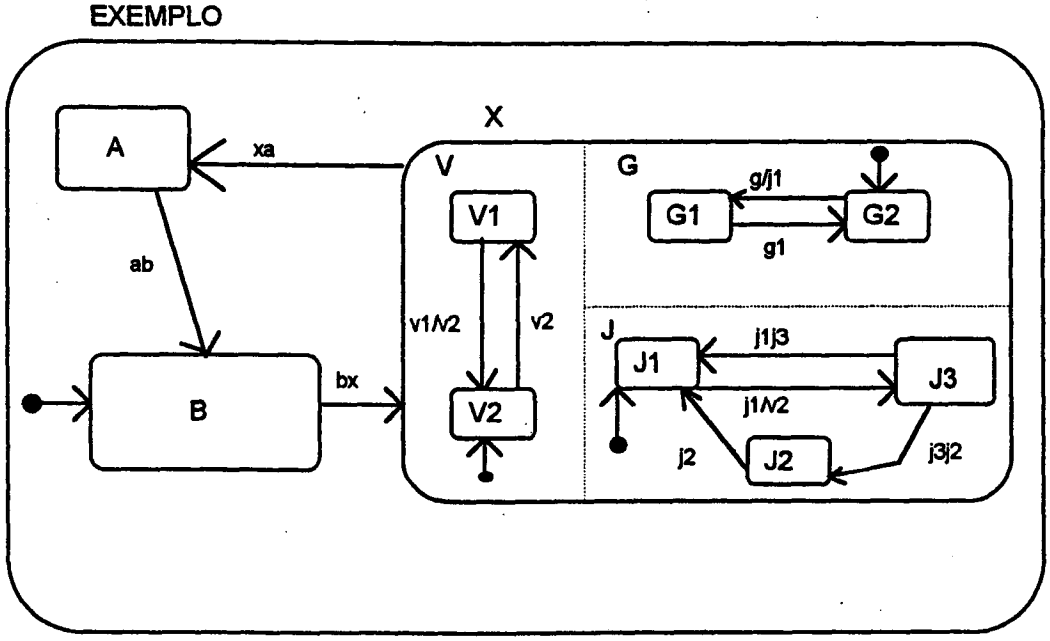

Figura 1 - Exemplo de Statechart

O estado EXEMPLO, da figura 1, é composto de três estados OR: A, B, X. O estado X é do tipo AND composto por V, G e J todos do tipo OR. O estado default, ou seja, aquele pelo qual o sistema tem início é o estado B.

Uma transição é disparada quando o seu estado origem está ativo e ocorrer o evento a ela associada. Esse evento pode ser um evento primitivo ou uma expressão contendo eventos primitivos. Em EXEMPLO, figura 1, a mudança do estado A para o estado B se dá quando o estado A está ativo e o evento ab ocorrer. O evento ab, nesse caso, é também o rótulo da transição.

Eventos externos são ocorrências externas ao sistema. Pode acontecer que uma transição tenha uma ação associada, gerando um evento interno ao sistema. Esse evento só poderá ocorrer em decorrência de algum outro evento . As ações são instântaneas, não consomem tempo. No statechart, figura1, o estado B está ativo inicialmente por default. O evento bx ocorre, a transição que tem o evento associado é disparada ativando o estado X, que por sua vez, ativa seus estados defaults V2, G2 e J1 simultaneamente.

Os estados ativos do statechart EXEMPLO, nesse passo, são: V2, G2 e J1. Quando o evento g ocorrer a ação j1 irá ocorrer simultaneamente. Isso significa que o estado G1 é desativado e o estado G2 passa a ser ativado. Simultaneamente o evento j1 é disparado, ocorrendo a transição do estado J1 para o estado J3 através da transição rotulada por j1/v2. Nesse mesmo passo ocorre a transição rotulada por v2, desativando o estado V2 e ativando o estado V1. Após a ocorrência do evento g os estados ativos do statechart são: V1, G1 e J3. Esse é um exemplo de propagação de eventos.

As atividades, em contraposição às ações, quando forem executadas requerem algum tempo. Elas podem estar associadas a estados. Elas representam alguma função que o sistema deve realizar quando o estado for ativado.

STATSIM - STATechart SIMulator - é o ambiente que está sendo desenvolvido pelo grupo de engenharia de software do ICMSC-USP, que permite a edição e simulação de statecharts. Ele é composto de dois módulos principais: editor e simulador de statecharts. Está implementado em linguagem C e XView, em estações de trabalho Sun Sparc. Seu desenvolvimento foi baseado na sintaxe e semântica dos statecharts, como definida em [Ha87].

Após a edição de um statechart utilizando o módulo de edição do ambiente STATSIM, pode-se realizar sua simulação. Esses dois módulos serão descritos, respectivamente, nas seções EDITOR GRÁFICO DO STATSIM e SIMULADOR DO STATSIM.

2. GRAMÁTICA UTILIZADA NO EDITOR GRÁFICO DE STATECHART

A gramática utilizada para o desenvolvimento do editor gráfico do STATSIM é a dada a seguir. Essa gramática define a linguagem utilizada para especificar um statechart dentro do ambiente. Entretanto, o editor gráfico, embora a utilize para validar as especificações, dispensa essa notação textual, com exceção de algumas poucas situações onde a sintaxe deve ser seguida pelo usuário: na definição das expressões de eventos, condições e ações associadas a transições.

2.1 Para definição de statechart

```
<estadograma> :: =[ <declarações> ';' ]
                    <estados> ';'
                    <transições> ';'

<declarações> ::= <declaração> {<declaração>}
```

```
<declaração> ::= <tipo-id> <lista_identificadores>

<tipo-id> ::= (INT| BOOL | REAL | STRING | COND)

<lista-identificadores> ::= <identificador> { ',' <identificador> }
```

2.2 Para definição de estado e atividades

```
<estados> ::= <descrição estado> { <descrição estado>}

<descrição estado> ::= ESTADO < nome-estado>  <tipo> [<atividades>]

 <atividades> ::= ATIVIDADE <função>

<função> ::= DO <chamada-atividade> {','<chamada-atividade>}
           | ENTRY <chamada-atividade> {','<chamada-atividade>}
           | EXIT <chamada-atividade> {','<chamada-atividade>}

<chamada-atividade> ::=<identificador> '(' <lista-parametro>')'

<lista-parametro> ::= <identificador> {', ' <identificador>}

<tipo> ::= OU <subestado ou>  | E <subestado e>  | ATOMO

<subestados ou> ::= SUBESTADOS <nome-estado>  { ',' <nome-estado>}
```

2.3 Para definição de transições

```
<transições> ::= <transição>  { <transição>}

<transição> ::= EVENTO  <evento>
                ORIGEM  <estado-origem> { ',' <estado-origem> }
                DESTINO <estado-destino>  [(/H | /H*)]
                      { ',' <estado-destino> [(/H | /H*)] }
                [ AÇÃO '{' <ações> '}' ]

<evento> ::= <ev_ou>  { or <ev_ou> }

<ev_ou> ::= <ev_e> { and <ev_e> }
<ev_e> ::= <ev_f>  [ '[' <exp> ']' ]

<ev_f> ::= <evento primitivo>   |'('<evento primitivo>')' | <true> '('
<exp> ')'
          | <false>  '(' <exp> ')'  | <changed> '(' <variavel> ')'
          | <exit>  '(' <nome-estado> ')' | <entered>  '(' <nome-
estado> ')'
          | t_out   '(' <evento>  <número> ')'

<exp> ::= <expS>  [ ( = | > | < | < > | <= | >= | <expS> ]

<expS> ::=[ + | - ] <termo> { ( + | - | or ) <termo> }

<termo> ::= <fator> { ( * | / | and <fator> }
```

```
<fator> ::= <true>  | <false>  | <condição primitiva>  | <numero>
          | <variavel>   | in '(' <nome-estado> ')'   | <not-yet>  '('
<evento> ')
          | <current> '(' <exp> ')'   | not <exp>   | '(' <exp> ')'

<ações> ::= <ação> { ';' <ação> }

<ação> ::= <identificador>  | <variavel> ':=' <exp>
           | clear '(' <nome-estado> [ * ] ')' | <chamada-atividade>
```

2.4 Definições e abreviações

```
<estado-origem> ::= <nome-estado>

<estado-destino> ::= <nome-estado>

<nome-estado> ::= <identificador> [ '.' <identificador> ]

<evento primitivo> ::=  <identificador>  | lambda

<condição primitiva> ::=  <identificador>

<variável>  ::= <identificador>

<true> ::= ([tT] [rR] [uU] [eE] | tr )

<false> ::= ([fF) [aA] [lL] [sS] [eE] | fs)

<changed> ::= (change | ch )

<exit> ::= (exit | ex )

<entered> ::= (entered | en)

<not_yet) ::= (not_yet | ny)

<current> ::= ( current | cr)

<identificador> ::= [a-zA-Z] [a-zA-Z0-9]*

<numero> ::= [0-9]+

<unid_tempo> ::= (seg | min | hr)

<lambda> ::= (lambda | lamb)
```

Tabela 1 - Gramática utilizada na edição de um statechart

3. ATIVAÇÃO

Para utilizar o ambiente STATSIM deve constar do diretório corrente o arquivo executável chamado **STATSIM.**

Para chamar o ambiente STATSIM digite **<statsim>**. Uma tela com o cabeçalho **STATSIM ICMSC - USP: Version 1.0** será apresentada. Essa tela é a exibida na figura 2, Main Menu.

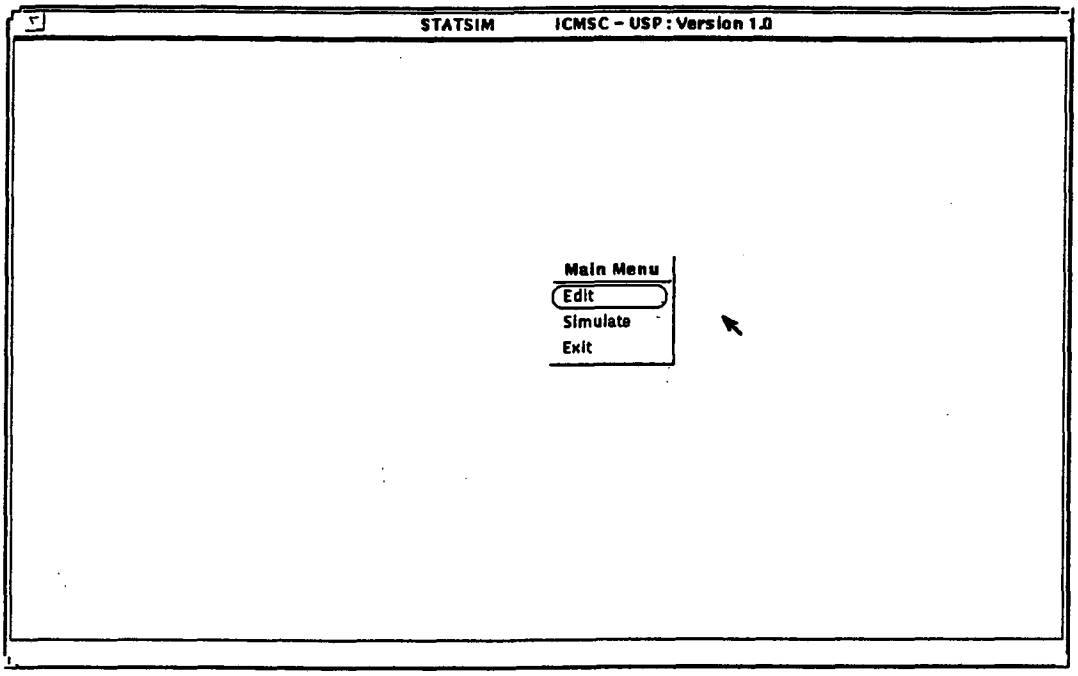

Figura 2 - Opções existentes no ambiente STATSIM

4. EDITOR DO STATSIM

Após a chamada do ambiente STATSIM, é apresentada uma tela como mostra a figura 2. Ao se pressionar o botão direito do mouse aparecem as opções existentes: **edit, simulate** ou **exit**. A opção é selecionada posicionando-se o cursor sobre a opção desejada e pressionando-se o botão esquerdo do mouse. Para entrar no ambiente de edição de statecharts, pressiona-se **<edit>**.

A tela do editor gráfico de statecharts é a mostrada na figura 3.

O módulo de edição, figura 3, contém operações para manipulação de: arquivos (Files), estados (States), transições (Transitions), atividades (Activities), variáveis (Variables), carregamento de statechart (Load) e ocultamento de eventos (Hide/Closure)

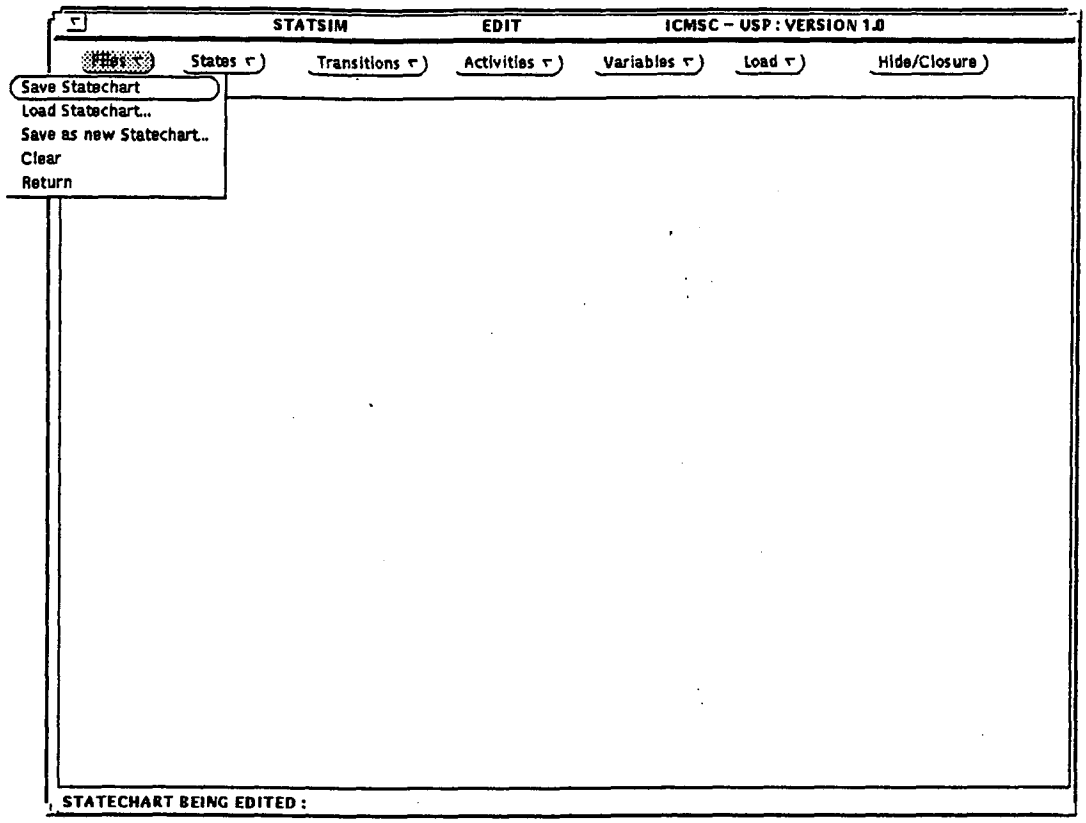

Figura 3 - Tela do Editor Gráfico de Statecharts com as opções do File

4.1 FILES

O botão **Files** contém as opções:

<Save Statecharts> - para salvar um statechart editado e já criado.

O statechart editado é salvo com o nome que consta do rodapé da tela de edição, canto esquerdo, sobrepondo a versão anteriormente gravada na base de dados. Nenhuma mensagem é apresentada se a operação foi realizada corretamente. Se o statechart não foi modificado e essa opção foi selecionada, uma mensagem de alerta é enviada ao usuário como mostra a figura 4.

<Load Statechart> - para carregar um statechart criado anteriormente e que tenha sido salvo.

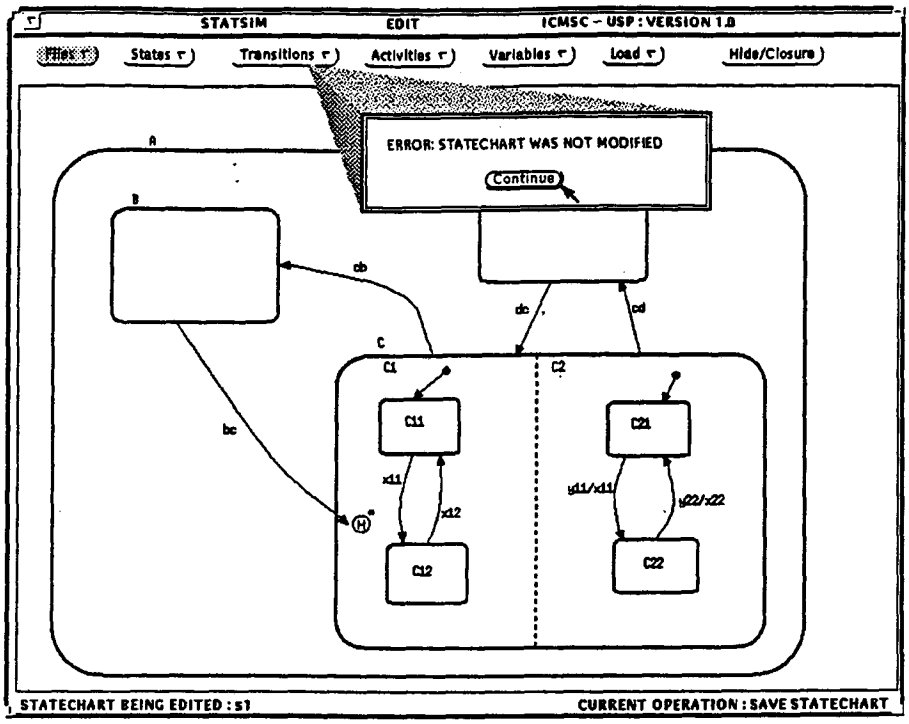

Figura 4 - Tela exibida quando um statechart não foi modificado e foi dada a opção Save

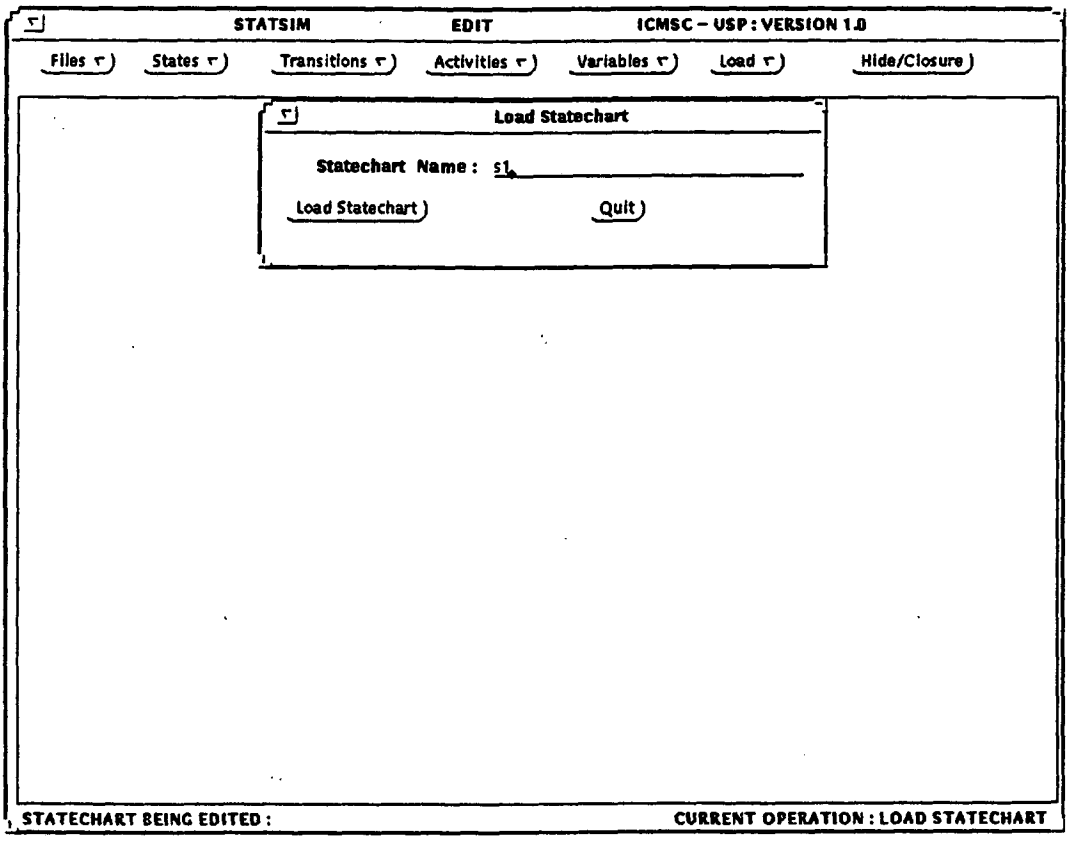

Figura 5 - Tela apresentada quando a opção Load for selecionada

Uma tela como a apresentada na figura 5 é exibida solicitando o nome do statechart a ser carregado da base de dados para a memória. A opção **<Load Statechart>** termina a operação com sucesso enquanto que a opção **<Quit>** representa o abandono da operação selecionada e nenhum

statechart é carregado da memória. Pode-se carregar um statechart gravado em outro diretório que não o corrente, dando-se o caminho e seu nome.

<Save as new Statechart> - para salvar um statechart editado pela primeira vez.

Uma tela, figura 6a, é exibida solicitando o nome para esse statechart que será gravado na base de dados. É solicitada a confirmação dessa operação (**Save as New Statechart**) ou seu cancelamento (**Quit**). Se for confirmada a operação e o nome fornecido para o statechart já existir, uma mensagem é exibida, como mostra a figura 6b. Se a opção **<OverWrite>** for selecionada o statechart atual sobrepõe o já existente; se for selecionada **<Quit>** a operação será abandonada.

Um statechart pode ser salvo em outro diretório desde que seja fornecido o caminho desse diretório onde ele será gravado.

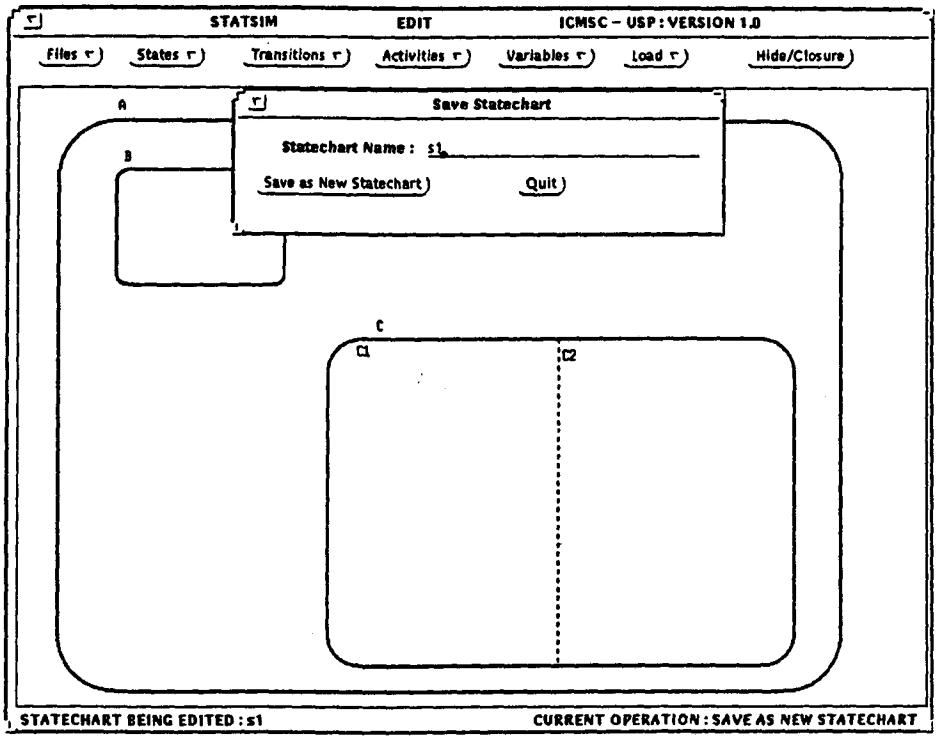

Figura 6a - Tela da opção Save as New

<Clear> - para limpar a tela de edição.

<Return> - retorna ao nível anterior.

