

# **Princípios de Análise e Projeto de Sistemas com UML**

3ª edição (2015)

Eduardo Bezerra  
[ebezerra@cefet-rj.br](mailto:ebezerra@cefet-rj.br)



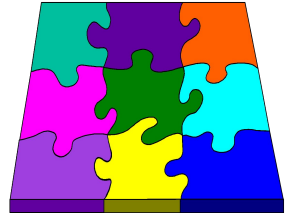
# Capítulo 9

## Modelagem de estados

*Todos os adultos um dia foram crianças, mas poucos se lembram disso.*

--O Pequeno Príncipe, Antoine de Saint-Exupéry

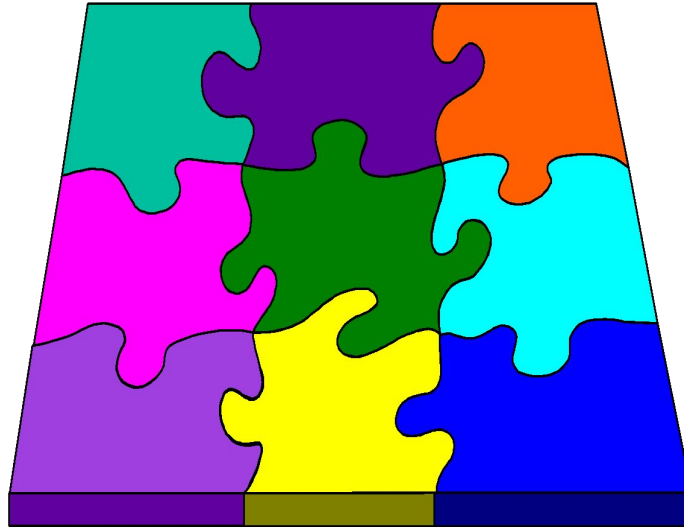
# Tópicos



- Introdução
- Diagramas de transição de estados
- Identificação dos elementos de um diagrama de estados
- Construção de diagramas de transição de estados
- Modelagem de estados no processo de desenvolvimento

# Introdução

- Objetos do mundo real se encontram em estados particulares a cada momento.
  - uma jarra está cheia de líquido
  - uma pessoa está cansada.
- Da mesma forma, cada objeto participante de um sistema de software orientado a objetos se encontra em um *estado* particular.
- Um objeto muda de estado quando acontece algum *evento* interno ou externo ao sistema.
- Durante a transição de um estado para outro, um objeto realiza determinadas *ações* dentro do sistema.
- Quando um objeto transita de um estado para outro, significa que o sistema no qual ele está inserido também está mudando de estado.



## 9.1 Diagramas de transição de estados

# Diagrama de transição de estado

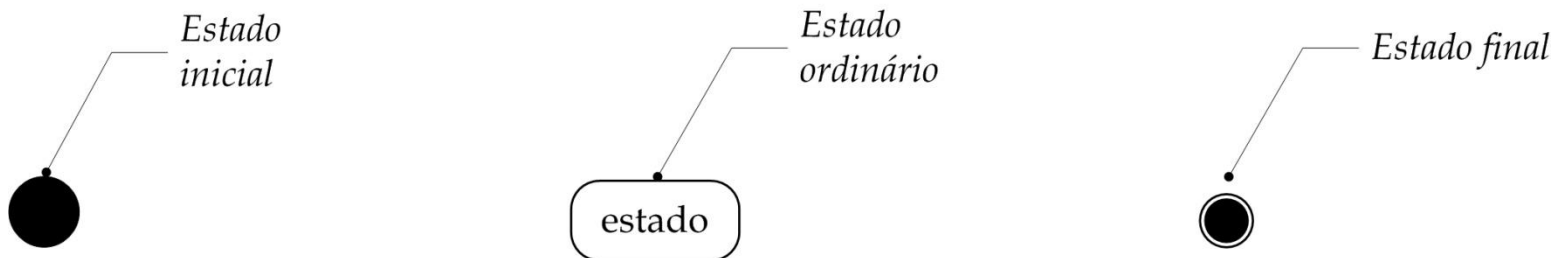
- Através da análise das *transições* entre *estados* dos objetos de um sistema de software, podem-se prever todas as possíveis *operações* realizadas, em função de *eventos* que possam ocorrer.
- O diagrama da UML que é utilizado para realizar esta análise é o ***diagrama de transição de estado*** (DTE).
- A UML tem um conjunto rico de notações para desenhar um DTE.
  - Estados
  - *Transições*
  - *Evento*
  - *Ação*
  - *Atividade*
  - *Transições internas*
  - *Estados aninhados*
  - *Estados concorrentes*