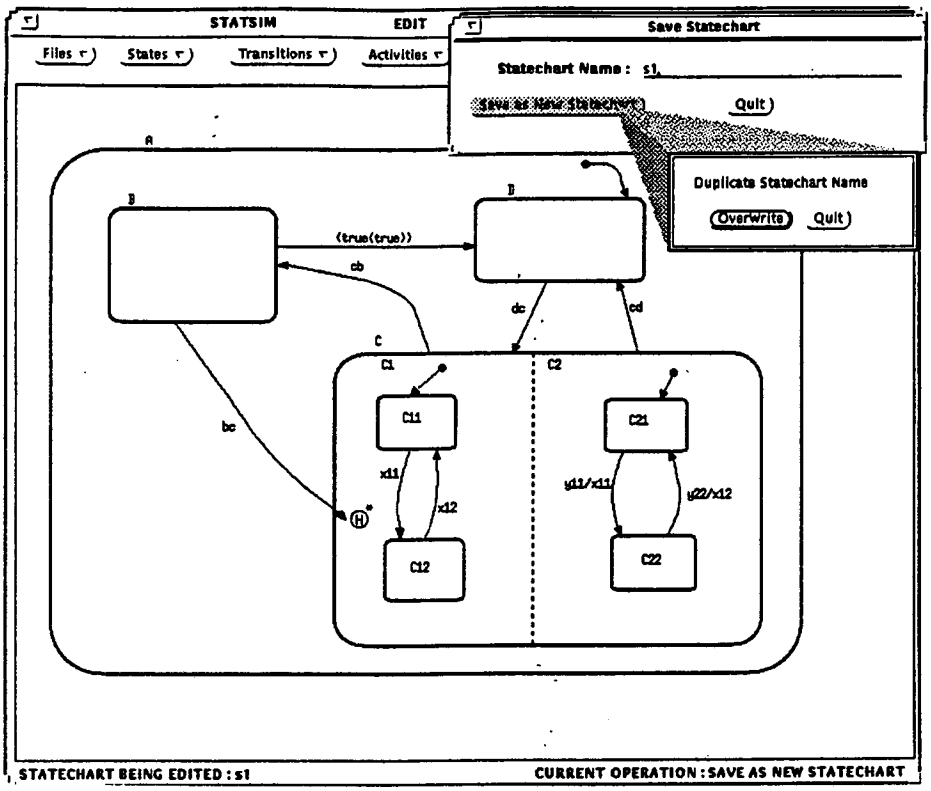

Figura 6b - Mensagem apresentada quando um statechart existe e a opção Save as New é selecionada

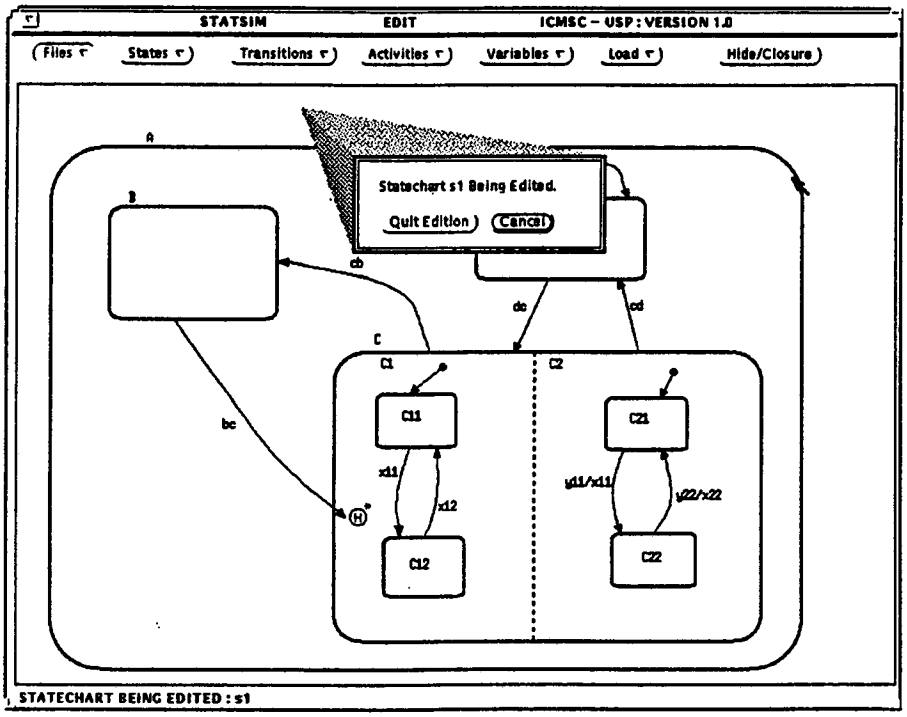

Figura 7 - Mensagem apresentada quando a opção Return é selecionada

Uma janela é exibida ao usuário com a mensagem mostrada na figura 7. Se o usuário deseja realmente abandonar o módulo de edição a opção escolhida deve ser **<Quit Edition>**; caso decida permanecer nesse módulo, deve abandonar a operação escolhendo **<Quit>**.

4.2 STATE

O botão **State** contém as opções referentes ao estado, são as seguintes:

<Create> - permite a criação de um estado.

Para se criar um estado deve-se posicionar o cursor do mouse na posição desejada para o início do traçado do estado. Pressionando o botão esquerdo e deslizando-o sobre a mesa, através do cursor, pode-se visualizar o tamanho desejado do estado. Quando esse botão for solto aparecerá no canto superior direito da tela uma janela solicitando os atributos desse estado, figura 8. Se o estado traçado for de tamanho não permitido uma mensagem **"Invalid State"** aparecerá, desaparecendo o estado traçado. A operação de criação de estado continua ativa devendo-se repetir o traçado dele.

As informações solicitadas são as seguintes:

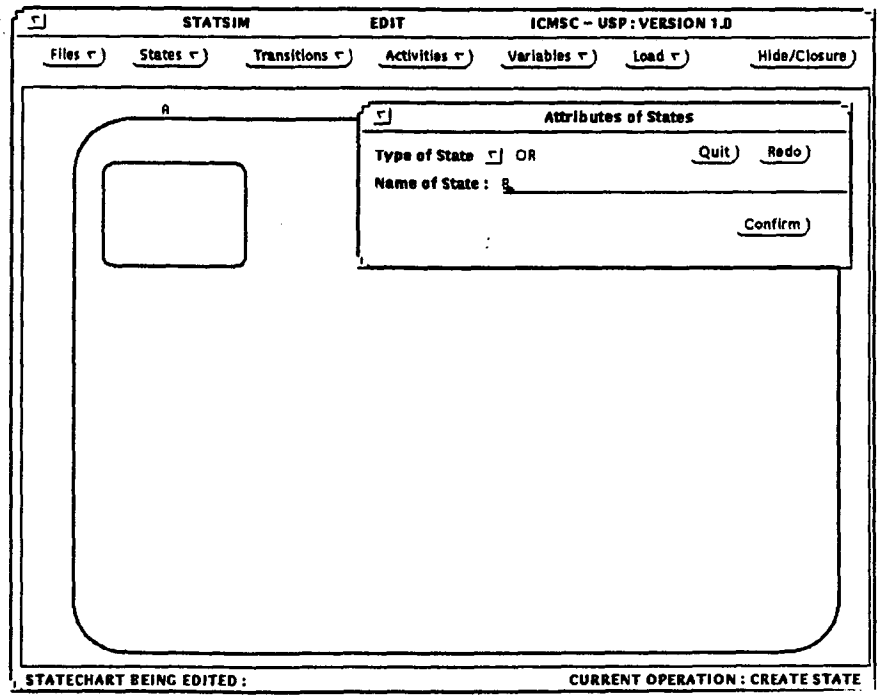

Figura 8 - Tela apresentada para a obtenção dos atributos de um estado

<Type of State>: o tipo default é o estado **OR**. Pressionando-se o botão direito do mouse pode-se obter as opções existentes para o tipo. Para

selecionar o estado do tipo **AND**, pressiona-se o botão esquerdo do mouse sobre essa palavra.

<Name of State> - pode conter caracteres alfanuméricos e símbolos especiais separados por underscore e não deve conter espaços em branco. O tamanho máximo permitdo para os nomes são quarenta caracteres. Na parte 2.2 da gramática apresentada no item 2, encontra-se a sintaxe para os nomes dos estados.

Antes que se confirme as informações fornecidas deve-se transferir para o estado seu nome. Isso é feito pressionando-se o botão esquerdo do mouse e colocando o cursor na posição desejada onde esse nome deve ficar. Se a opção **<Confirm>** for escolhida sem que o nome tenha sido transferido para o estado, aparecerá a mensagem de alerta **"Transfer Name State"** . Deve-se pressionar **<Continue>**, transferir o nome para o estado e prosseguir a edição.

A opção **<Redo>** permite que o estado seja redesenhado e seus atributos não são perdidos. Uma mensagem é enviada solicitando a confirmação que o estado deve ser redesenhado. Caso se deseje desistir de redesenhar o estado a opção **<Quit>** , que aparece na mensagem de confirmação, deve ser selecionada.

A opção **<Quit>** da janela de atributos do estado permite que se abandone a operação de criação de um estado a qualquer momento. É solicitada a confirmação de abandono pois serão apagados o estado e todos os atributos referentes a ele, do statechart que está sendo editado.

Se o estado for do tipo **AND**, deve-se informar o número de filhos que ele possui. Existe um botão para incremento e decremento do número de filhos. Quando o **<Confirm>** for pressionado, solicita-se que os "filhos" sejam marcados. A delimitação do tamanho do estado filho é feita colocando-se o cursor em uma das extremidades do estado-pai e pressionando-se o botão esquerdo do mouse. Quando todos os estados filhos forem marcados, seus nomes são solicitados. A cada nome fornecido deve-se transportá-lo para o estado correspondente. Os nomes seguem os padrões anteriormente descritos.

Após a confirmação dos atributos do estado, uma janela é exibida, como mostra a figura 9a, solicitando a confirmação se esse estado possui atividades associadas. Em caso positivo, **<Yes>** deve ser escolhido e **<No>**, caso contrário. Quando existem atividades associadas ao estado a janela da figura 9b é exibida solicitando o tipo e nome da atividade. Os tipos possíveis são:

<DO> - a atividade tem duração igual ao período que o estado está ativo;

<ENTRY> - a atividade tem início quando o estado é ativado e pára por conta própria;

<EXIT> - a atividade tem início quando o estado é desativado e pára por conta prórpia.

Na parte 2.2 da gramática apresentada no item 2, encontra-se a sintaxe para atividades.

<Remove> - permite que um estado seja retirado do statechart que está sendo editado.

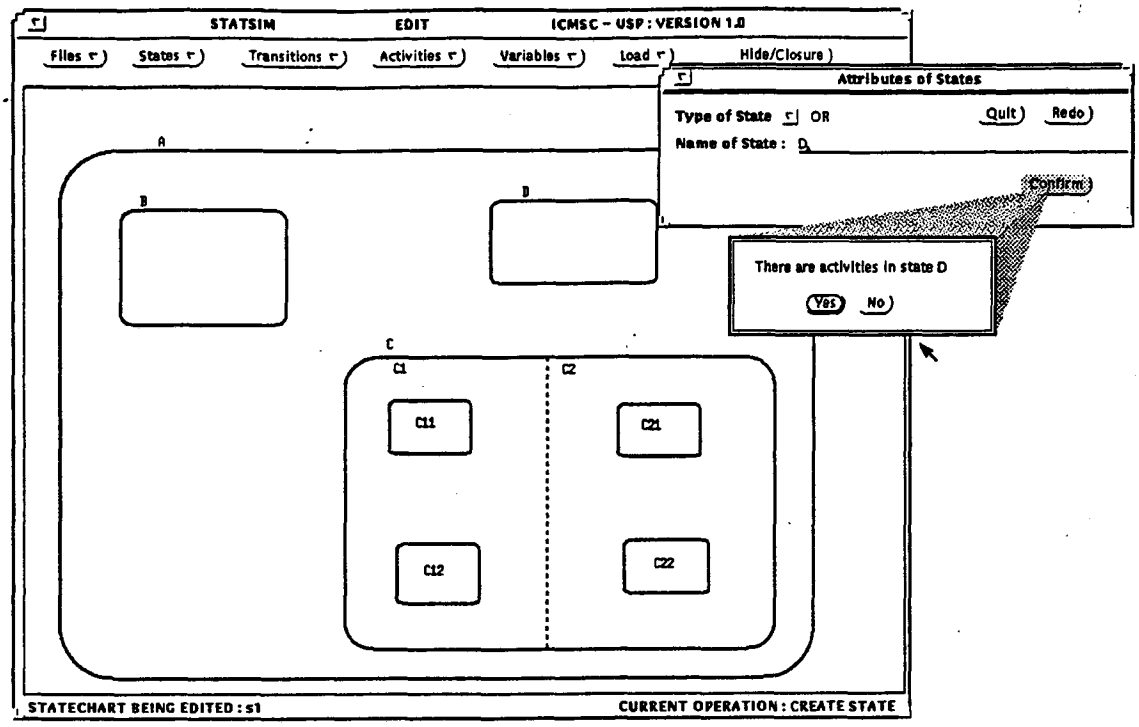

Figura 9a - Tela que verifica se o usuário deseja inserir atividades ao estado

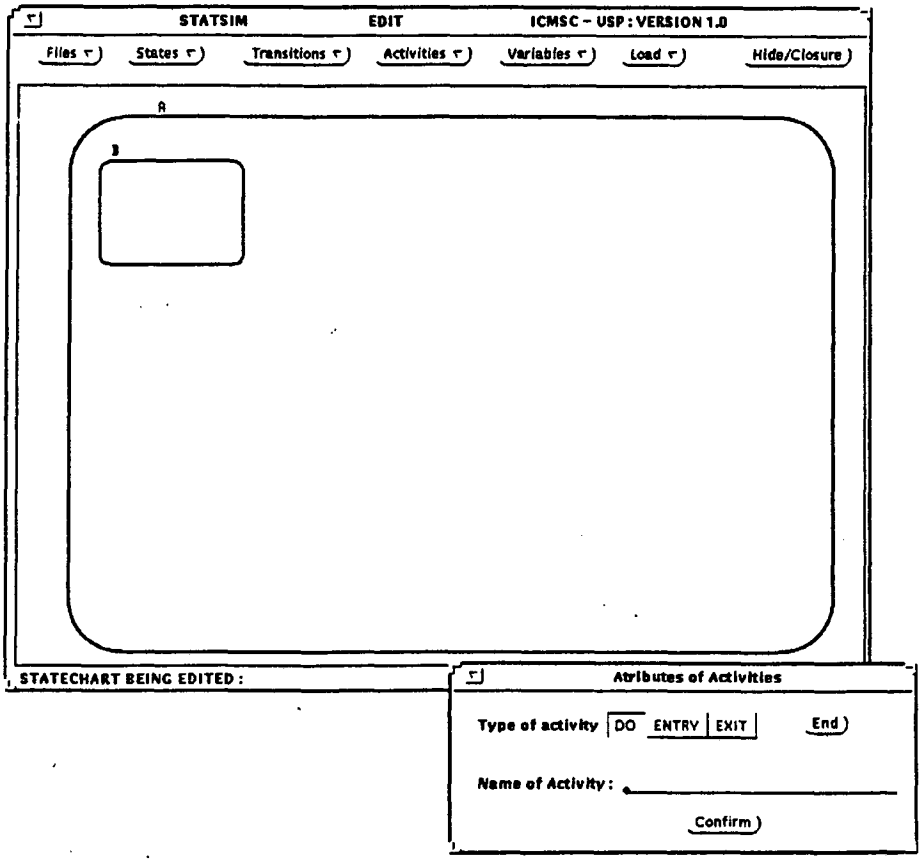

Figura 9b - Tela para edição de atividades

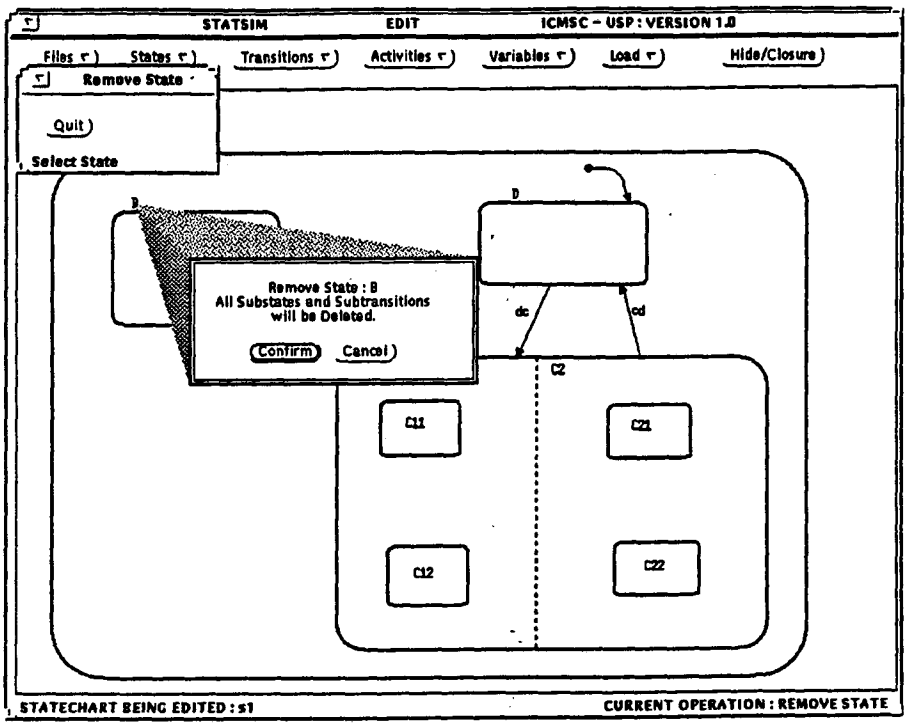

Figura 10 - Tela apresentada para Remoção de Estados

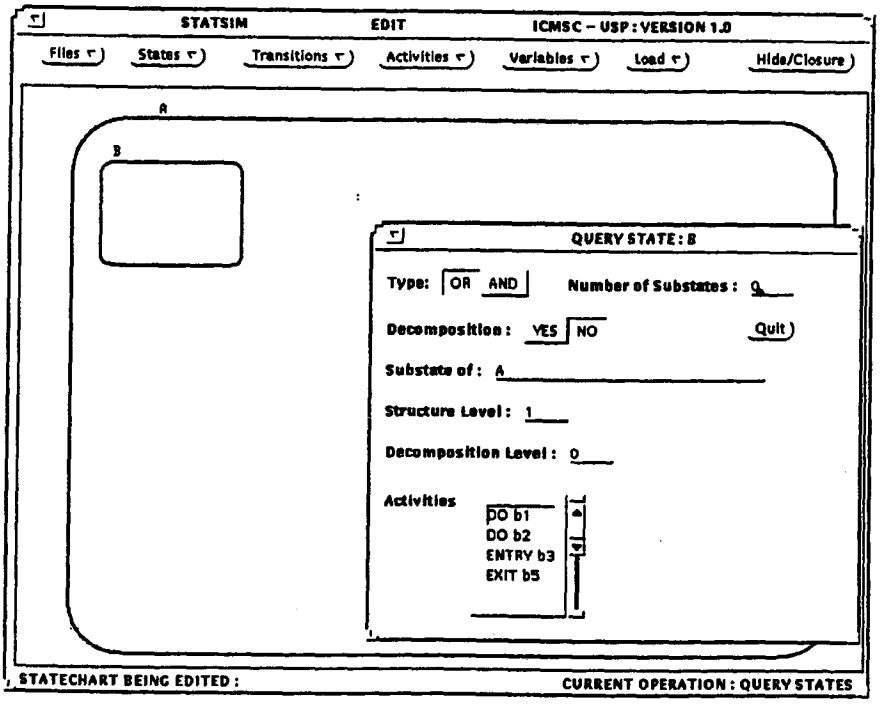

Figura 11 - Tela apresentada para a opção Query

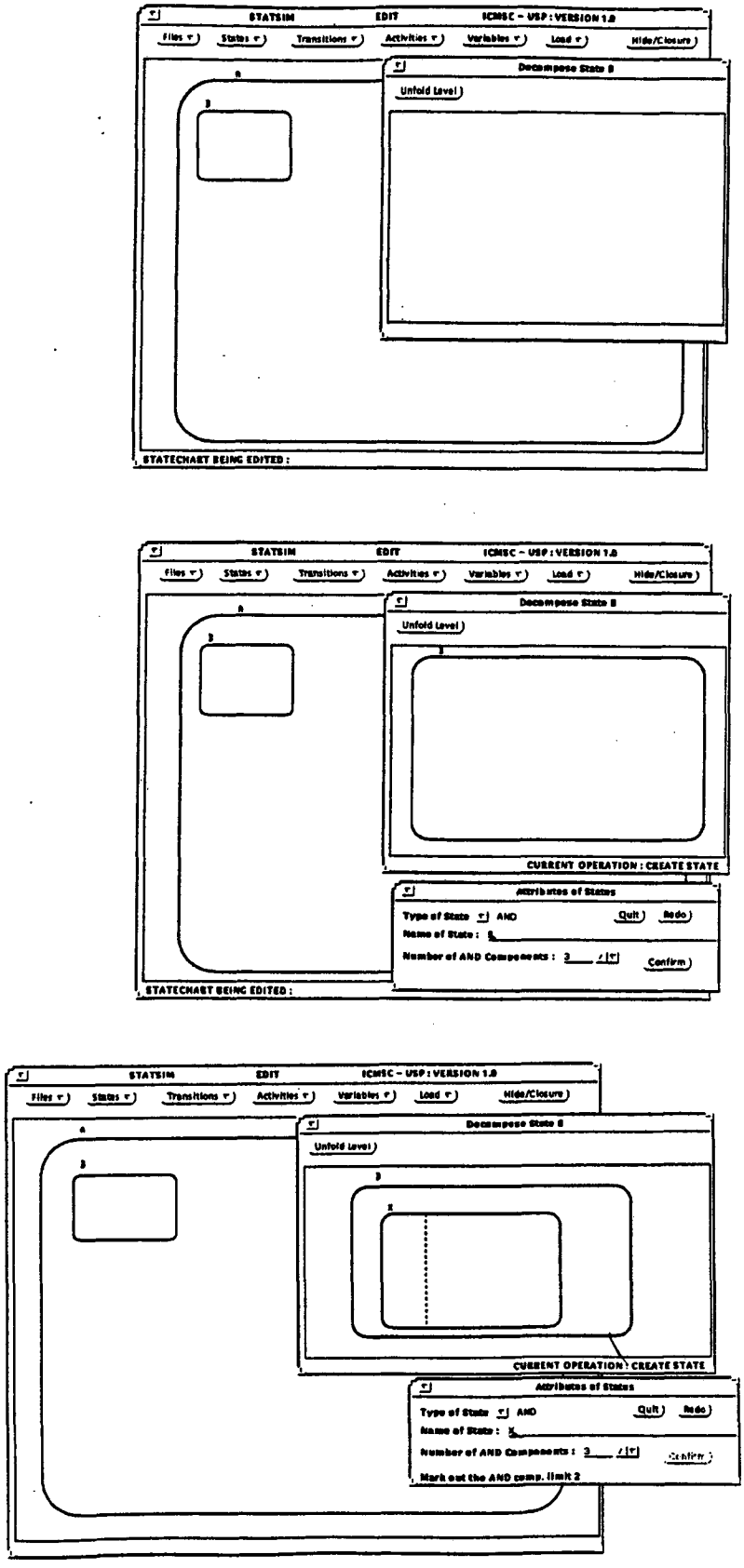

Figura 12 - Decomposição de estado

Uma tela, figura 10, é exibida solicitando que o estado a ser removido seja marcado. O rótulo desse estado deve ser marcado. Isso é feito posicionando-se o cursor do mouse sobre esse rótulo e pressionando-se o botão esquerdo. A confirmação dessa remoção é solicitada, pois todas as informações referentes a ele serão delidas bem como as transições a ele associadas.

<Query> - permite que se realize consulta sobre os estados que compõem o statechart.

Ao selecionar essa opção deve-se posicionar o cursor do mouse sobre o rótulo do estado desejado e pressionar o botão esquerdo. A partir daí uma janela é apresentada no canto superior direito da tela contendo as informações existentes sobre aquele estado. A figura 11 mostra as informações sobre o estado B.

<Decompose> - permite a decomposição de um estado.

Essa opção abre uma nova tela como mostra a figura 12. Deve-se posicionar o cursor no local da tela desejada para inciar o traçado do estado que está sendo decomposto. Quando termina-se o traçado a tela de atributos é colocada no canto superior direito. Deve-se transferir seu nome para a posição desejada. Em seguida procede-se como na criação de um estado, ou seja tem-se à disposição todas as opções de edição.

4.3. TRANSITIONS

O botão de **Transitions** contém as opções referentes às transições com as seguintes opções:

<Create>: permite a criação de transições de três tipos.

Se o botão direito do mouse for pressionado sobre essa opção, figura 13, pode-se escolher entre: **1:1** - cria transição com um estado origem e um estado destino; **Default** - cria transição que tem somente estado destino; **M:N** - cria transição com M estados origens e N estados destinos. Se o botão esquerdo do mouse for pressionado sobre **Create** a opção default é a criação de transiçào 1:1.

As transições são desenhadas através de toques sucessivos com o mouse na tela, descrevendo sua trajetória. O cursor do mouse deve ser colocado na posição inicial para o traçado da transição, isto é, ou estado origem ou algum ponto próximo ao estado destino no caso da transição ser do tipo Default.

<Default> : figura 14, essas transições não têm estado origem, somente estado destino. Indicam qual o primeiro estado que deve ser ativado quando da simulação de um statechart. Essas transições não têm rótulo. O início de uma transição default é qualquer ponto fora do estado que será o destino dessa transição.

Essas transições podem ter ou não ação associada. A ação é solicitada quando da criação da transição através da opção **Default/Action**, figura 14.

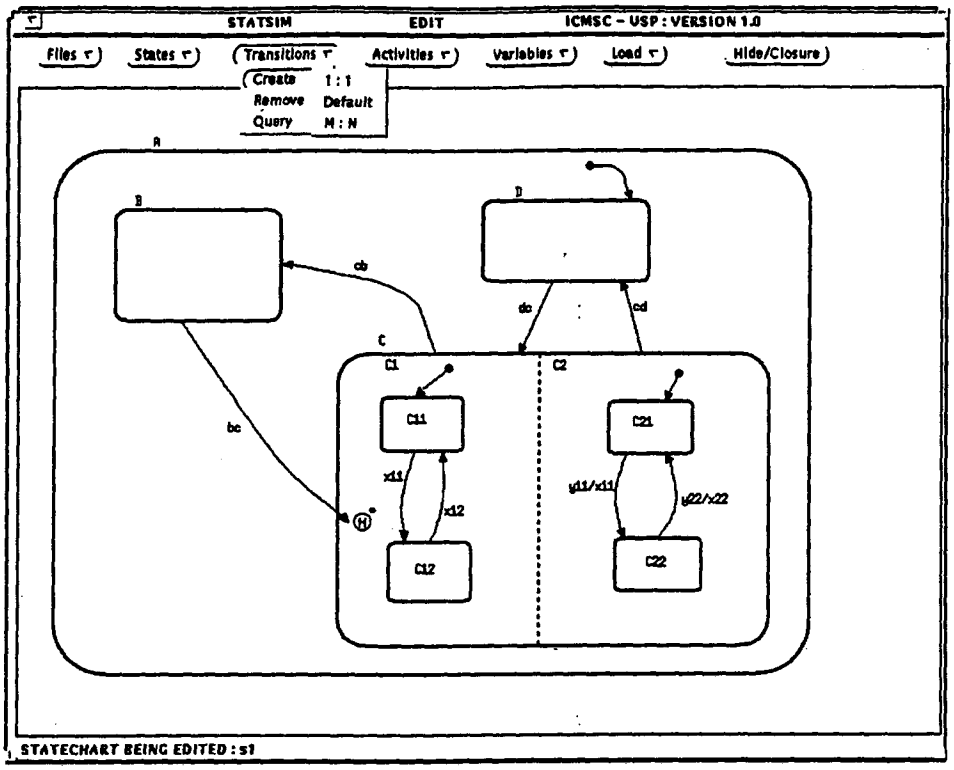

Figura 13 - Opções existentes em Create para transições

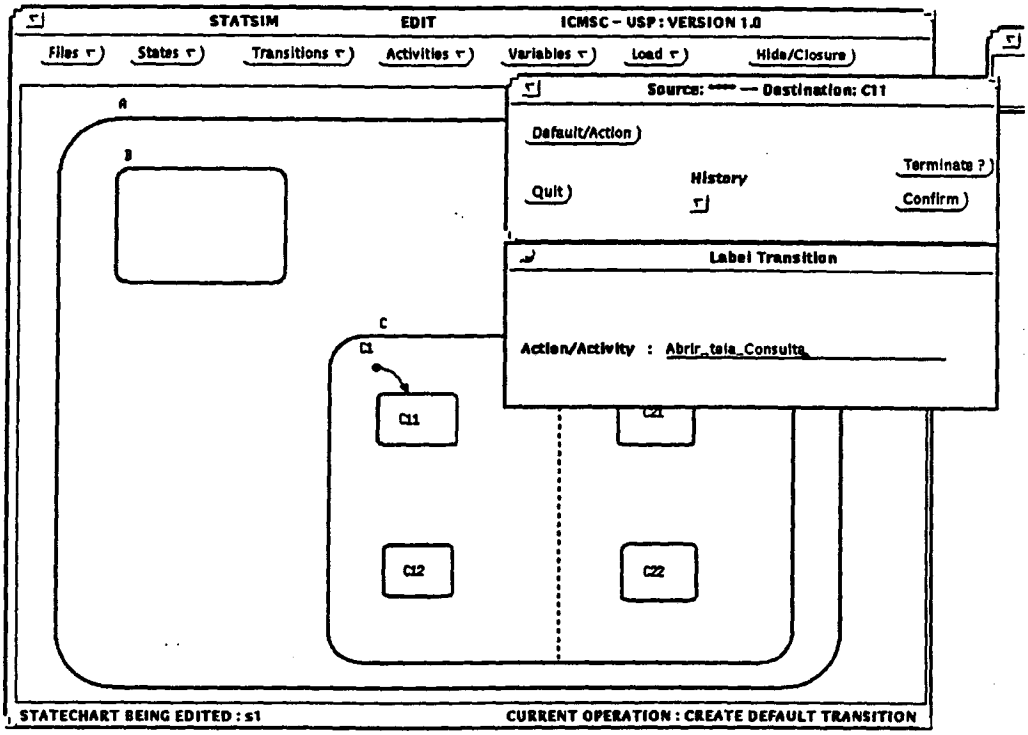

Figura 14 - Criação de transição Default

As regras para a criação de uma transição default com ação seguem as especificadas por Harel quando da descrição da semântica e sintaxe de statecharts, [Ha88].

As transições 1:1 e M:N requerem rótulos e eventos. Esses são nomes formados de no máximo quarenta caracteres alfanuméricos tanto minúsculos como maiúsculos, separados por underscore, não contendo espaços em branco e nem palavras reservadas.

As expressões envolvendo eventos são definidas de acordo com a gramática apresentada na tabela 1, item 2.3. São dados a seguir alguns exemplos de expressões permitidas:

s1 and s2; s1 or s2;
true(X1) ou tr(X1);
false (x1) ou fs(x1);
changed (t) ou ch(t) onde t é uma variável;
t_out (s1, 2): o evento especial t-out ocorre dois passos depois da ocorrência de s1;
true(true) representa a transição nula, lambda. Não tem evento associado;
true(t >= h): que quando t for maior ou igual à h esse evento será disparado;
a[in (S1)]: o evento a ocorre somente se o estado S1 estiver ativo.

<1:1> são as transições que partem de um único estado origem e chegam a um único estado destino. Essas transições têm um rótulo (label) que é descrito através dos atributos. Esses rótulos são expressões que obedecem às regras gramaticais expostas na tabela1, item 2.3 e 2.4.

Para se traçar uma transição 1:1 deve-se posicionar o cursor do mouse sobre uma das extremidades do estado origem e clicar, o botão esquerdo do mouse, nos pontos desejados. Quando uma das extremidades do estado destino for alcançado a spline será traçada e uma janela solicitando os atributos dessa transição será apresentada no canto superior direito da tela, figura 15a.

As transições podem ser primitivas ou compostas. As primitivas, figura 15a, são aquelas que possuem somente um rótulo (label) que corresponde ao nome do evento ou combinação de eventos (expressão) que causa o seu disparo.

As transições compostas, figura 15b, possuem um rótulo (label), o evento associado que causa o seu disparo e a ação. Essa ação será disparada simultaneamente quando do disparo do evento. Dessa forma tem-se, em um único passo, possibilidade do disparo de diversas transições e consequentemente a mudança de diversos estados. O rótulo pode ser o próprio evento.

Como pode-se observar pelas figuras 15a e 15b, existem as opções:

<Terminate?>: permite que uma transição seja finalizada em qualquer ponto que não seja a extremidade de um estado, figura 16. Essa operação é selecionada quando o cursor do mouse estiver sobre ela, pressionando-se o botão esquerdo do mouse .

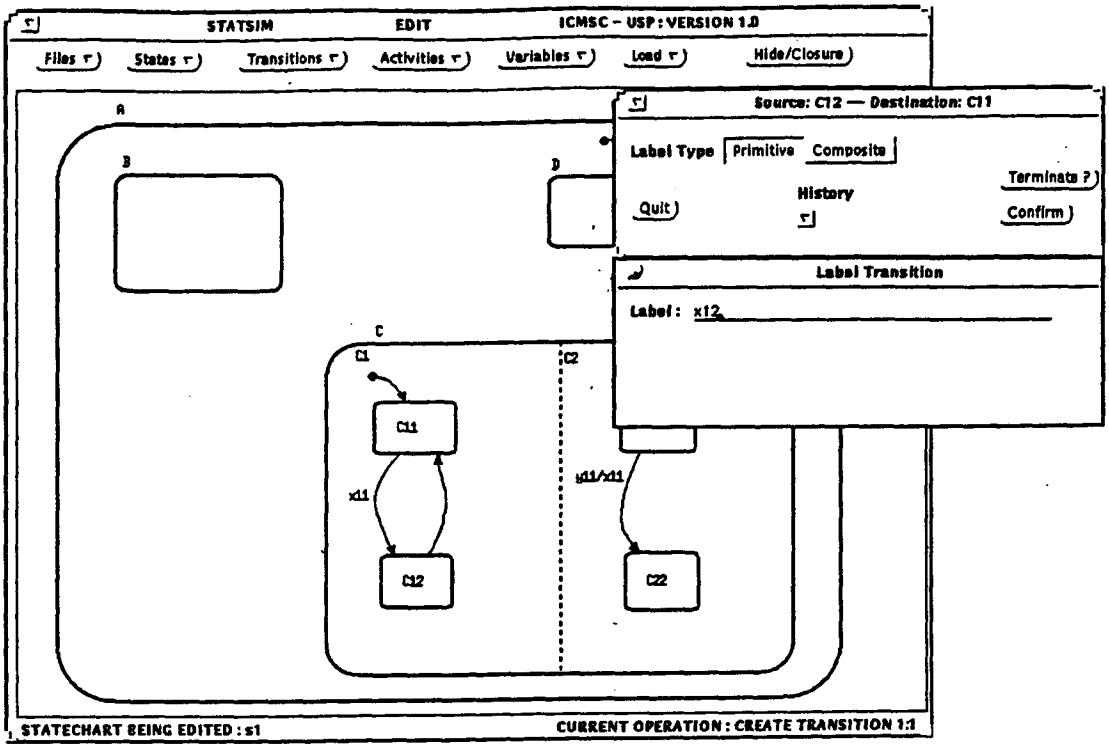

Figura 15a - Transição Primitiva

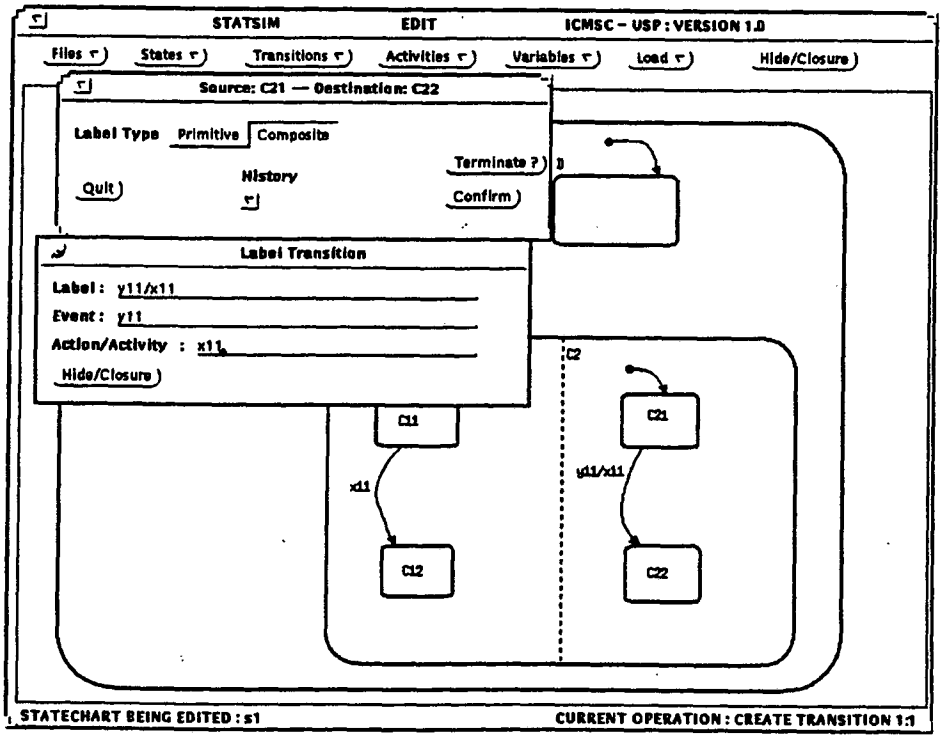

Figura 15b - Transição composta

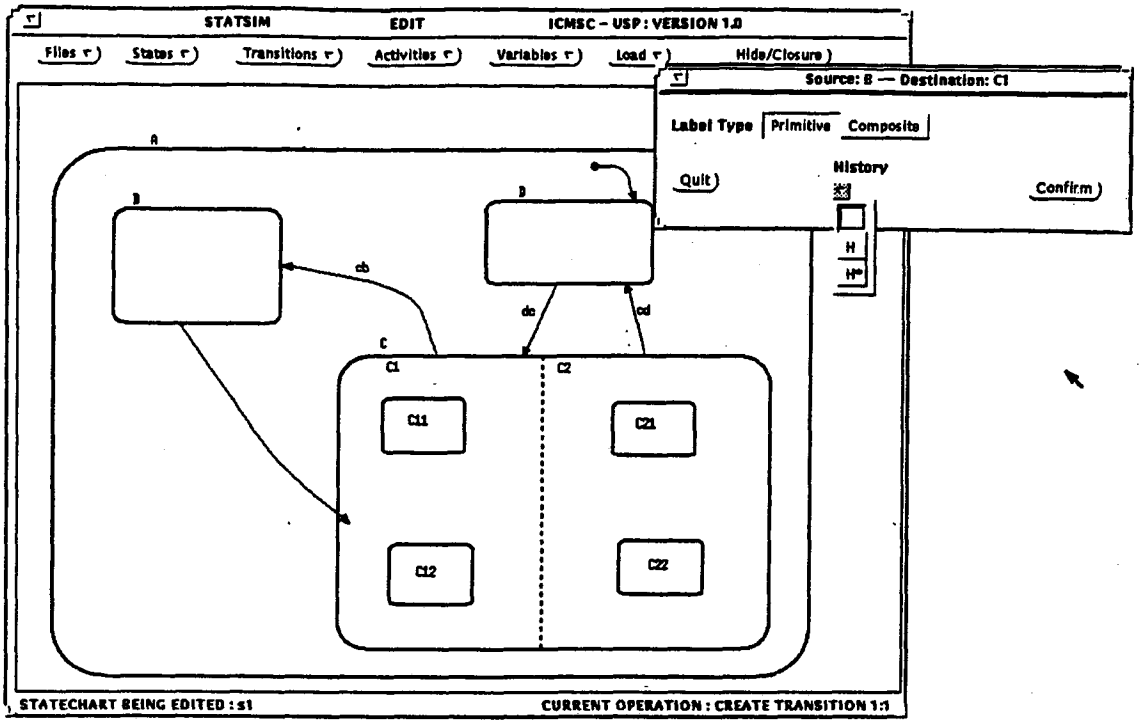

Figura 16 - História para Transição

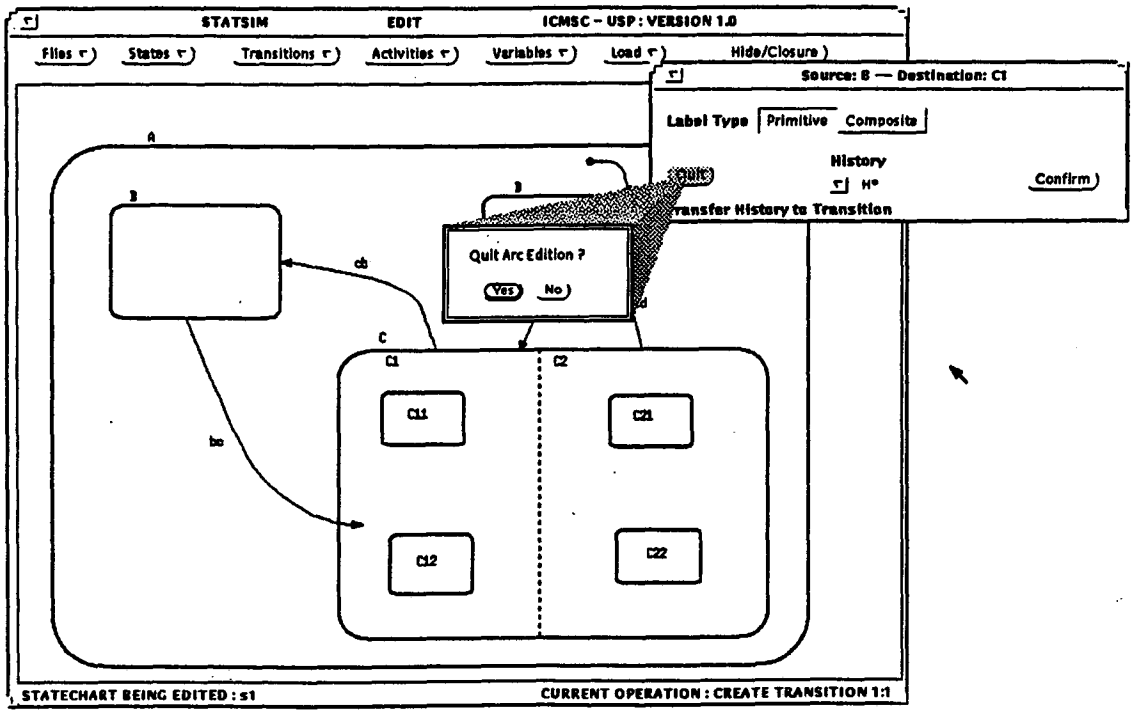

Figura 17 - Opção Quit

<History>: adicionar história à transição. Como definido por Harel pode-se ter H (história rasa, ou simples) ou H* (história em todos os níveis ou recursiva), que são vistas pressionando-se o botão direito do mouse. A escolha de uma das opções é feita posicionando-se o cursor do mouse sobre aquela desejada e pressionando seu botão esquerdo, figura 16.

<Quit>: abandonar a operação em curso, ou seja, a criação de uma transição, figura 17. É solicitada a confirmação ou não ao usuário dessa operação. Se a operação for confirmada **Yes** é escolhido. A transição desenhada é apagada da tela e todos os atributos fornecidos serão desconsiderados. Caso contrário, **No** é selecionada e a operação de abandono é ignorada.

O nome da transição deve ser colocado na posição desejada. Isso se faz após ter fornecido o nome colocando-se o cursor do mouse na posição em que se deseja que ele fique e clicando-se o botão esquerdo.

A opção **<Confirm>** deve ser escolhida depois de fornecidos todos os atributos, transferido o nome para a respectiva transição e todas as opções terem sido realizadas. Se **<Confirm>** for selecionada antes da transferência do nome uma mensagem de alerta é apresentada ao usuário como mostra a figura 18.

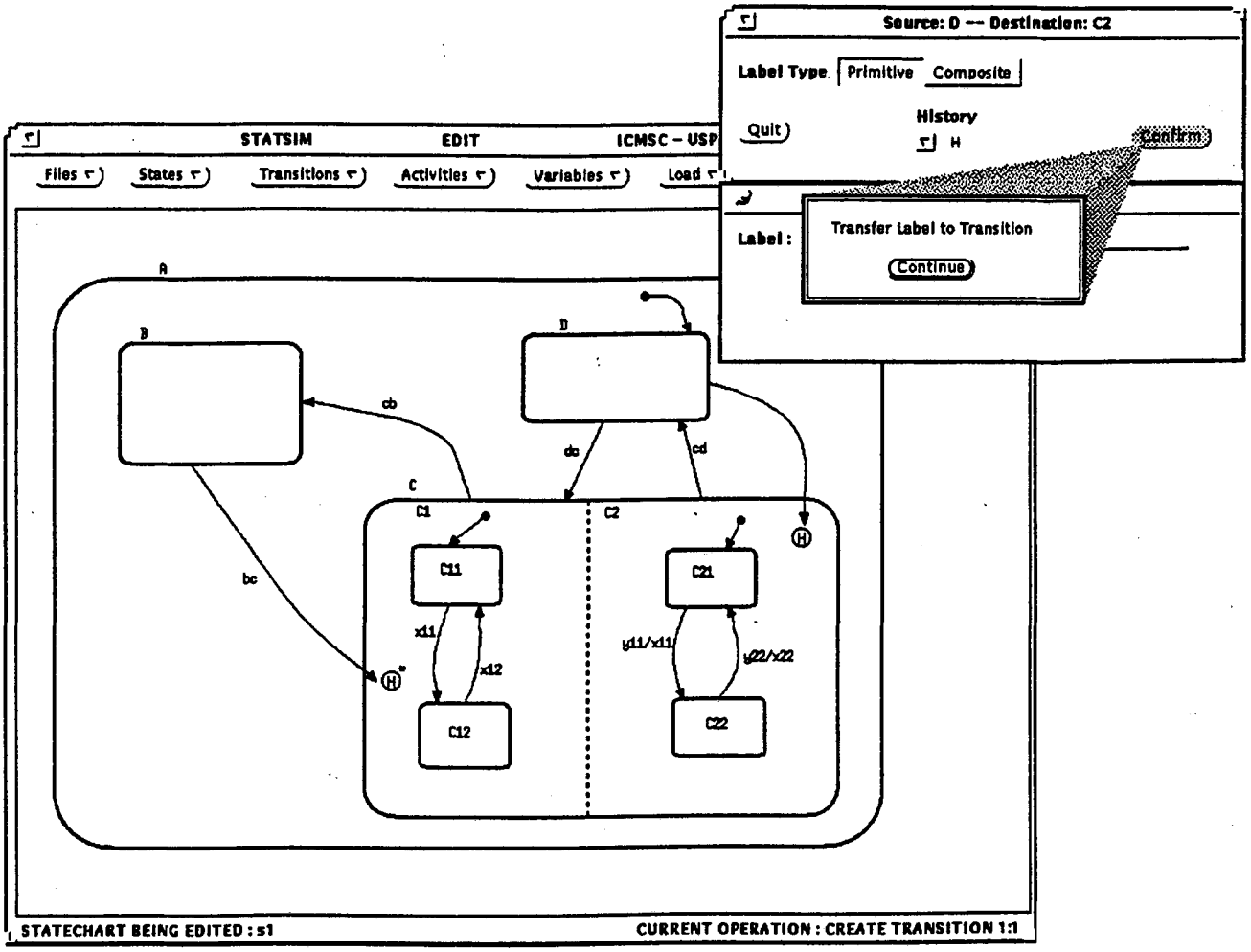

Figura 18 - Mensagem apresentada quando um rótulo não é transferido para a respectiva transição

<M:N> - são transições que podem ter um ou mais estados-origem e um ou mais estados-destinos.

A transição 2:3 significa que existem dois estados origem e três estados destino.

Para traçar uma transição M:M deve-se marcar o ponto de intersecção dos arcos. Traça-se o arco da origem até a intersecção e depois completa-se até o destino. A figura 19 mostra a janela que solicita o número de estados que estão envolvidos com essa transição. Ao ser dado **<Confirm>** é solicitado que se marque o ponto de intersecção e depois passa-se ao traçado dos arcos que compõem a transição. Os nomes seguem as mesmas regras expostas anteriormente.

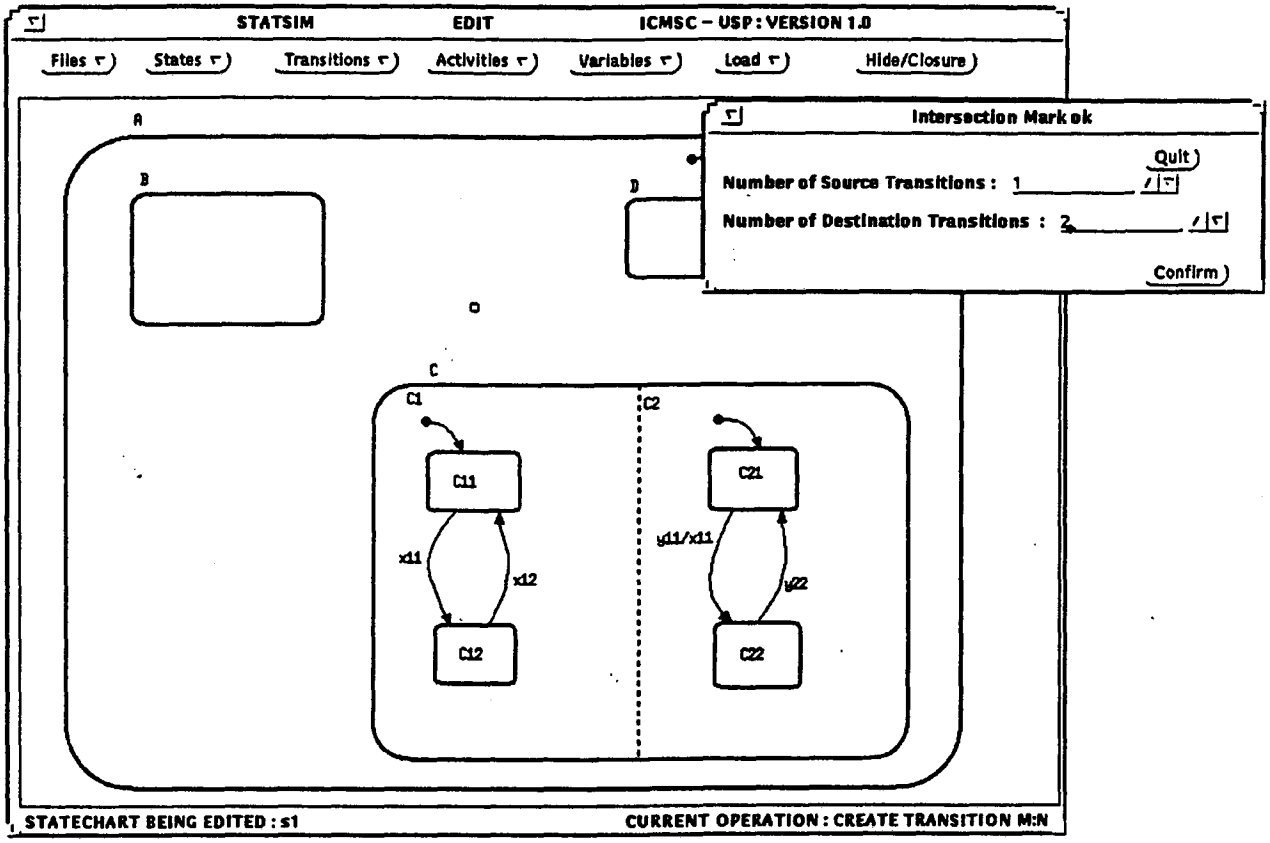

Figura 19 - Transição M:N

<Remove> - permite que se remova uma transição de qualquer tipo.

A figura 20 mostra as opções existentes para a remoção de transições, isso é conseguido com o cursor sobre a operação **<Remove>** clicando-se o botão direito do mouse. O tipo de transição a ser delida deve ser escolhida. Posiciona-se o cursor do mouse sobre o tipo desejado, **<Default>** , **<1:1>** ou **<M:N>**, e pressiona-se o botão esquerdo do mouse. Em seguida aparecerá uma janela notificando o que se deve fazer.