# Estado

- Situação na vida de um objeto em que ele satisfaz a alguma condição ou realiza alguma atividade. É função dos ***valores dos atributos*** e (ou) das ***ligações com outros objetos***.
  - O atributo *reservado* deste objeto livro tem valor *verdadeiro*.
  - Uma conta bancária passa para o *vermelho* quando o seu saldo fica *negativo*.
  - Um professor está *licenciado* quando não está ministrando curso algum durante o semestre.
  - Um tanque está *na reserva* quando nível de óleo está abaixo de 20%.
  - Um pedido está *atendido* quando todos os seus itens estão atendidos.
- Estados podem ser vistos como uma abstração dos atributos e associações de um objeto.

# Estados inicial e final

- O estado inicial indica o estado de um objeto quando ele é criado. Só pode haver um estado inicial em um DTE.
  - Essa restrição serve para definir a partir de que ponto um DTE deve começar a ser lido.
- O estado final é representado como um círculo “eclipsado” e indica o fim do ciclo de vida de um objeto.
  - é opcional e pode haver mais de um estado final em um DTE.
- Notação da UML para estados:





# Transições

- Os estados estão associados a outros pelas transições.
- Uma transição é mostrada como uma linha conectando estados, com uma seta apontando para um dos estados.
- Quando uma transição entre estados ocorre, diz-se que a transição foi disparada.
- Uma transição pode ser rotulada com uma expressão da seguinte forma:

evento (lista-parâmetros) [guarda] / ação

# Eventos

- Uma transição possui um evento associado.
- Um evento é algo que acontece em algum ponto no tempo e que pode modificar o estado de um objeto:
  - Pedido realizado
  - Fatura paga
  - Cheque devolvido
- Os eventos relevantes a um sistema de software podem ser classificados em nos seguintes tipos.
  1. **Evento de chamada:** recebimento de uma mensagem de outro objeto.
  2. **Evento de sinal:** recebimento de um sinal.
  3. **Evento temporal:** passagem de um intervalo de tempo predefinido.
  4. **Evento de mudança:** uma condição que se torna verdadeira.

# Tipos de Evento

- Evento de chamada
  - corresponde ao recebimento de uma mensagem de outro objeto.
  - Pode-se pensar neste tipo de evento como uma solicitação de serviço de um objeto a outro.
- Evento de sinal
  - Neste evento o objeto recebe um sinal de outro objeto que pode fazê-lo mudar de estado.
  - A diferença básica entre o evento de sinal e o evento de chamada é que neste último o objeto que envia a mensagem fica esperando a execução da mesma.
    - No evento de sinal, o objeto remetente continua o seu processamento após ter enviado o sinal.