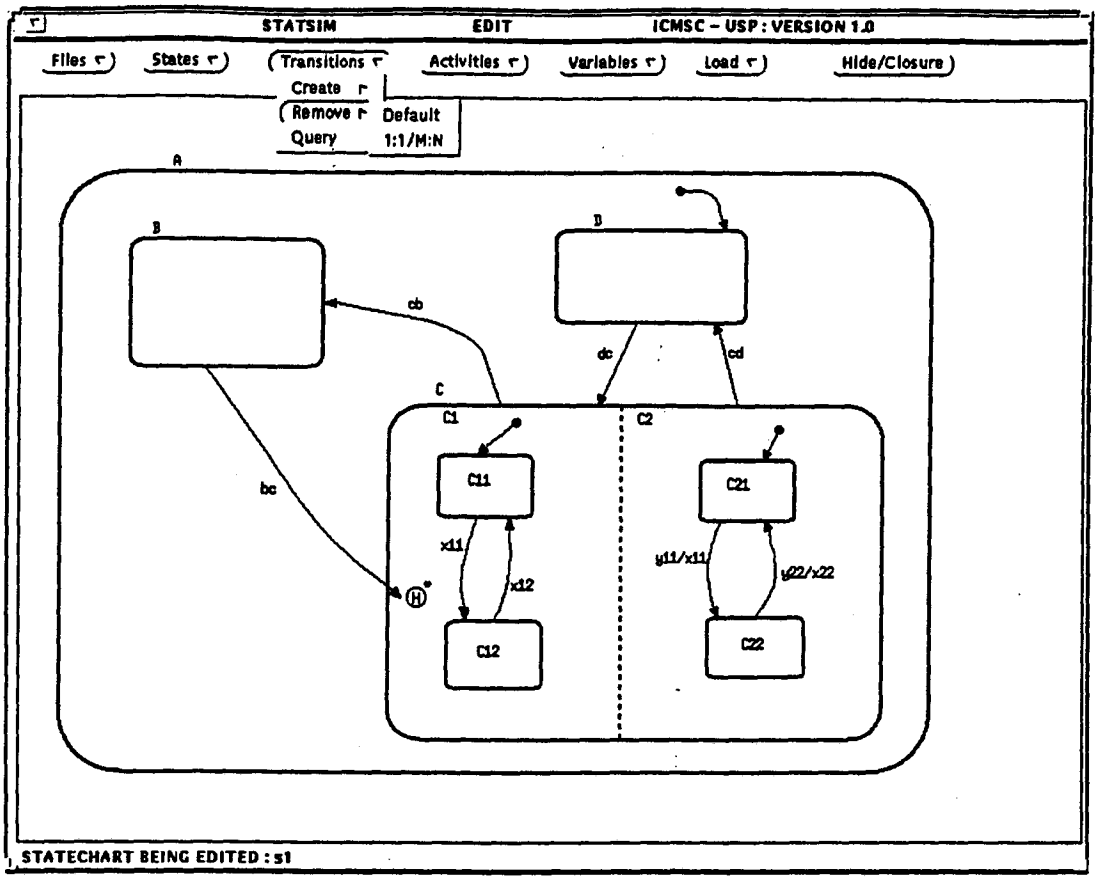

Figura 20 - Remoção de transições

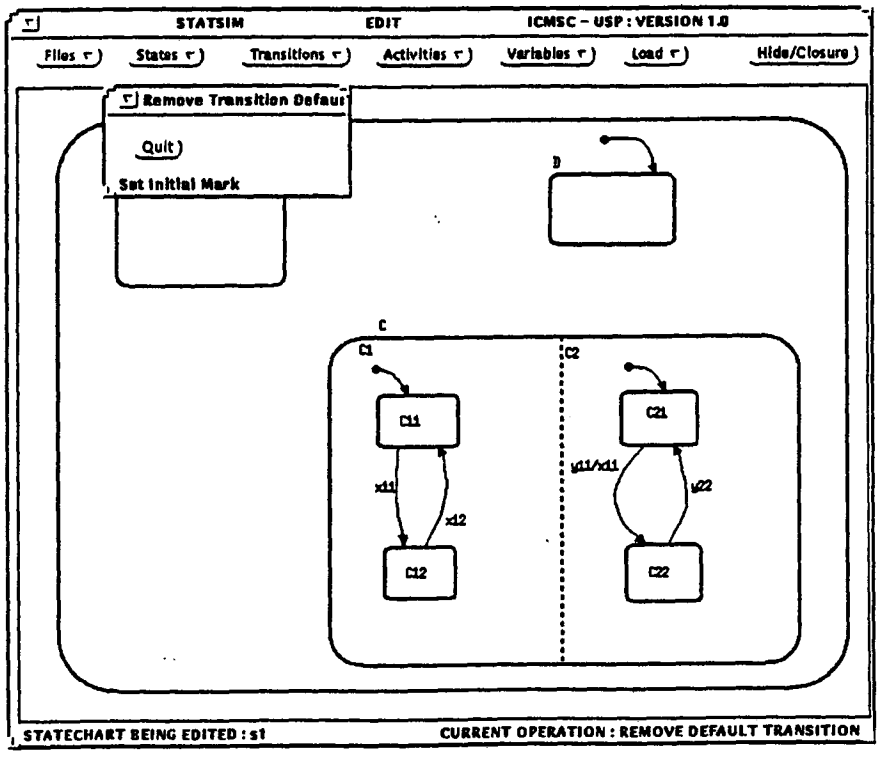

Figura 21 - Remoção de Transição Default

A figura 21 mostra a remoção de uma transição default. A mensagem exibida na janela solicita que seja marcado o ponto inicial da transição. Para isso deve-se posicionar o cursor sobre o ponto inicial e pressionar o botão esquerdo do mouse. Uma outra janela solicitando a confirmação dessa remoção é apresentada. Se o usuário a confirmar, **<Yes>** deve ser pressionado; dessa forma a transição será apagada do statechart em edição, bem como todas as informações relativas a ela. Caso contrário, **<No>** é escolhido e a operação de remoção é abandonada.

A figura 22 apresenta a remoção de uma transição 1:1, o mesmo procedimento é utilizado para transição M:N. Nesse caso, deve-se selecionar o rótulo da transição a ser delida. Deve-se posicionar o cursor sobre o rótulo da transição escolhida e pressionar o botão esquerdo do mouse. Uma mensagem de alerta é enviada, solicitando a confirmação da operação. Para confirmar clica-se **<Remove>**. Da mesma forma que uma transição default, ela será apagada do statechart que está sendo editado, na tela, e todas as informações relacionadas a ela também serão apagadas. Para cancelar a operação, isto é, caso não queira apagar a transição, escolhe-se **<Cancel>**.

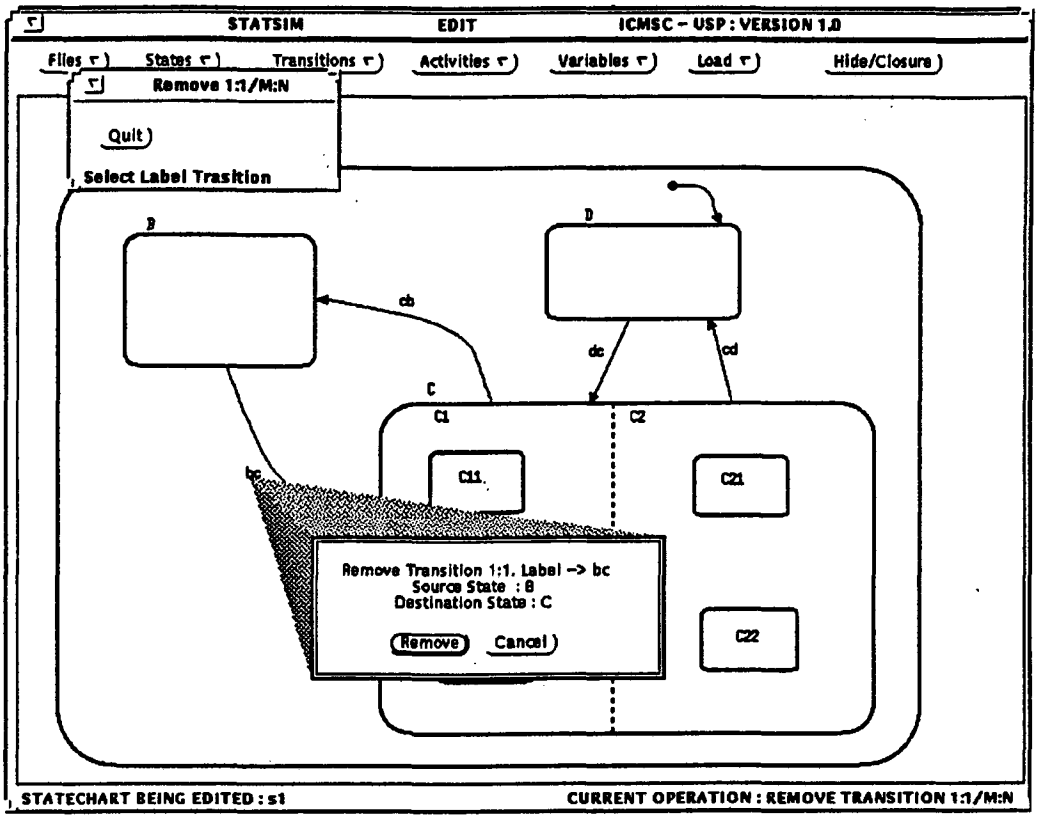

Figura 22 - Remoção de transição 1:1 ou M:N

<Query> - permite que se realize consultas sobre as transições que compõem o statechart.

Deve-se posicionar o cursor sobre o rótulo da transição que se deseja consultar e clicar o botão esquerdo do mouse. Uma janela no canto superior direito

da tela é criada contendo as informações relacionadas com a transição escolhida como mostra a figura 23. Pode-se consultar transições 1:1 e M:N.

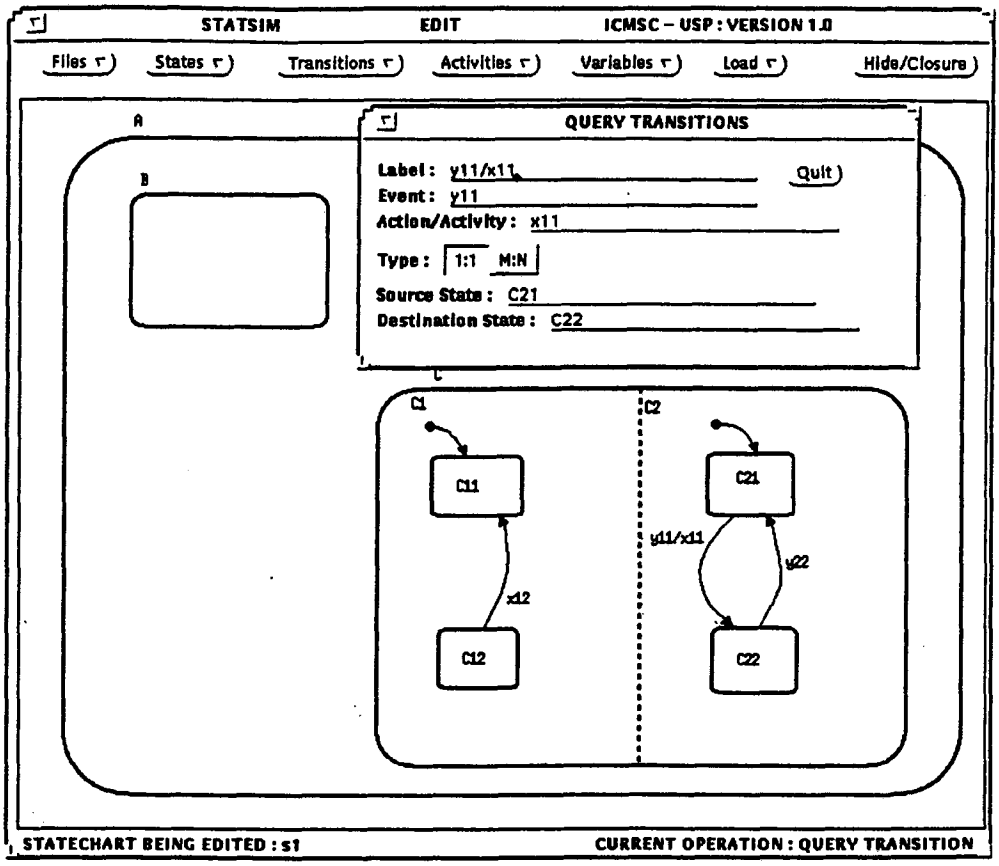

Figura 23 - Opção Query para transições

4.4 ACTIVITIES

Permite a inserção e remoção de atividades em estados.

<Insert> - permite que sejam inseridas atividades em estados já editados. figura 24.

Quando essa opção for selecionada deve-se clicar o estado no qual se deseja inserir atividades. Tendo selecionado um estado, serão exibidas a tela da opção **<Query>** para estados, apresentando todas as informações relativas ao estado, e a tela para inserção de atividades quando um estado está sendo editado, figura 25. A tela **<Atributes of Activities>** tem a mesma função já descrita anteriormente quando a opção **<States>** é selecionada. Deve-se escolher o tipo da atividade entre as opções **<DO>**, **<ENTRY>** ou **<EXIT>**, digitar o nome da atividade, clicar **<Confirm>** e quando não existir mais atividades a serem inseridas clicar **<End>**. Em seguida deve-se fechar a tela que apresenta as informações sobre estado, clicando-se **<Quit>**.

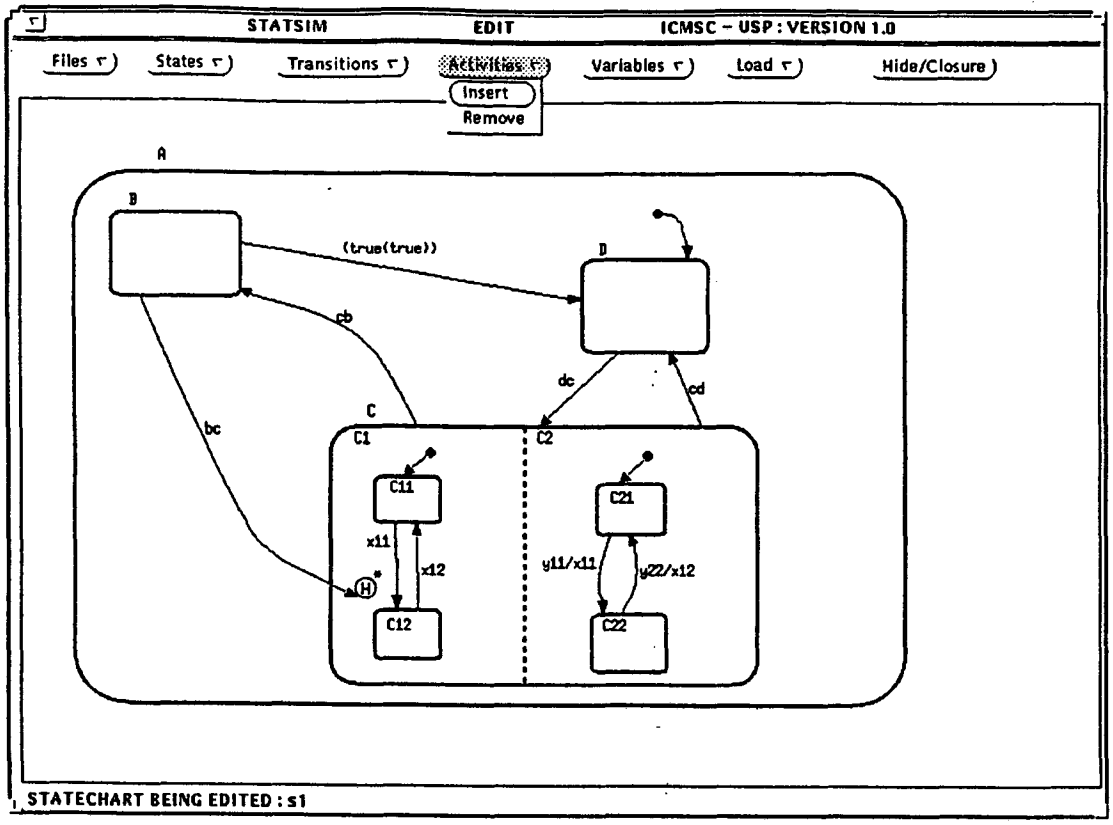

Figura 24 - Opções existentes em Activities

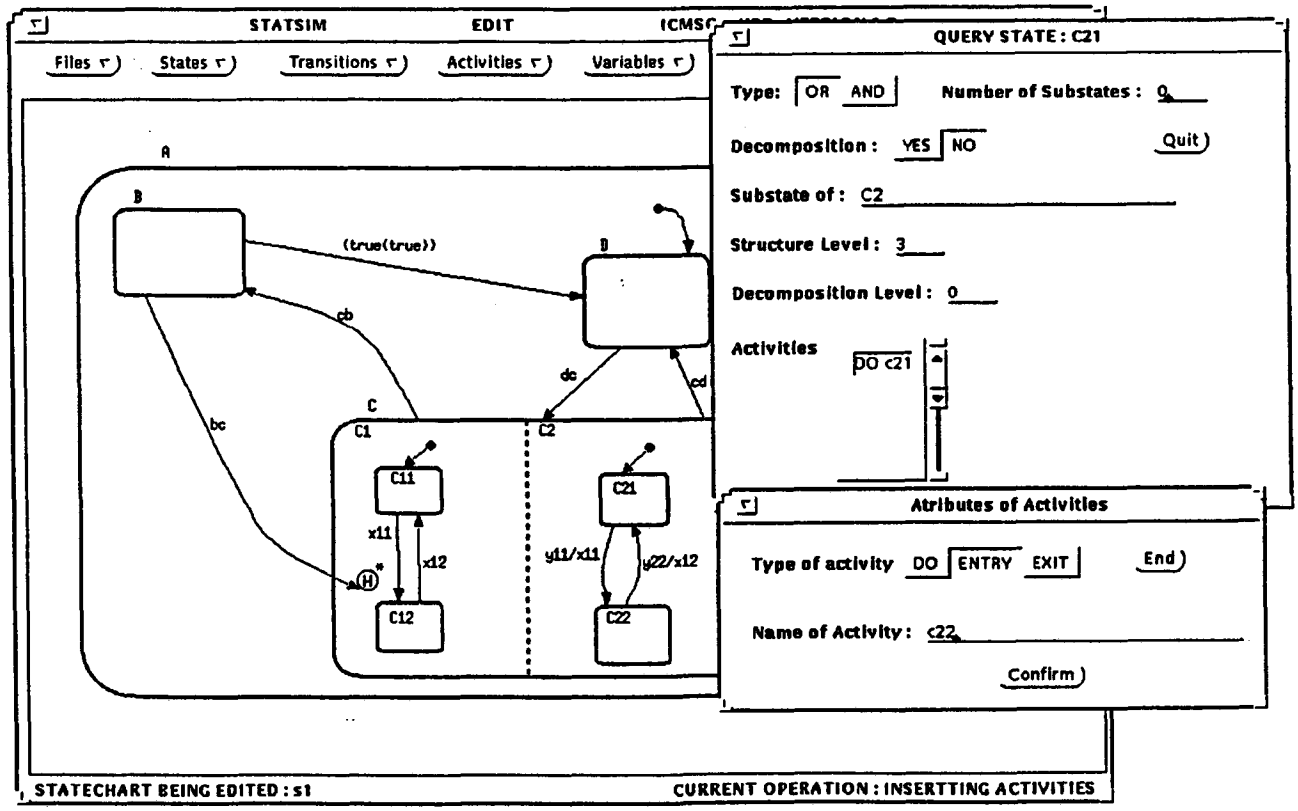

Figura 25 - Inserção de Atividades

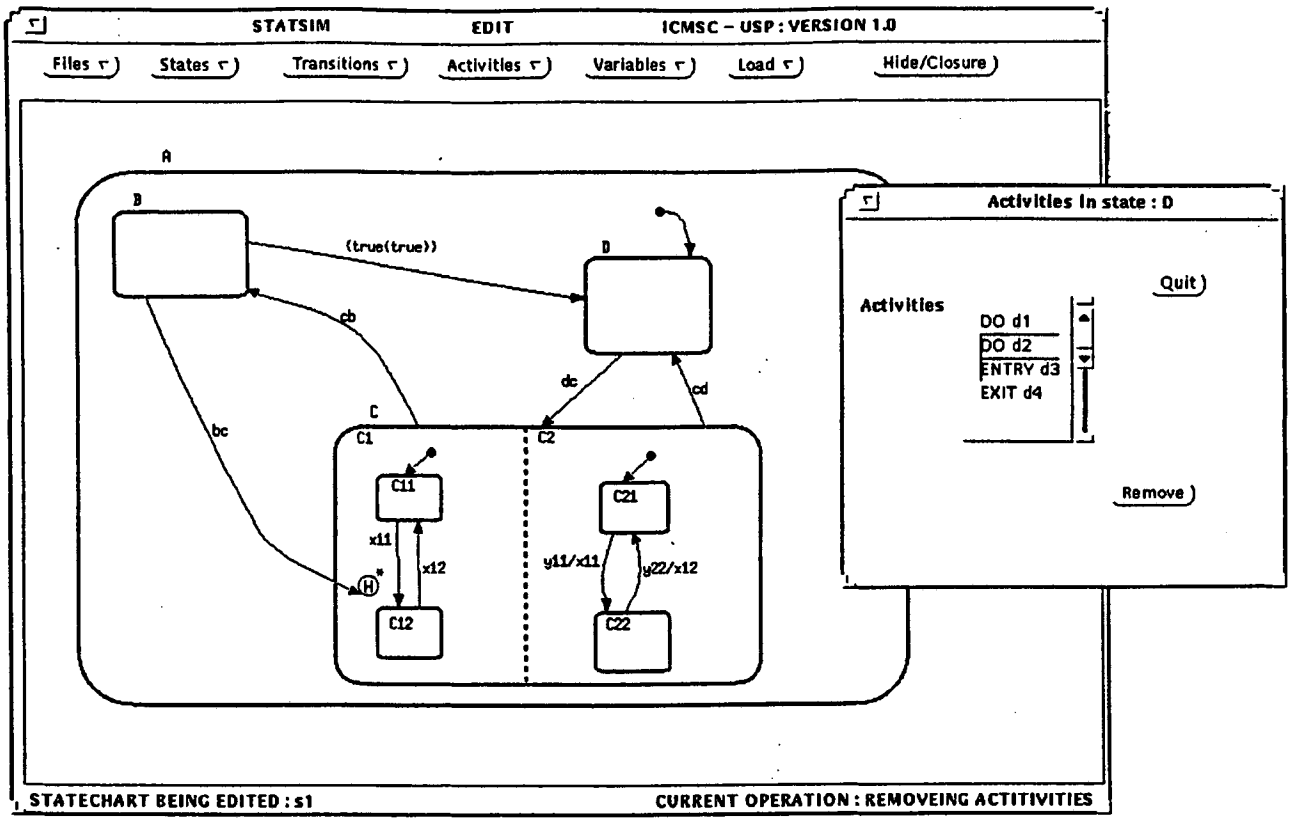

Figura 26 - Remoção de Atividades

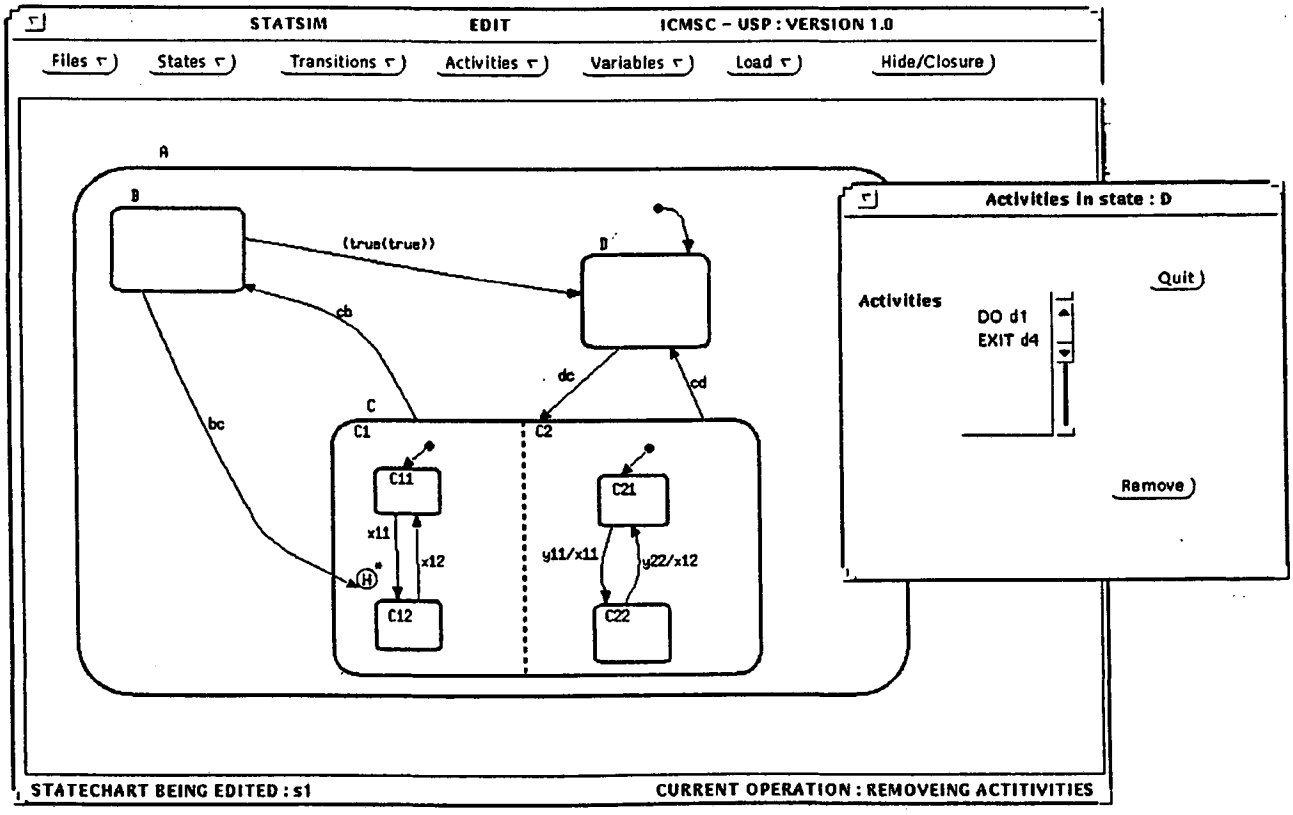

Figura 27 - Tela após a retirada de atividades

<Remove> - permite que sejam retiradas atividades de estados que foram inseridas anteriormente., figura 26.

Quando essa opção é selecionada, deve-se clicar o estado que tem atividades que devem ser removidas. Uma tela intitulada **<Activities in state: xx>** será exibida, contendo todas as atividades associadas a esse estado. Deve-se selecionar através do mouse a(s) atividade(s) que se deseja retirar e em seguida pressionar o botão **<Remove>**. Nesse instante as atividades são delidas da base de dados

e retiradas da tela apresentada. A figura 27 mostra a situação da tela depois que as atividades DO d2 e ENTRY d3 foram retiradas do estado D.

Para abandonar essa opção deve-se pressionar o botão **<Quit>**.

4.5 VARIABLES

O botão **Variables** contém as opções referentes a variáveis.

A figura 28 mostra as opções existentes para se tratar com variáveis. Posicionando-se o cursor do mouse sobre essa operação e clicando-se o seu botão direito as opções serão exibidas.

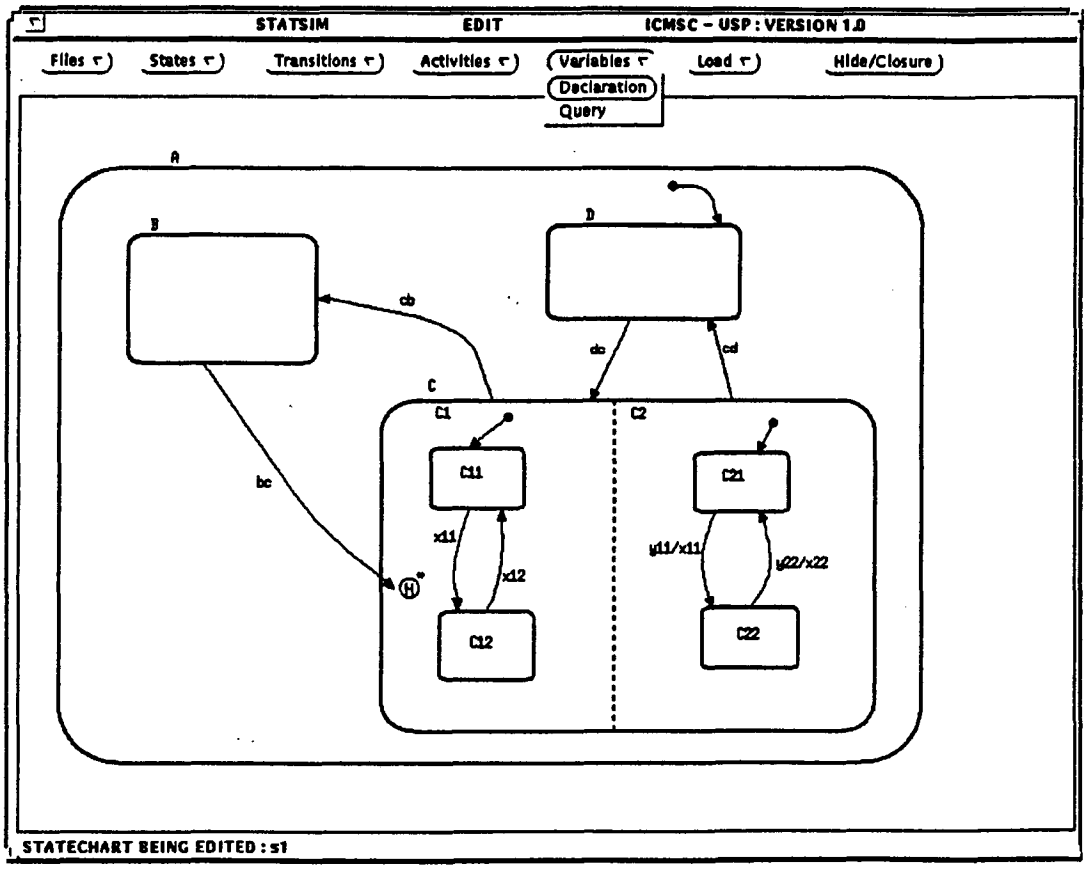

Figura 28 - Tela com a opção Variables

<Declaration> - para declarar variáveis.

A figura 29 mostra a janela que é exibida para a declaração de variáveis. Deve-se escolher o tipo da variável e dar seu nome. As regras para o nome seguem as mencionadas para nomes de estados e transições como mostrada na tabela 1, item 2.4 na parte relativa às variáveis. Após a declaração de cada variável deve-se pressionar **<Return>** e para fechar a janela, depois que todas as variáveis foram declaradas, deve-se posicionar o mouse sobre o botão da janela e clica-lo .

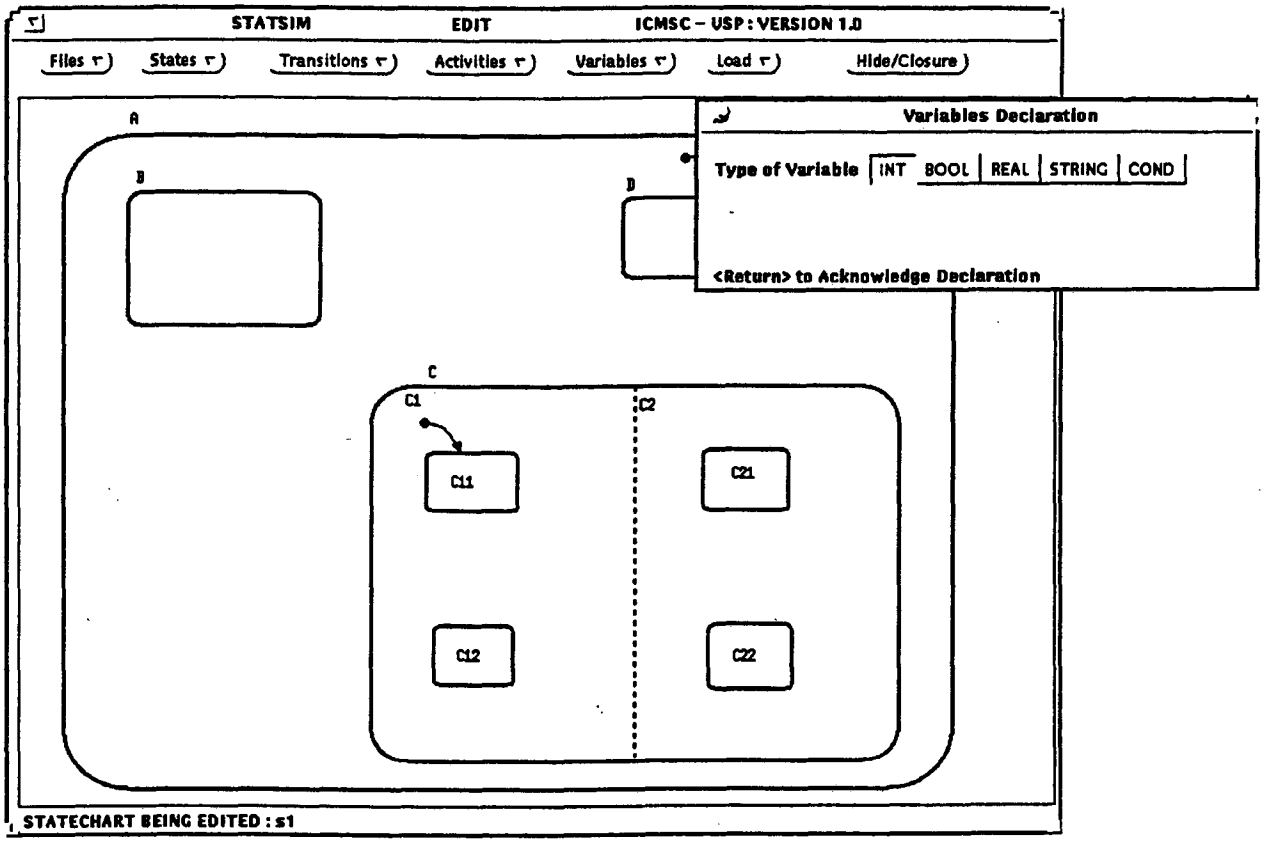

Figura 29 - Janela para Declaração de Variáveis

<Query> - permite a consulta às variaveis declaradas.

A figura 30 mostra a janela exibindo as variáveisl declaradas, seu tipo e valor. Para encerrar a operação deve-se colocar o cursor sobre a opção **<Quit>** e pressionar o botão esquerdo do mouse.

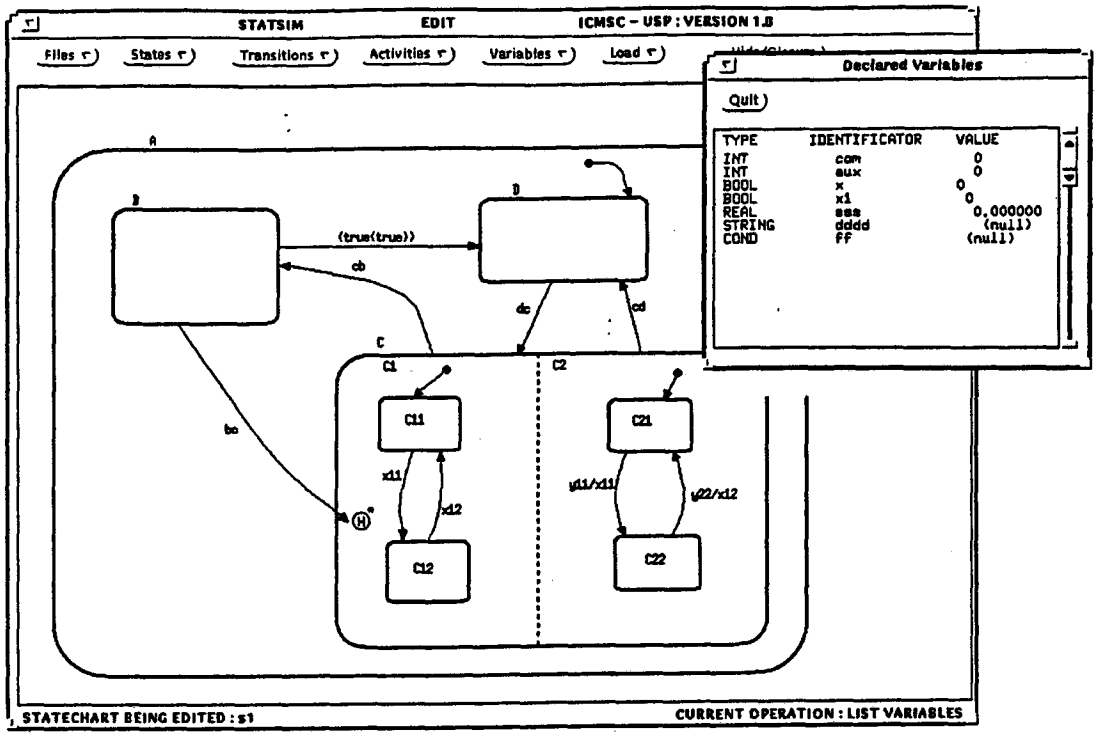

Figura 30- Query para a operação Variables

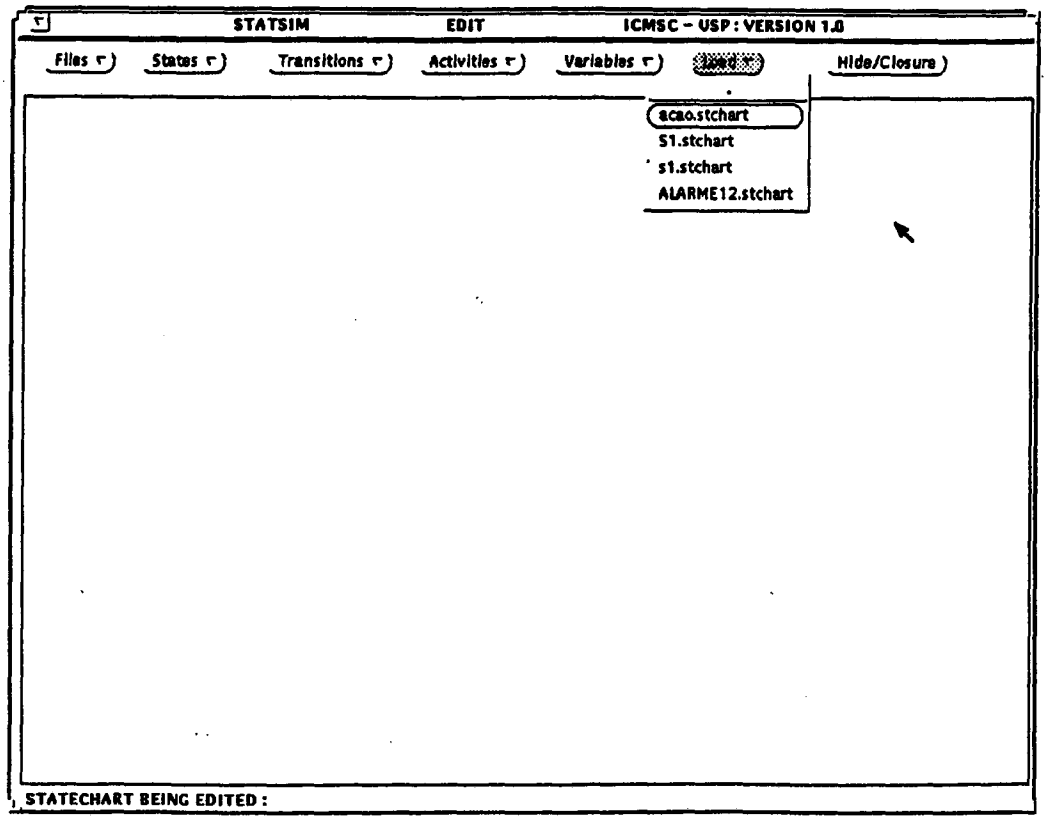

Figura 31 - Opção Load

4.6 LOAD

O botão **<Load>** carrega um statechart armazenado na base de dados para a memória. Posicionando-se o cursor do mouse sobre essa operação e pressionando-se o botão direito serão exibidos todos os statecharts já editados. Posicionando-se o cursor sobre o nome do statechart desejado e pressionando-se o botão esquerdo do mouse ele será exibido na tela. O nome do statechart carregado aparece no rodapé da tela, figura 31.

4.7 HIDE/CLOSURE

O botão **<Hide/Closure>** permite que os eventos internos sejam ocultados da tabela de eventos que podem ser disparados. Dessa forma quando essa operação é escolhida uma lista de todos os eventos editados é apresentada durante a simulação e o usuário seleciona aquelas que devem funcionar somente como evento interno. A seleção é realizada posicionando-se o cursor sobre o nome do evento desejado e pressionando-se o botão **<Confirm>** para escondê-la, figura 32. Se as variáveis já estiverem marcadas e deseja-se abandonar a operação, deve-se posicionar o cursor sobre a opção **<Quit>**. Se uma variável está marcada e não se deseja mais escondê-la deve desmarcá-la, isso é, posicionar o cursor sobre ela e pressionar o botão esquerco do mouse e depois escolher a opção **<Confirm>**.

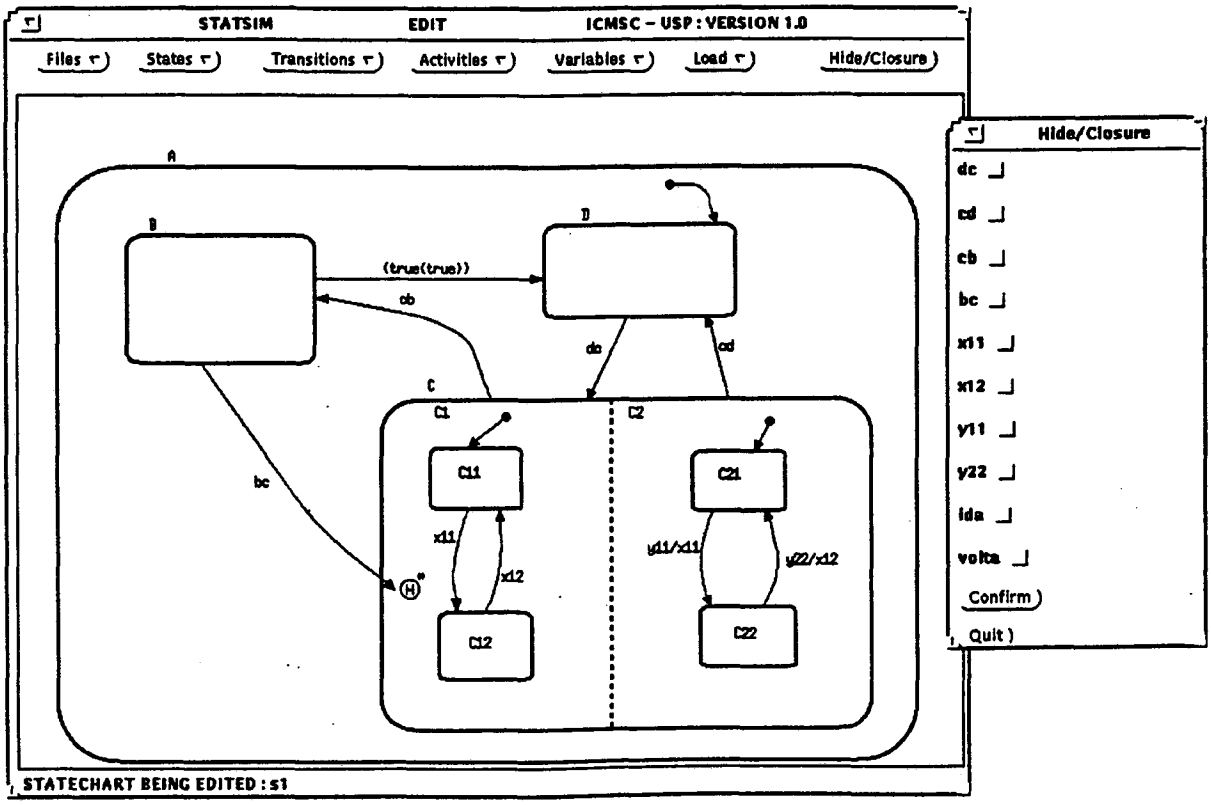

Figura 32 - Opção Hide/Closure

5. SIMULADOR DO STATSIM

O módulo de simulação é ativado escolhendo-se a opção **Simulate** quando o menu, mostrado na figura 2, for apresentado. Este módulo tem as operações: para manipulação de arquivos (Files), para exibição da simulação de estados decompostos (Decompose), para obtenção de informações a respeito dos componentes do statechart (Information), manipulação de variáveis (Variables), para inicializar o statechart (Default Configuration), sobre os modos de simulação (Simulation) e diversas opções para ocultamento de variaveis, refresh, show-log e outras (Miscellaneous).

5.1 FILES

O botão **Files** contém as opções como mostra a figura 33:

<Load> - para carregar um statechart da base de dados para a memória.

Apresenta um menu com todos os statecharts armazenados na base de dados. Para o carregamento do statechart desejado, deve-se posicionar o cursor sobre o nome desejado e pressionar o botão esquerdo do mouse. Em seguida, o statechart será exibido na tela podendo-se iniciar sua simulação. Os statecharts armazenados, como mostra a figura 33 são: acao, S1, s1, ALARME12 e o s1 é que será carregado.

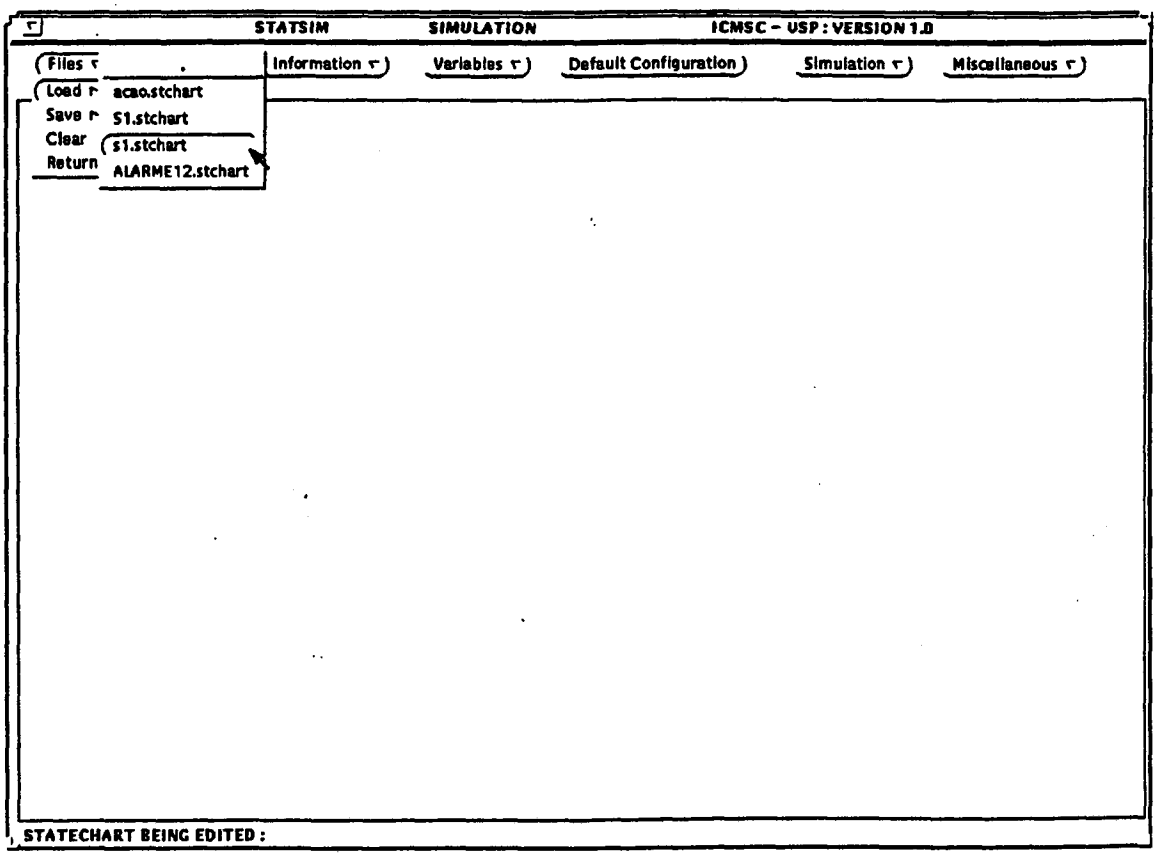

Figura 33 - Opções existentes no File - modo de simulação

<Save> - para salvar um statechart que está sendo simulado.

A configuração atual do statechart em simulação é salva, isso pode ser feito de dois modos:

<save as new statechart> - é solicitado um nome para o statechat que será armazenado na base de dados.

<overwrite> - será gravado com o nome já existente sobrepondo o anterior.

<Clear> - para limpar a tela de simulação.

<Return> - retorna ao nível anterior.

Uma janela é exibida ao usuário com a mensagem mostrada na figura 34. Se o usuário deseja abandonar o módulo de simulação a opção escolhida deve ser **<Quit Simulation>**; caso decida permanecer nesse módulo, deve abandonar a operação escolhendo **<Quit>**.

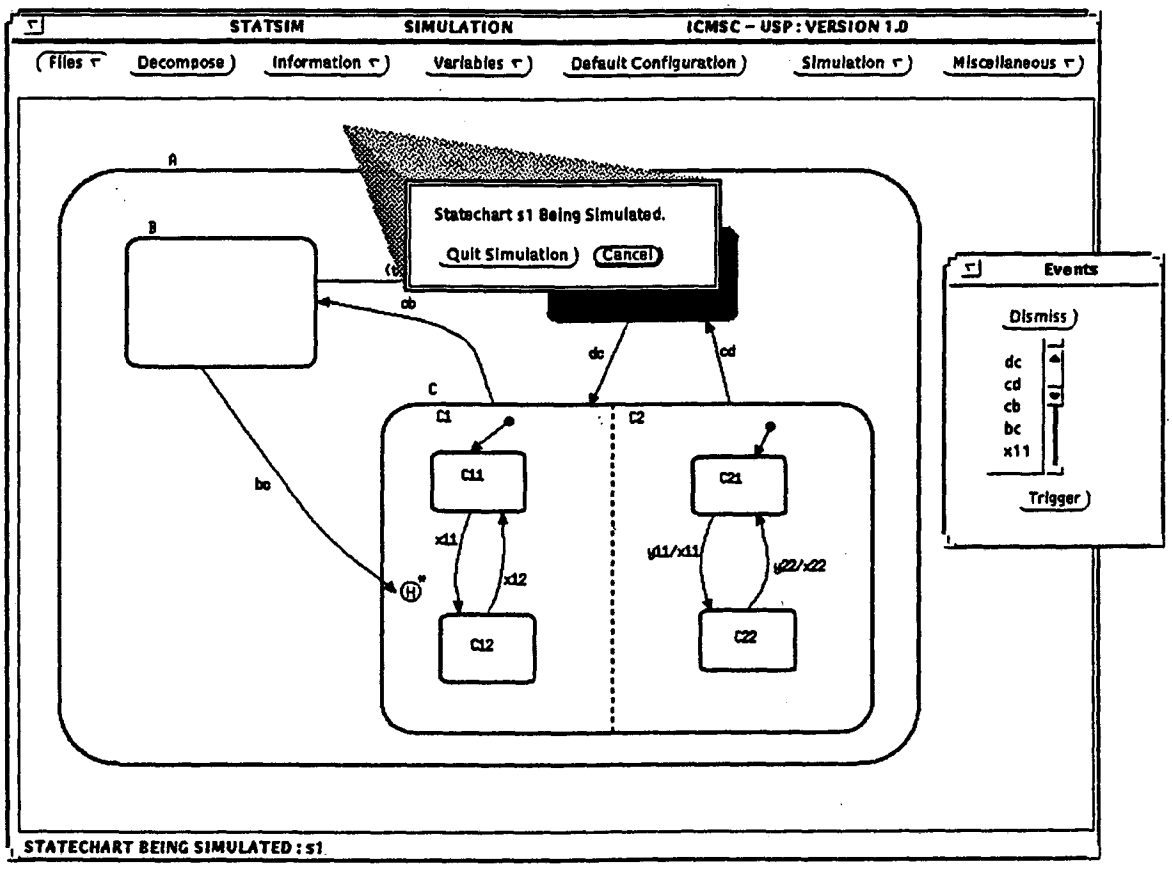

Figura 34- Mensagem apresentada quando a opção Return é selecionada

5.2 DECOMPOSE

<Decompose> - exibe os estados decompostos. Através dessa opção pode-se acompanhar a ativação dos estados que foram decompostos. Uma tela exibindo os componentes do estado decomposto é sobreposta, parcialmente, sobre a inicial, figura 35.

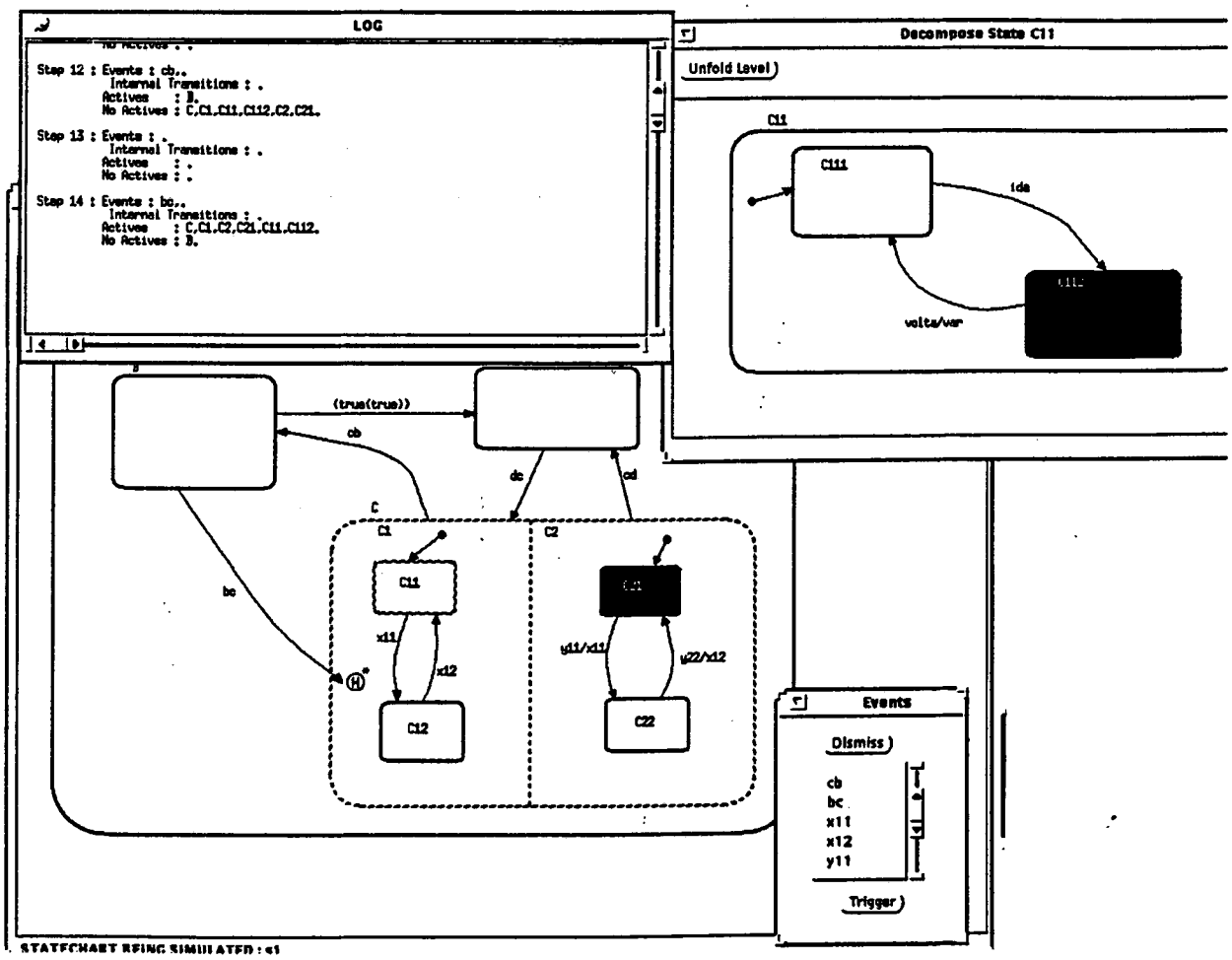

Figura 35 - Opção Decompose no modo de simulação

5.3 INFORMATION

<Information> - exibe informações relacionadas aos estados, transições e quanto a ativação ou não de um estado.

A figura 36 mostra o menu com as opções possíveis. Para escolher a opção desejada deve-se posicionar o cursor sobre ela e clicar o botão esquerdo do mouse.

Desejando-se informações sobre os estados, após a escolha da opção **<State>** deve-se posicionar o cursor sobre o rótulo do estado que se deseja as informações e pressionar o botão esquerdo do mouse. Aparecerá uma tela como a mostrada na figura 37 com todas as informações sobre o estado escolhido. O mesmo procedimento usa-se para as transições. Essa opção mostra as mesmas informações sobre estados e transições que a opção Query existente no modo de edição de statecharts.

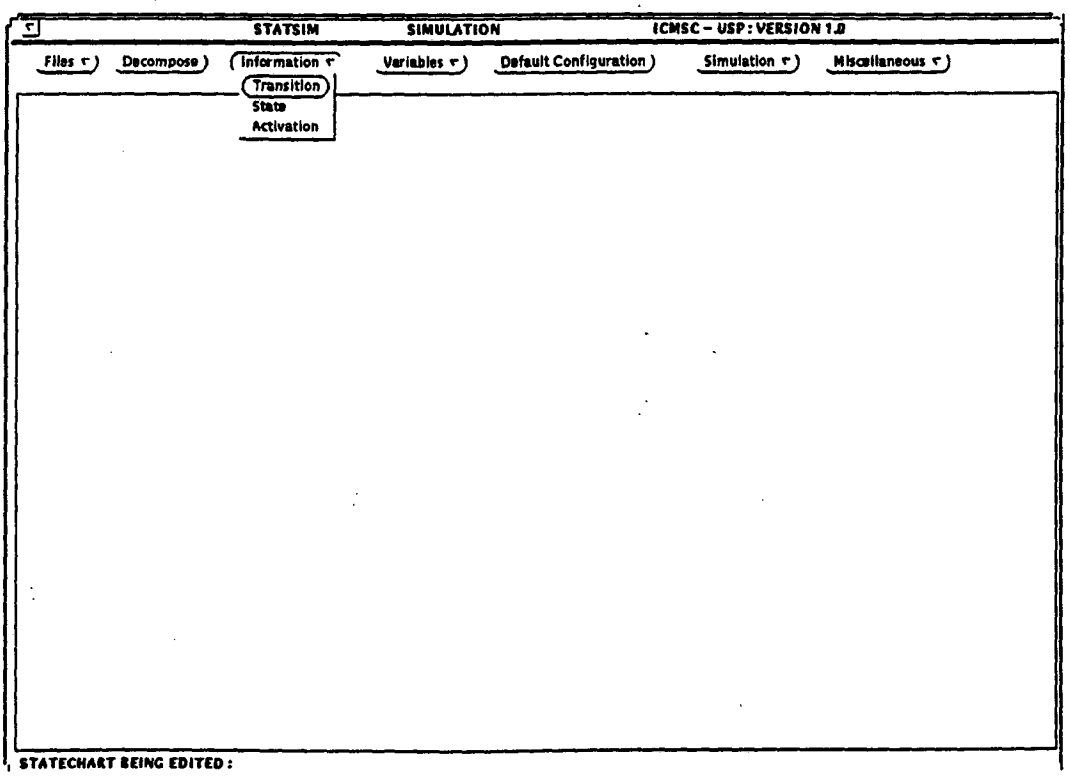

Figura 36 - Menu existente na opção Information

Quando a opção escolhida for **<Activation>**, procede-se da mesma maneira que a anterior para escolha do estado que se deseja as informações. Em seguida aparecerá uma tela informando se o respectivo estado está ou não ativo, figura 38.

5.4 VARIABLES

<Variables> - permite a alteração nos valores das variáveis previamente definidas e a consulta a essas variáveis. As opções são Change e Query, respectivamente.

<Change> - apresenta uma tela, figura 39, exibindo todas as variáveis declaradas quando da edição do statechart. Ao lado de cada variável existem dois botões que permitem a alteração do seu valor, tanto em ordem crescente como decrescente.

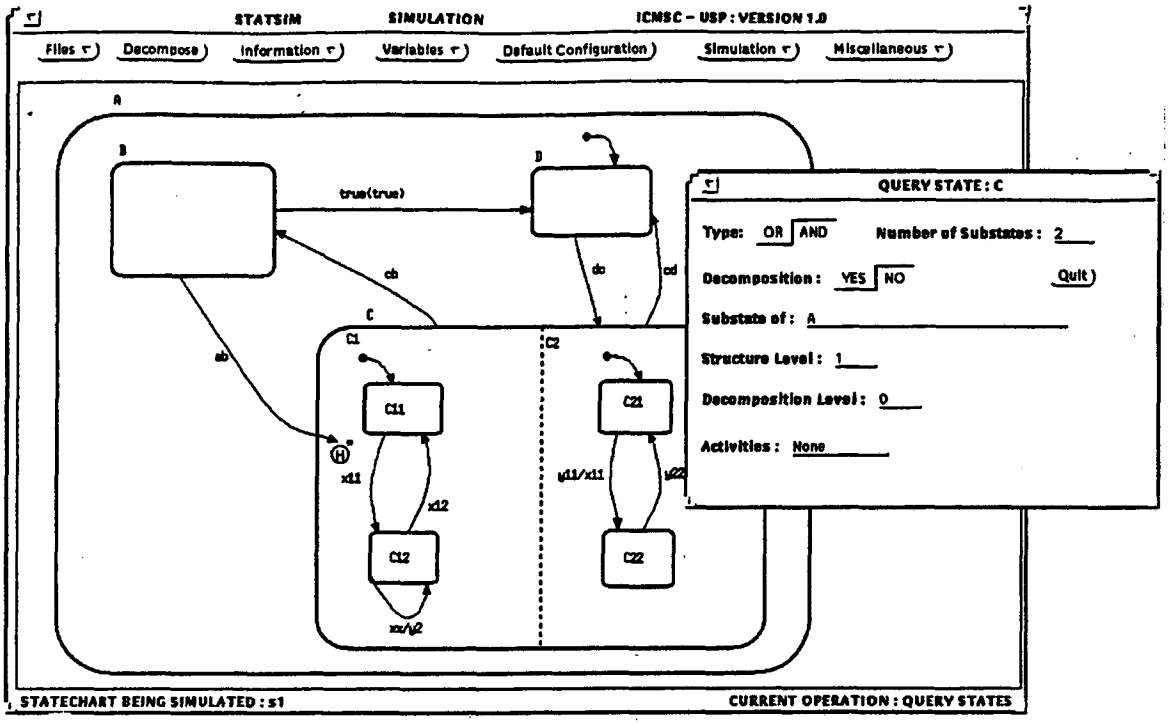

Figura 37 - Informações apresentadas quando o estado C foi selecionado

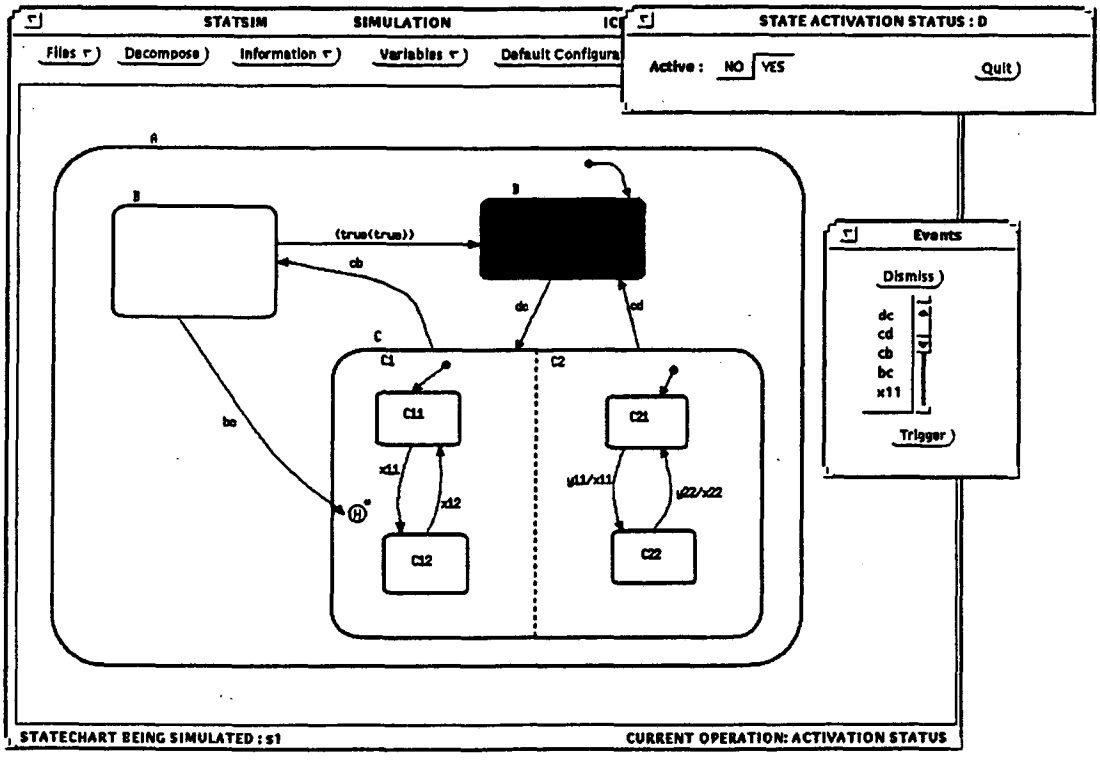

Figura 38 - Informação sobre a Ativação de Estado

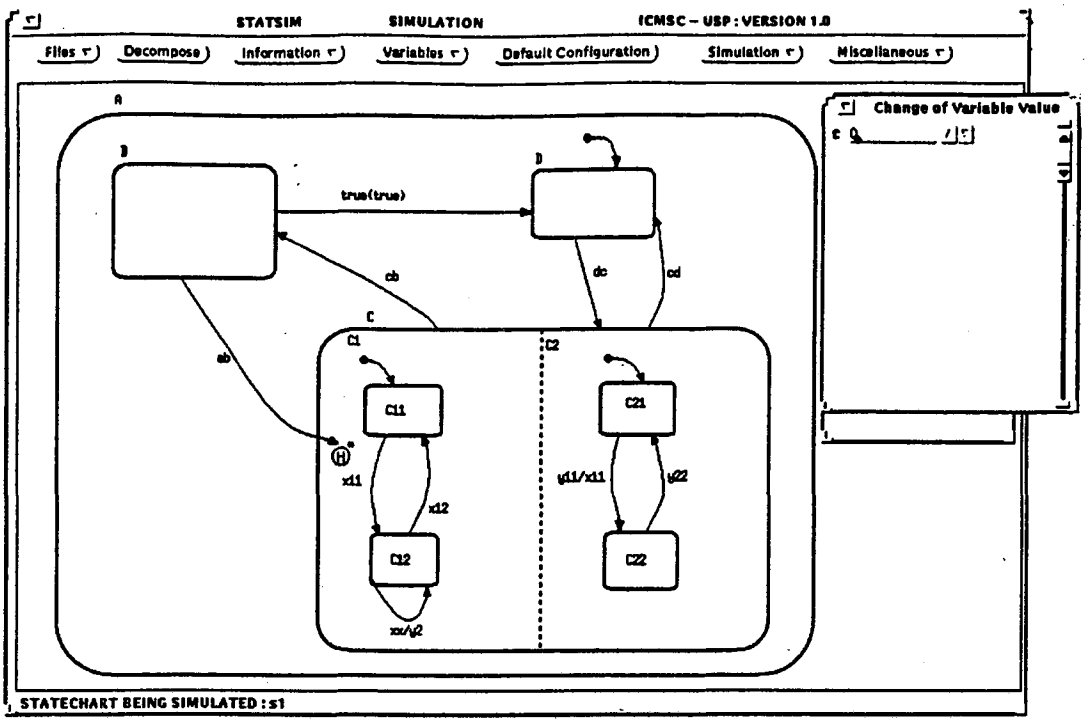

Figura 39- Opção Change

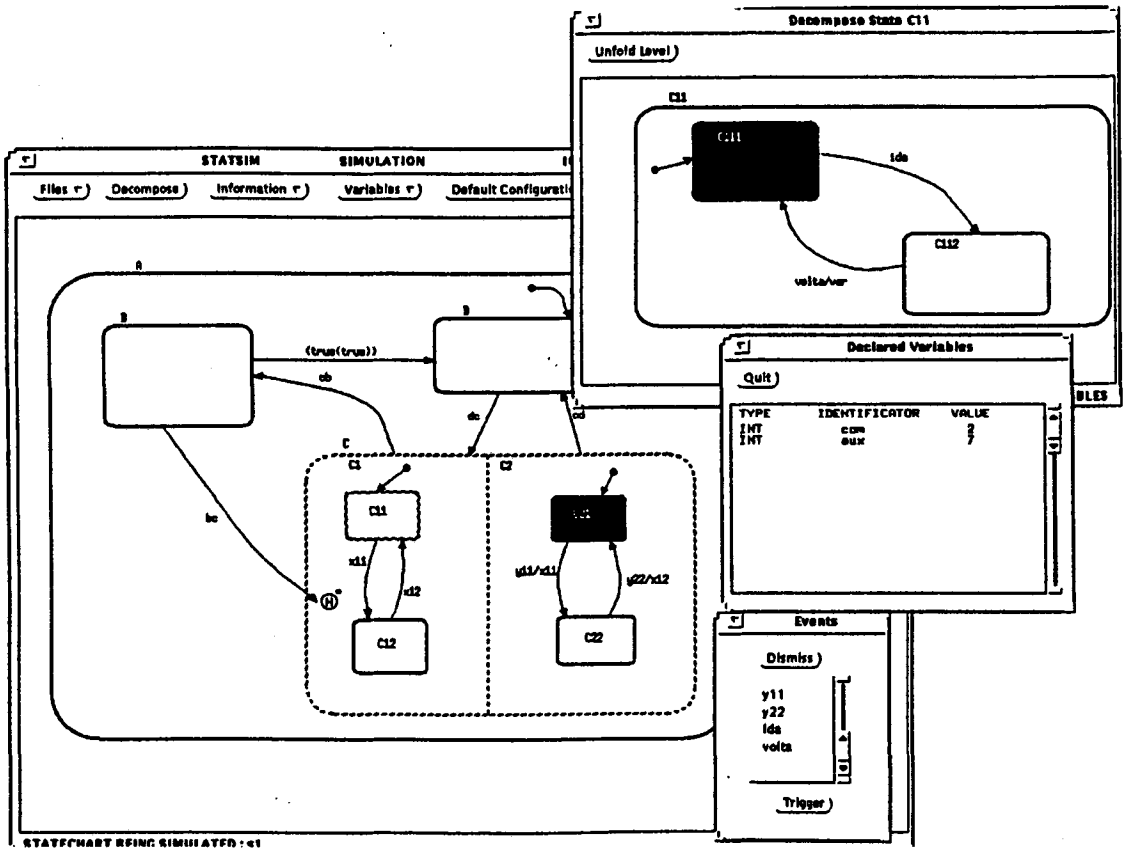

Figura 40 - Opção Query

<Query> - apresenta uma tela, figura 40, exibindo todas as variaveis declaradas com o seu tipo e respectivo valor. O estado C11 foi decomposto em C111 e C112. A transição cujo rótulo é **ida** tem a ação com:= com+2 e a transição com rótulo **volta/var** tem a ação aux:=com+5 associada. Os valores exibidos na figura 40, para as variáveis com e aux, mostram a situação após a ocorrência, uma vez, dos eventos ida e volta.

5.5 -DEFAULT CONFIGURATION

<Default Configuration> - inicia a simulação pintando de preto o estado default do statechart. A figura 41 mostra a configuração inicial do statechart s1.

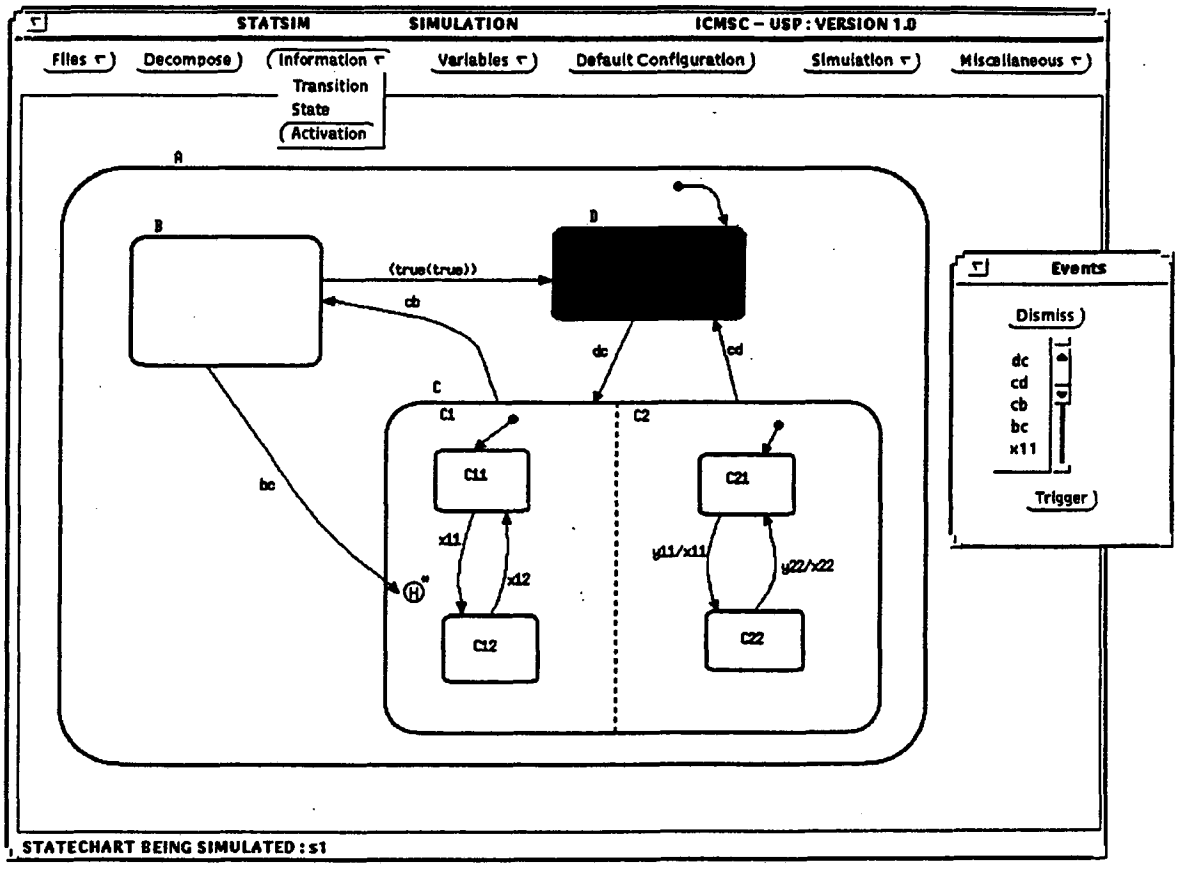

Figura 41 - Configuração Default

5.6 SIMULATION

<Simulation> - permite a escolha do modo de simulação desejado, figura 42.

Existem quatro modos de simulação:

<Interactive> - é a opção default para simulação. Nesse modo são selecionados os eventos que devem ser disparados utilizando-se o menu de **Events** que é apresentado logo quando se carrega o statechart. Esse menu contém todos os eventos que podem ocorrer para o statechart. Seleciona-se um evento posicionando-se o cursor sobre aquele desejado e pressiona-se o botão esquerdo do mouse. Quando forem selecionados todos os eventos desejados, deve-se posicionar o cursor sobre a opção **<Trigger>** e pressionar o botão esquerdo do mouse.

A ordem de ocorrência dos eventos quando mais do que um é disparado a cada passo é aleatória. Se a transição que contém esse evento estiver habilitada ela dispara, sendo que o seu estado origem é pintado de branco e seu estado destino é pintado de preto

<Batch> - como o próprio nome diz, a simulação será executada em batch. Maiores detalhes sobre esse tipo de simulação pode ser encontrado em [Fu92a, Fu92b]. Um arquivo deve ser construido contendo todos os eventos que devem ocorrer. Esse arquivo é construido a partir da opção **<Create>**, figura 43, cada linha deve conter um evento.

A opção **<Load>** carrega esse arquivo e a **<Simulate>** realiza a simulação. A opção **<List>** lista o arquivo batch criado.

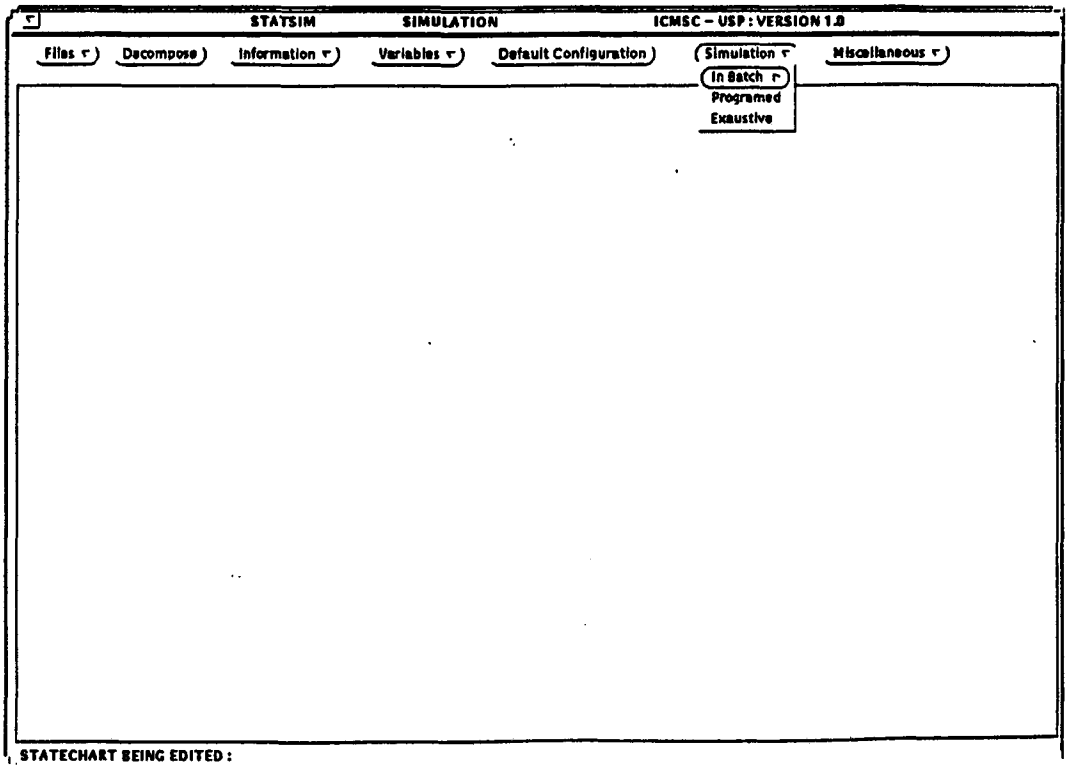

Figura 42 - Opções de Simulação

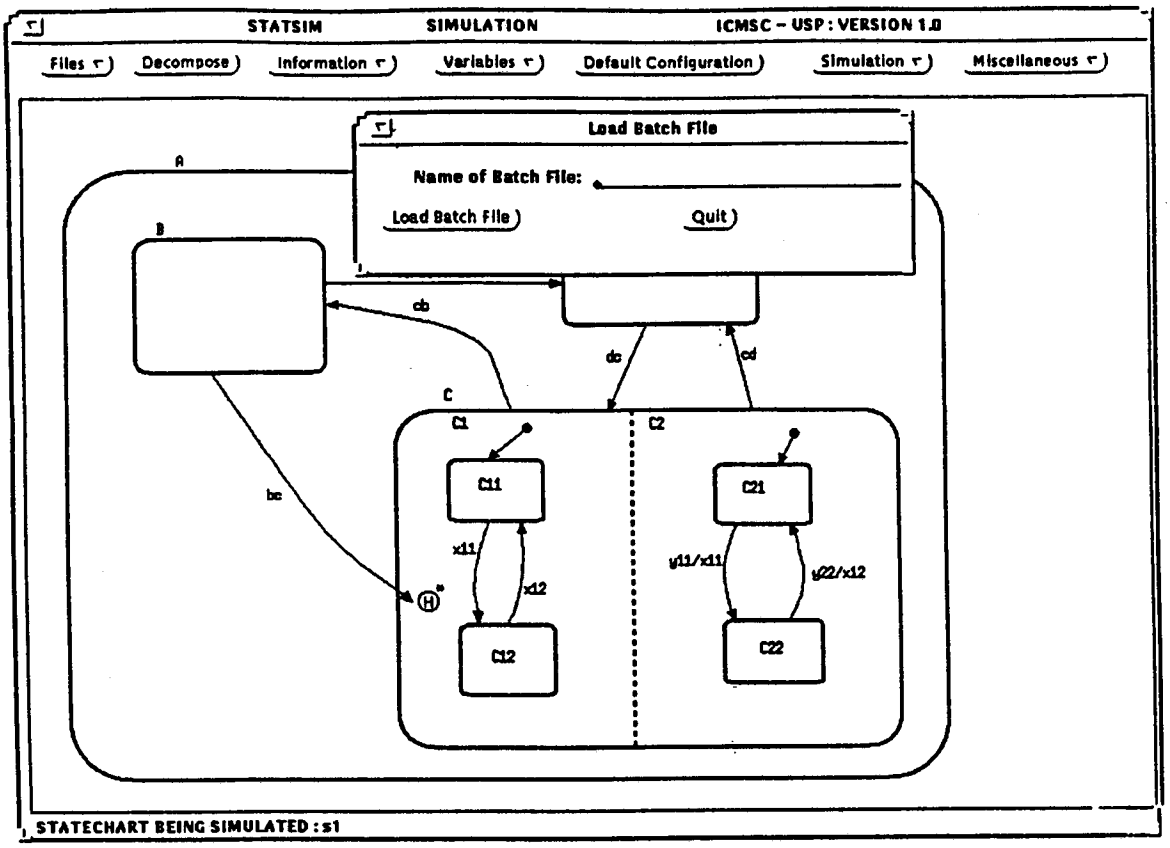

Figura 43 - Opção Batch para Simulação

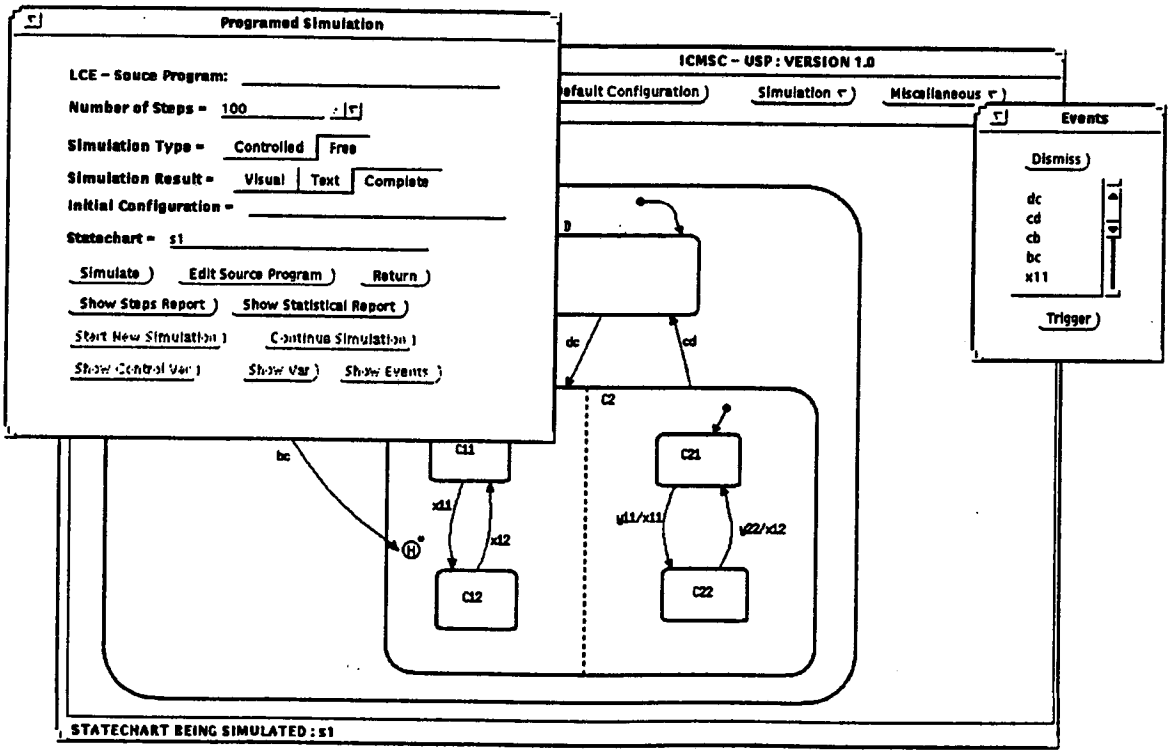

Figura 44 - Opção Programmed para Simulação

<Programed> - a simulação do statechart é conduzida através de um programa escrito em uma linguagem de controle com capacidade de gerar eventos de uma forma aleatória e alterar valores de variáveis e condições, fazendo com que a configuração do statechart possa ser alterada, ou não durante a simulação. Esse tipo de simulação auxilia a tarefa de verificação e validação do modelo, uma vez que a geração de eventos é aleatória. Mais detalhes desse tipo de simulação podem ser encontrados em [Ca93]. Quando essa opção é escolhida uma tela como mostra a figura 44 é exibida.

A tela apresentada na figura 44 solicita as seguintes informações:

<LCE - Source Program: > - o nome do programa fonte em LCE que será executado. Em seguida ao nome deve-se pressionar a tecla <Enter>. **<Number of Steps>** - o número de passos da simulação; **<Simulation Type>** - o tipo de simulação; **<Simulation Result>** - o resultado da simulação; **<Initial Configuration>** - a configuração inicial que o statechart deve possuir; e **<Statechart>** - qual o statechart que será simulado.

Os botões **<Simulate>** dá início à simulação.

Os demais botões, se pressionados, têm a seguinte função:

<Edit Source Program> - executa a chamada de um editor para os programas fontes em LCE; **<Retrutn>** - retoma à tela de simulação anterior do ambiente STATSIM; **<Show Steps Report>** e **<Show Statistical Report>** - apresentam as telas para visualização do relatório de passos da simulação e do relatório estatístico.

Se durante a simulação o interpretador encontrar um dos comandos "Show_Var", "Show_Control" ou "Show_Events" a simulação é parada no final do passo corrente, e a tela com o menu de opções volta a ser visualizado podendo-se acionar: **<Continue Simulation>** - para continuar a simulação ou os botões relacionados com os comandos que se encontram no programa fonte.

<Exaustive> - a simulação exaustiva permite que todas as configurações do statechart sejam gerads, criando uma árvore de alcançabilidade semelhante àquela definida para Redes de Petri [Pe81]. Após construída a árvore de alcançabilidade existem algoritmos implelmentados para verificar a existência de deadlocks, alcançabilidade de configurações e uso de tmasições. Detalhes podem ser encontrados em [Bo92]

5.7 MISCELLANEOUS

As opções existentes são as mostradas na figura 45.

<Refresh> - apaga e coloca novamente o statechart na tela. Essa operação é instantanea como a opção de refresh existente em outros sistemas.

<Events> - apresenta a tela **<Events>** com os eventos que podem ocorrer para o statechart que está carregado.

<Show Log> - exibe de forma textual todos os passos que são realizados pelo usuário, através da tela como mostra a figura 46 . A opção Show Log exibe qual evento ocorreu, quais os estados ativos e quais foram desativados.

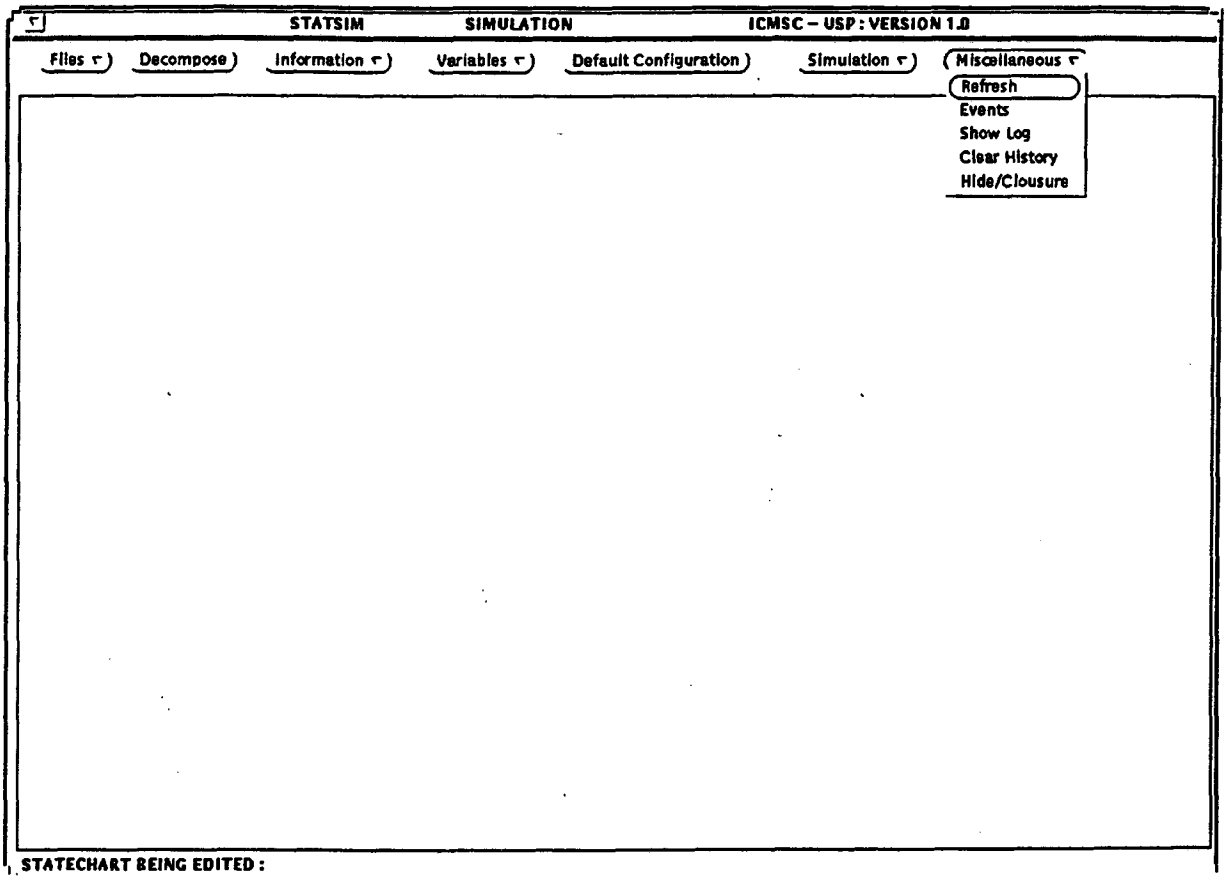

Figura 45 - Opções de Miscellaneous

<Hide Closure> - possibilita que se "esconda" eventos. Ou seja, os eventos internos que ocorrem a partir da ocorrência de outros podem ser ocultados através dessa opção. Uma tela, figura 47, contendo todos os eventos que podem ocorrer no statechart é exibida. Para se um ocultar o evento deve-se posicionar o cursor sobre ele e pressionar o botão esquerdo do mouse. Depois que todos os eventos foram selecionados deve-se escolher a opção **<Apply>**. Se o usuário desejar abandonar a opção deve selcionar **<Reset>**.

6. PARA SAIR DO STATSIM

O retorno tanto do modo de edição como de simulação apresenta a tela mostrada na figura 2. A opção **<Exit>** deve ser escolhida quando se deseja deixar o ambiente STATSIM. Isso é feito posicionando-se o cursor sobre essa opção e pressionando-se o botão esquerdo do mouse. Em seguida, uma tela, como mostra a figura 48 é exibida. A mensagem **<Stop Statsim>** é exibida. O botão **<Yes>** deve ser escolhido para deixar o ambiente, caso contrário, deve-se escolher o botão **<No.**

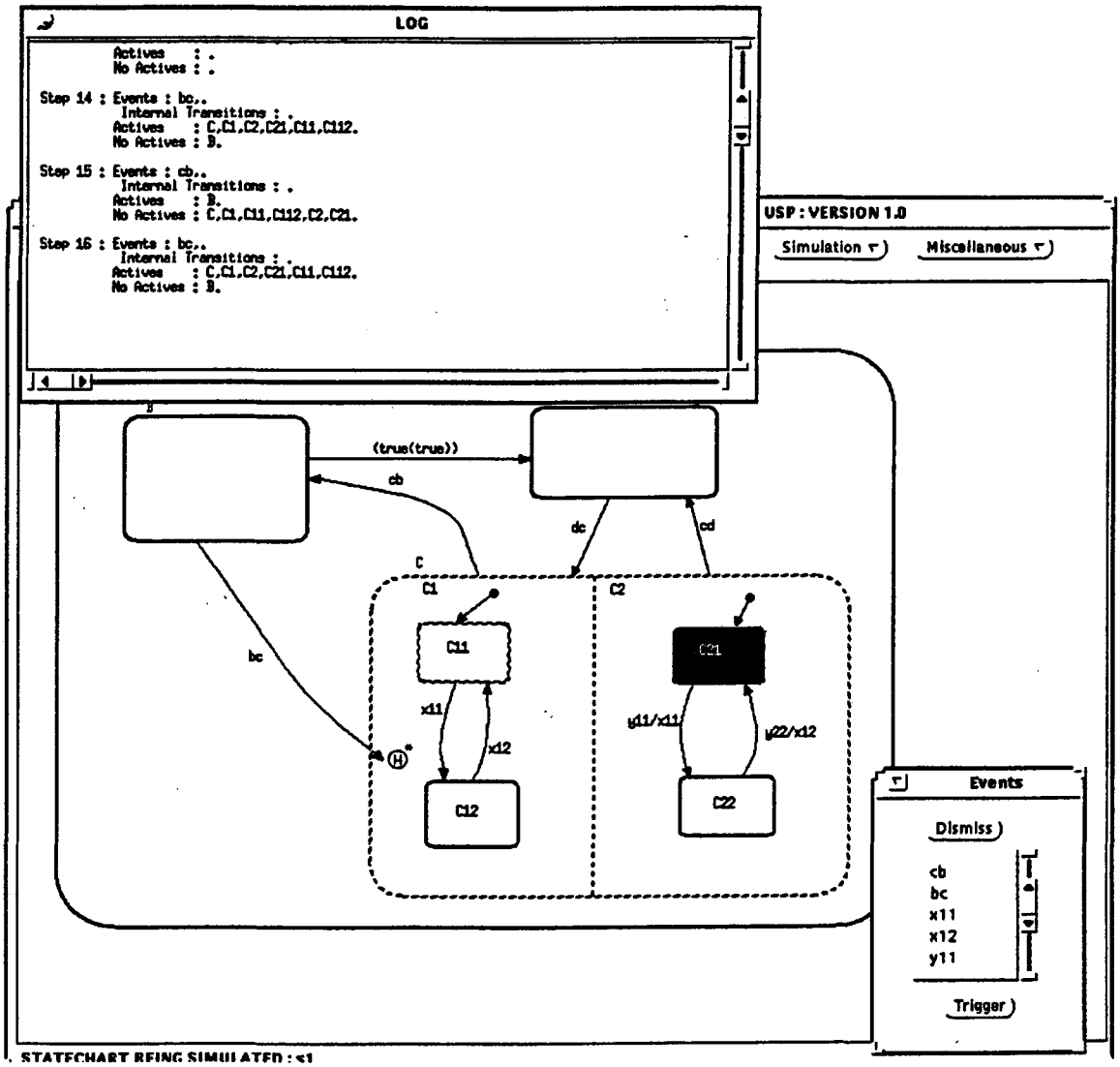

Figura 46 - Opção Show Log

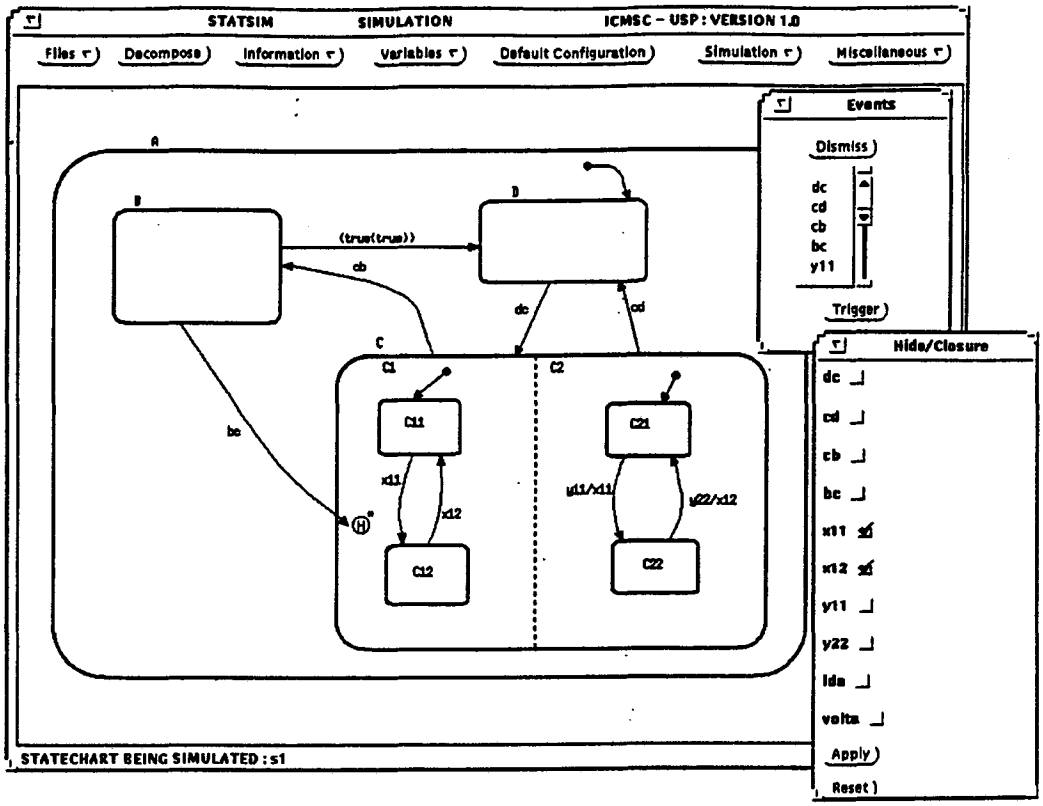

Figura 47 - Opção Hide/Closure para Simulação

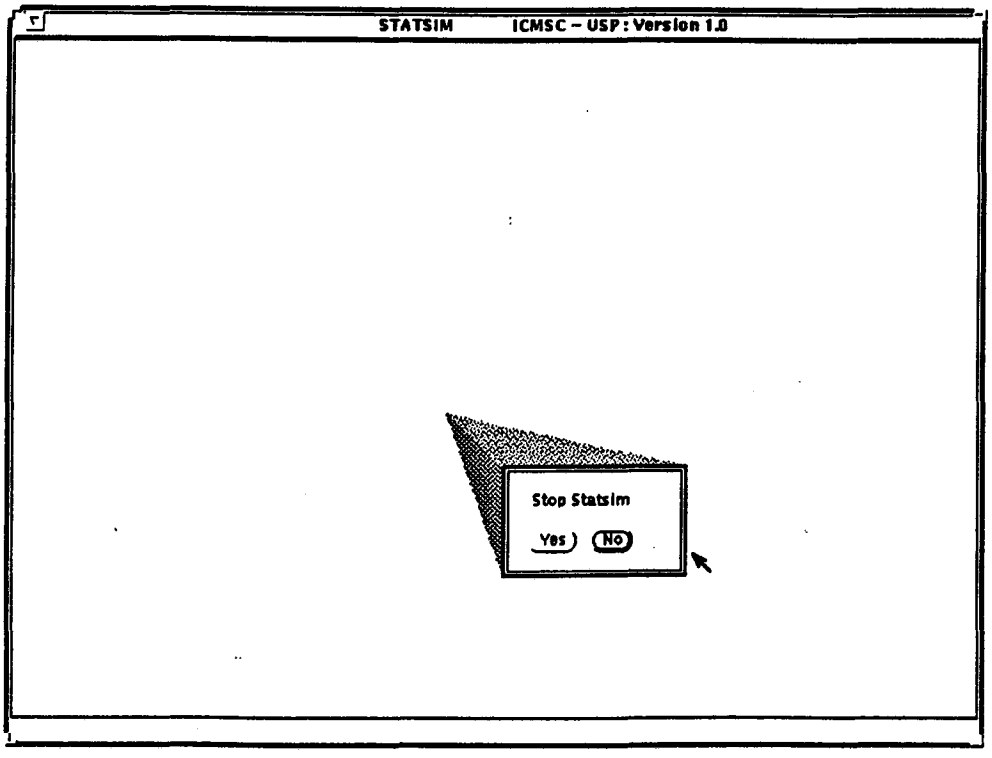

Figura 48 - Tela para deixar o ambiente STATSIM

7. BIBLIOGRAFIA:

[Bo92] Boaventura, I. A. G. - Propriedades Dinâmicas de Statecharts. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Ciências Mátemáticas de São Carlos - USP. 1992.

[Ca93] Cangussu,J. W. L. - Execução Programada de Statecharts. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Ciências Mátemáticas de São Carlos - 1993.

[Co92] Coleman,D.; etal - Introducing Objectcharts on How Use Statecharts in Object-Oriented Design. IEEE Transactions of Software Engineering, 18(1), jan. 1992, p.9-18.

[Fu 92a] Furuuti, R. ; Masiero, P. C. - Extensões ao Ambiente StatSim para permitir a Simulação de Micro-Passos. São Carlos, ICMSC-USP, Março 1992. (Relatório CNPq).

[Fu 92b] Furuuti, R. ; Masiero, P. C. - Extensões ao Ambiente StatSim para permitir a Simulação de Micro-Passos. São Carlos, ICMSC-USP,Setembroo 1992. (Relatório CNPq).

[Ha87] Harel, D. - Statecharts: On the Formal Semantics of Statecharts. In Proceedings of the 2nd IEEE Symposium on Logic in Computer Science. Ithaca, N. Y., p. 54- 64, 1987.

[Ha88] Harel, D. - OnVisulal Formalism. Communications of the ACM 31(5), p. 512-30, 1988.

[Pe81] Peterson, J. L. - Petri Net Theory and The Modeling of Systems. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J., 1981.

APÊNDICE

O exemplo a seguir refere-se à especificação em Statechart de um relógio despertador apresentado por Coleman [Co92], utilizando-se o ambiente STATSIM.

O relógio despertador tem um visor, onde é mostrada ininterruptamente a hora do dia, e os botões: "acerto" que quando acionado é possível acertar a hora que se deseja despertar, ou seja, quando alarme deve ser acionado; "pare" que quando acionado faz com que o alarme pare de tocar e "soneca" que quando acionado faz com que o alarme pare de soar por um tempo pré-estabelecido quando da construção do relógio.

O funcionamento do relógio ocorre da seguinte forma: a partir do momento em que ele é ligado e acertado com a hora atual do dia ele pode ser preparado para despertar em uma hora pre-determinada. Estando no modo de despertar há uma consulta constante entre a hora do dia com a hora para despertar. No momento em que elas coincidem um alarme soa. Pode-se acionar o botão "pare", fazendo com que o alarme pare de soar; deixar o alarme tocando por um tempo pre-determinado, após o qual ele é desligado por conta própria ou acionar o botão "soneca" fazendo com que o alarme deixe de soar por um intervalo de tempo pre-determinado pelo próprio relógio e volte a tocar em seguida.

A especificação em statechart desse exemplo foi realizada através do statechart chamado **ALARM_CLOCK**, figura 49, que foi editado usando o ambiente STATSIM. Esse estado é do tipo **OR** e tem dois estados: **OFF** e **ON**. O estado **OFF** representa quando o relógio está desligado.

O estado **ON** representa o relógio quando está em funcionamento, isso ocorre após o evento **on** ter ocorrido e transição rotulada com o mesmo nome do evento ser disparada. Esse estado é do tipo **AND** com dois filhos: **TIME_CONTROL** e **ALARM_CONTROL**. O estado **TIME_CONTROL** é responsável pela consulta da hora do dia a todo instante, o que é representado através da transição rotulada por **lamda/t:=t+1**. O rótulo **lamda** é um evento nulo, que ocorre a todo passo, representado pelo evento **true(true)** no ambiente STATSIM, isso pode ser visto através da figura 50 quando a opção QUERY para transições foi selecionada. O estado **ALARM_CONTROL** é responsável por setar a hora de despertar desejada e pelo controle do alarme, para que ele soe na hora marcada.

Como pode ser visto na figura 49, **ALARM_CONTROL** é estado **OR** e tem três filhos: **ALARM_OFF**, representando que o alarme está desligado; **SETTING_ALARM_CLOCK**, que passa a ficar ativo no momento que o evento **set** ocorre, significando que será setada a hora em que o alarme deve disparar e **ALARM_ON** que realiza o controle para que o alarme dispare e pare. O estado **ALARM_ON** é estado do tipo **AND** com dois filhos: **ALARM_ON1** e **ALARM_ON2** são estados do tipo **OR**. **ALARM_ON1** é responsável por testar se a hora do dia é igual a hora do alarme e quando isso ocorrer o evento **ring** ocorre. Nota-se que a transição rotulada por **lambda[t=h]/ring** é uma transição composta do evento **true(true(t=h))** e a ação **ring**. Quando a hora do dia (t) for igual à hora do alarme (h) o evento **ring** ocorre disparando a transição cujo rótulo é o mesmo nome do evento, o estado **STOPPED** é desativado e o estado **RINGING** é ativado, filhos do estado **ALARM_ON2**. A transição rotulada por **snooze** representa que o botão soneca do

relógio foi acionado, tornando ativo o estado **SNOOZING** . Esse estado permanece ativo por três passos, nessa especificação, depois de três passos que o estado estava ativo a transição rotulada por **t_out(snooze, 3)** é disparada e o estado **RINGING** novamente é ativado fazendo com que o alarme soe. Através da atividade **DO Ring_Alarm** colocada no estado **RINGING**, quando de sua edição e que pode ser visto através da figura 51 quando a opção QUERY para estado foi solicitada, tem-se a rerpesentação do disparo do alarme. A transição rotulada por **stop** representa que o botão pare do relógio foi acionado, a transição rotulada por **t_out(ring or snooze, 2)** representa o alarme ficar disparando por dois passos e depois parar de tocar, ou seja, o estado **RINGING** é desativado e o estado **SNOOZING** passa a ficar ativo.

Estando-se no estado **ALARM_ON** pode ser acionado o botão de cancelamento da operação o que é representado pela transição rotulada por **cancel**. Dessa fora o alarme é desligado sendo necessário setá-lo novamente quando se desejar que o despertador desperte em determinada hora, mesmo que essa seja alguma hora escolhida anteriormente.

Após a edição do statechart ele foi simulado, também, no ambiente STATSIM . A figura 52 mostra o inicio da simulação interativa com a opção Default Configuration e o evento **on** setado. A figura 53 mostra a configuração quando os eventos **on** e **set** ocorreram e a opção Change foi escolhida para setar a hora que o relógio deve despertar. Isso é representado pela alteração do valor da variável h. A variável t, que representa a hora do sistema, tem valor 1 pois somente um passo da simulaçào desse statechart influenciou essa variável, a ocorrência do evento **set**. A figura 54 mostra o valor das variáveis t e h e a configuração atual do statechart. Pode-se perceber que o alarme ainda não está soando pois a hora do dia (variável t) é diferente da hora do alarme (variável h). Finalmente a figura 55 mostra os valores das variáveis t e h igualados e a configuração do statechart com o estado **RINGING** ativo, ou seja, representa-se que o relógio está com o alarme soando.

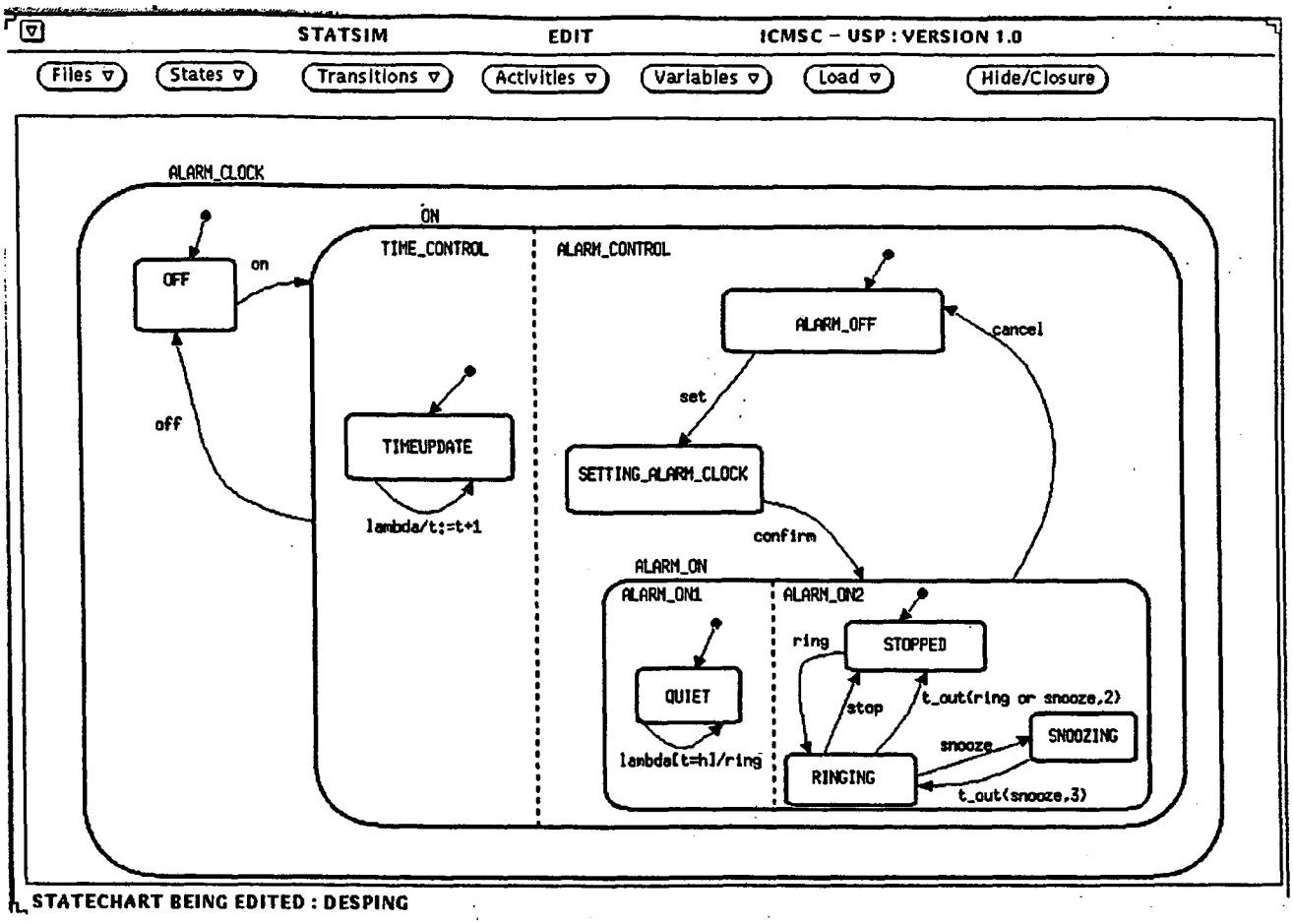

Figura 49 - Statechart de um Relógio Despertador

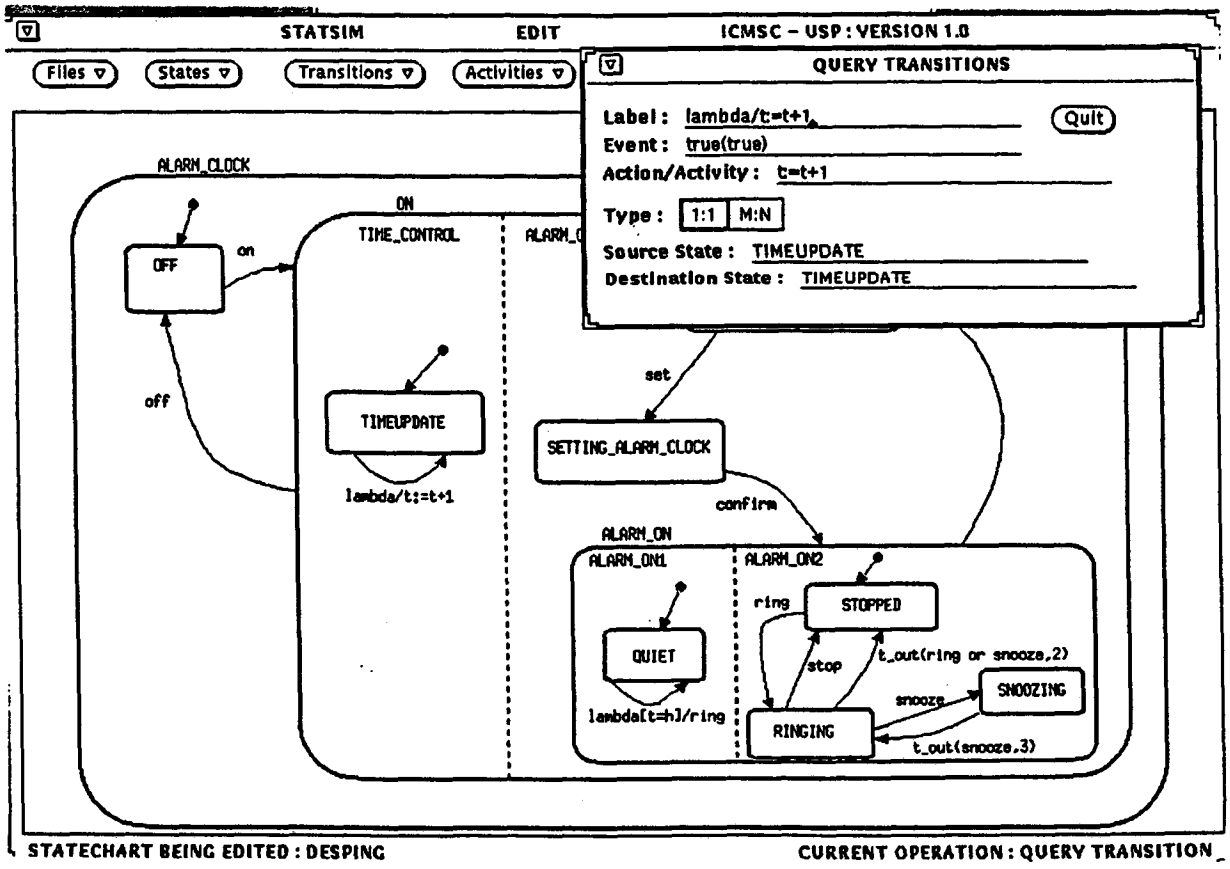

Figura 50 - Query da Transição lambda/t:=t+1

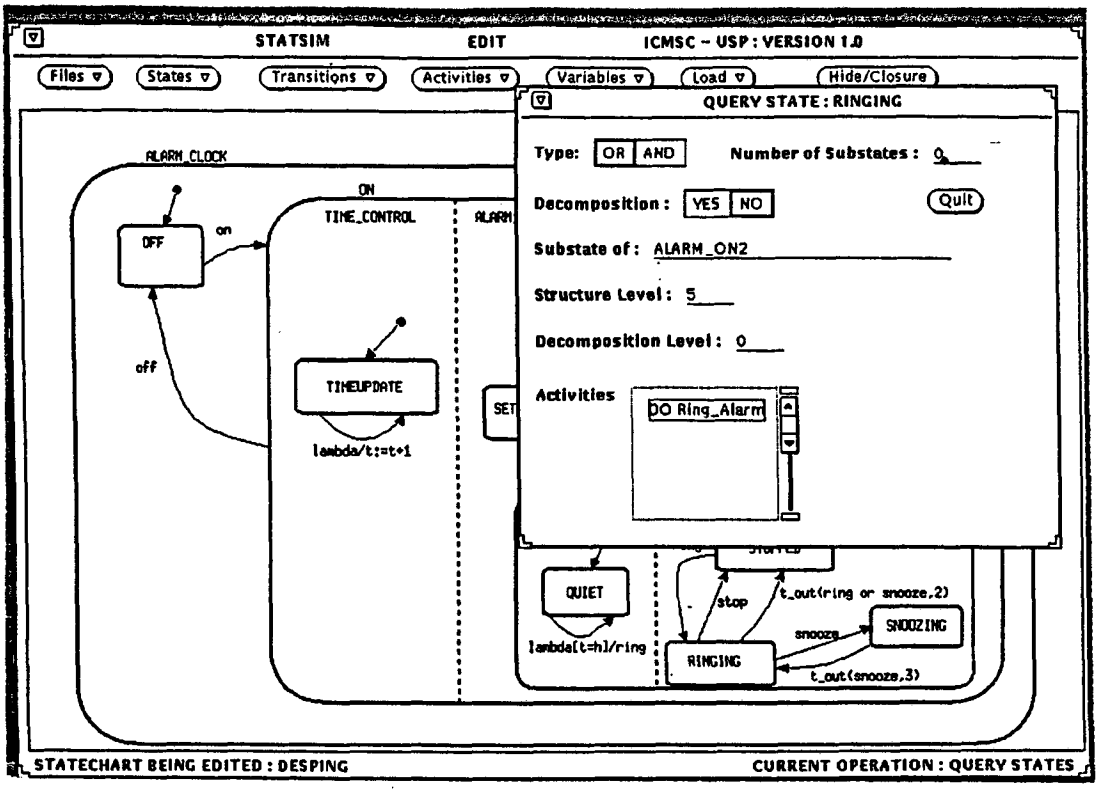

Figura 51 - Query do Estado Ringing

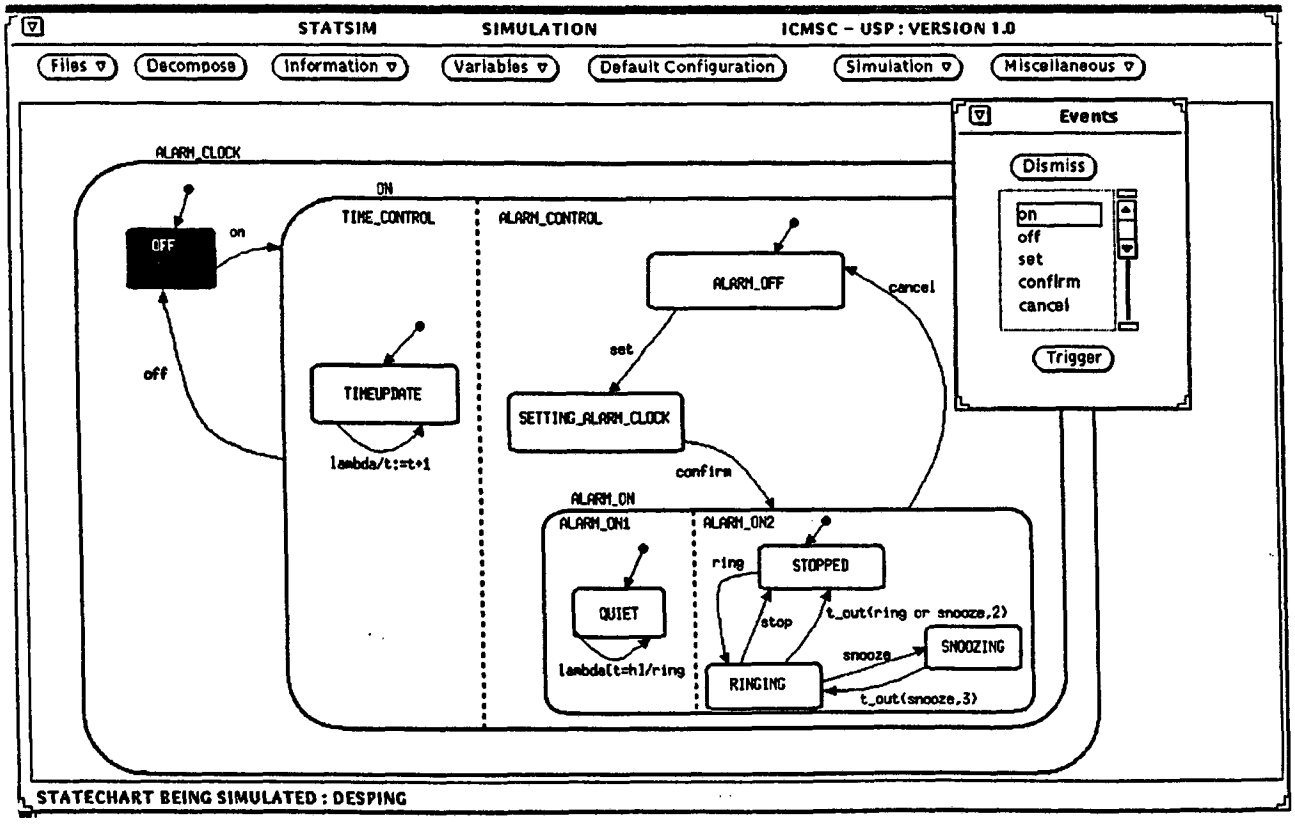

Figura 52 - Tela da Simulação do Relógio Despertado, configuração inicial

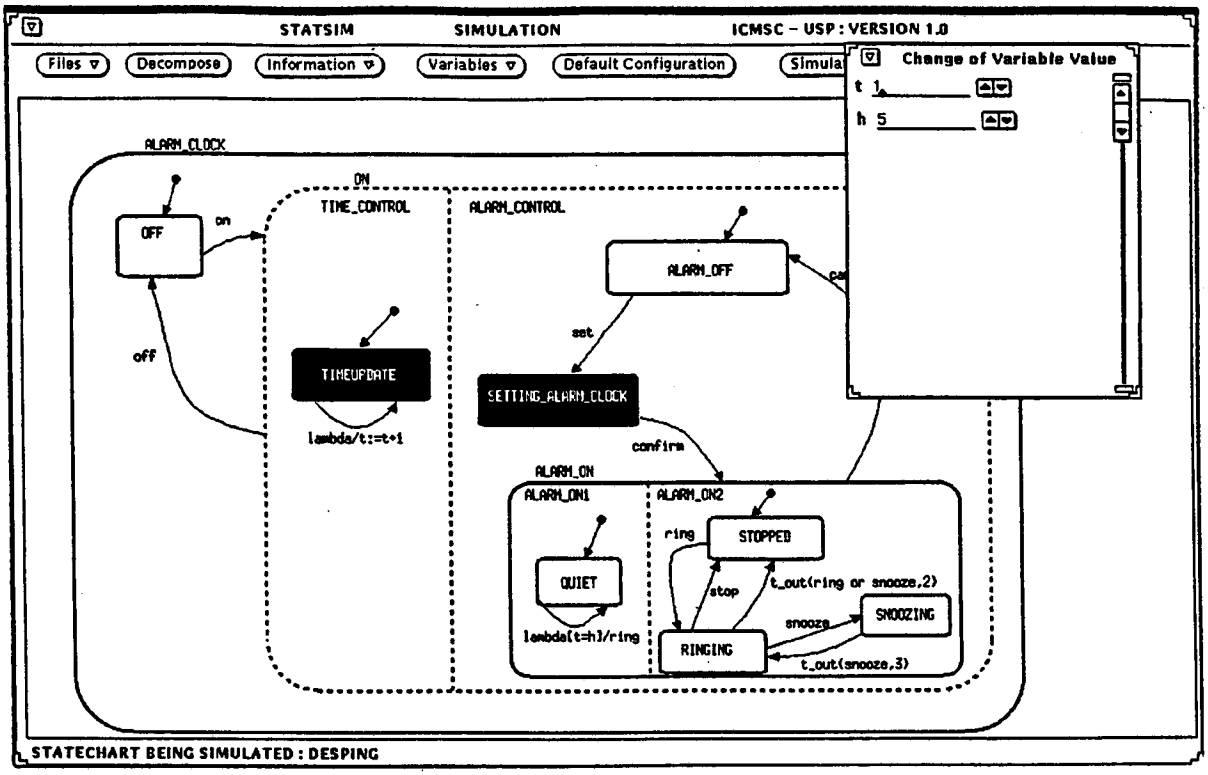

Figura 53 - Tela para Alteração dos Valores das Variáveis

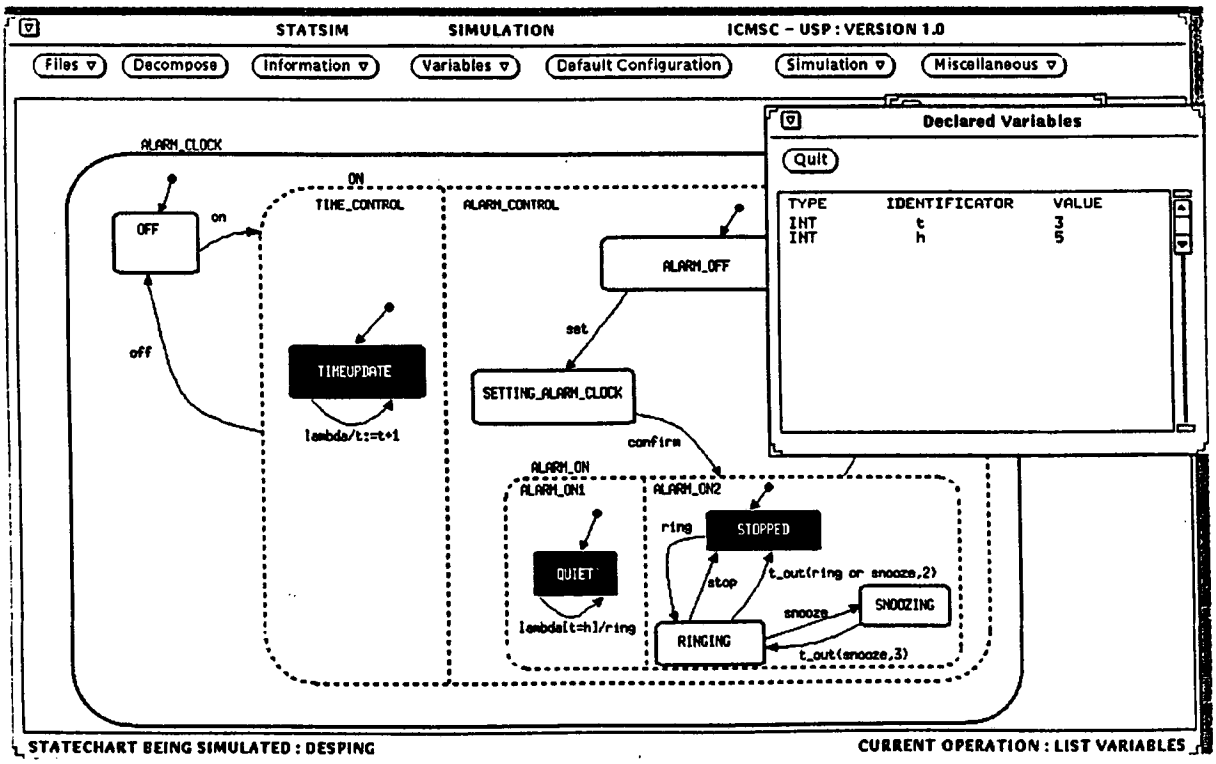

Figura 54 - Tela Exibindo as Variáveis Declaradas e seus Respectivos Valores

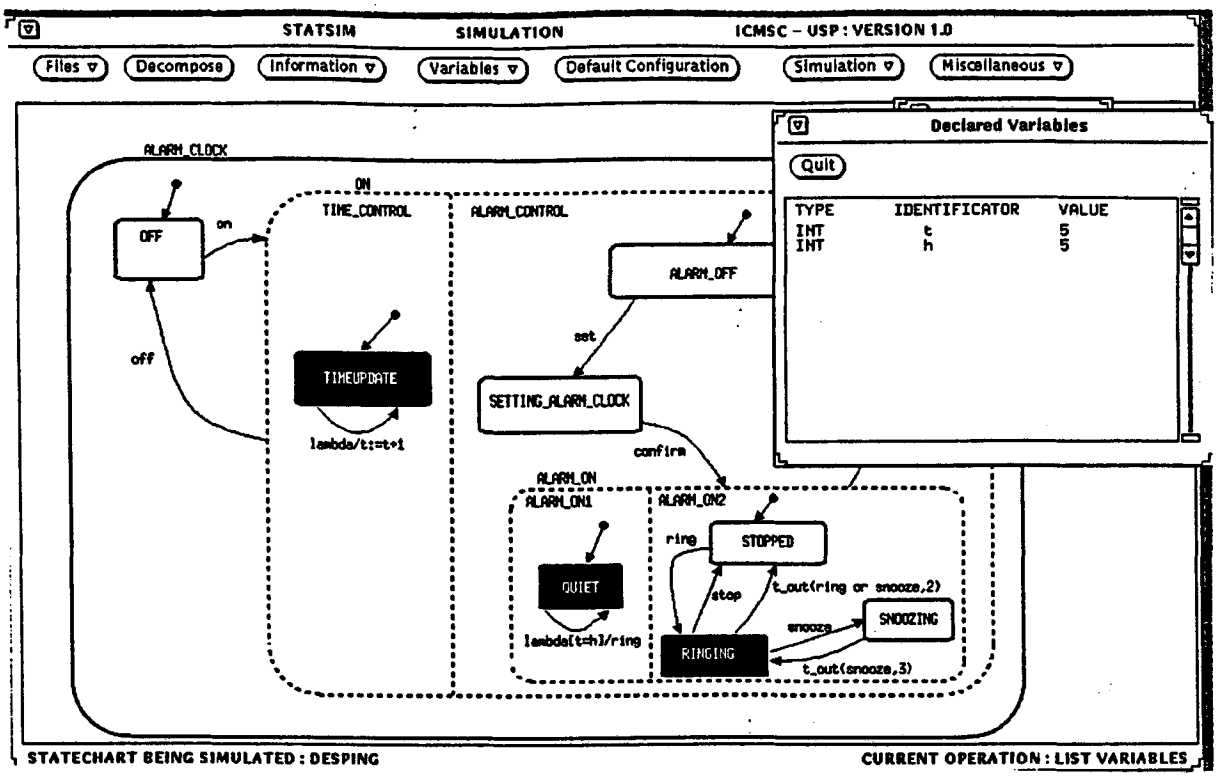

Figura 55 - Tela em que o Relógio está Despertando