# Tipos de Evento (cont.)

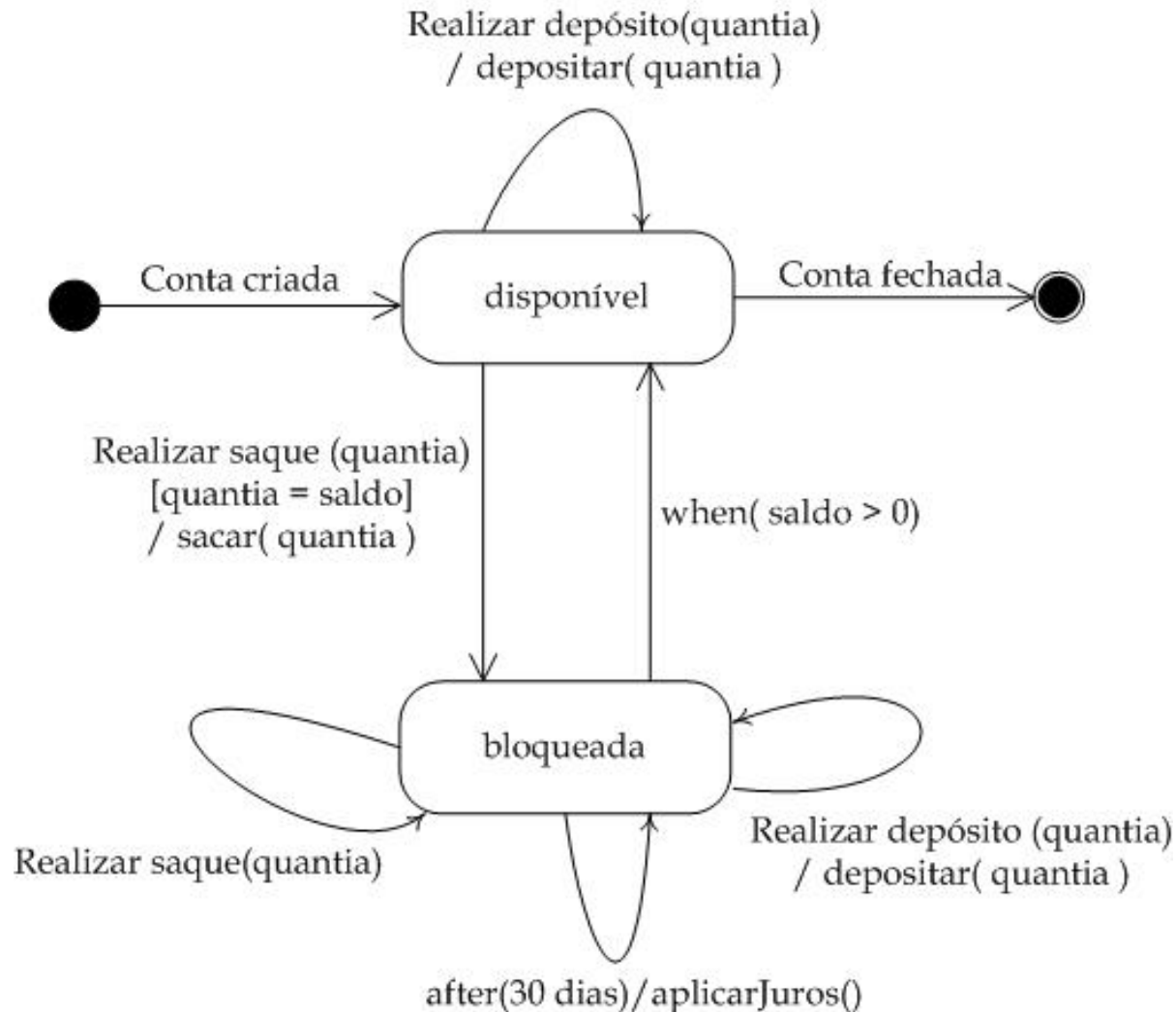
- Evento de temporal

- Corresponde à passagem de um intervalo de tempo predefinido.
  - O objeto pode interpretar a passagem de um certo intervalo de tempo como sendo um evento.
- É especificado com a cláusula **after** seguida de um parâmetro que especifica um intervalo de tempo.
  - **after(30 segundos)**: indica que a transição será disparada 30 segundos após o objeto ter entrado no estado atual.

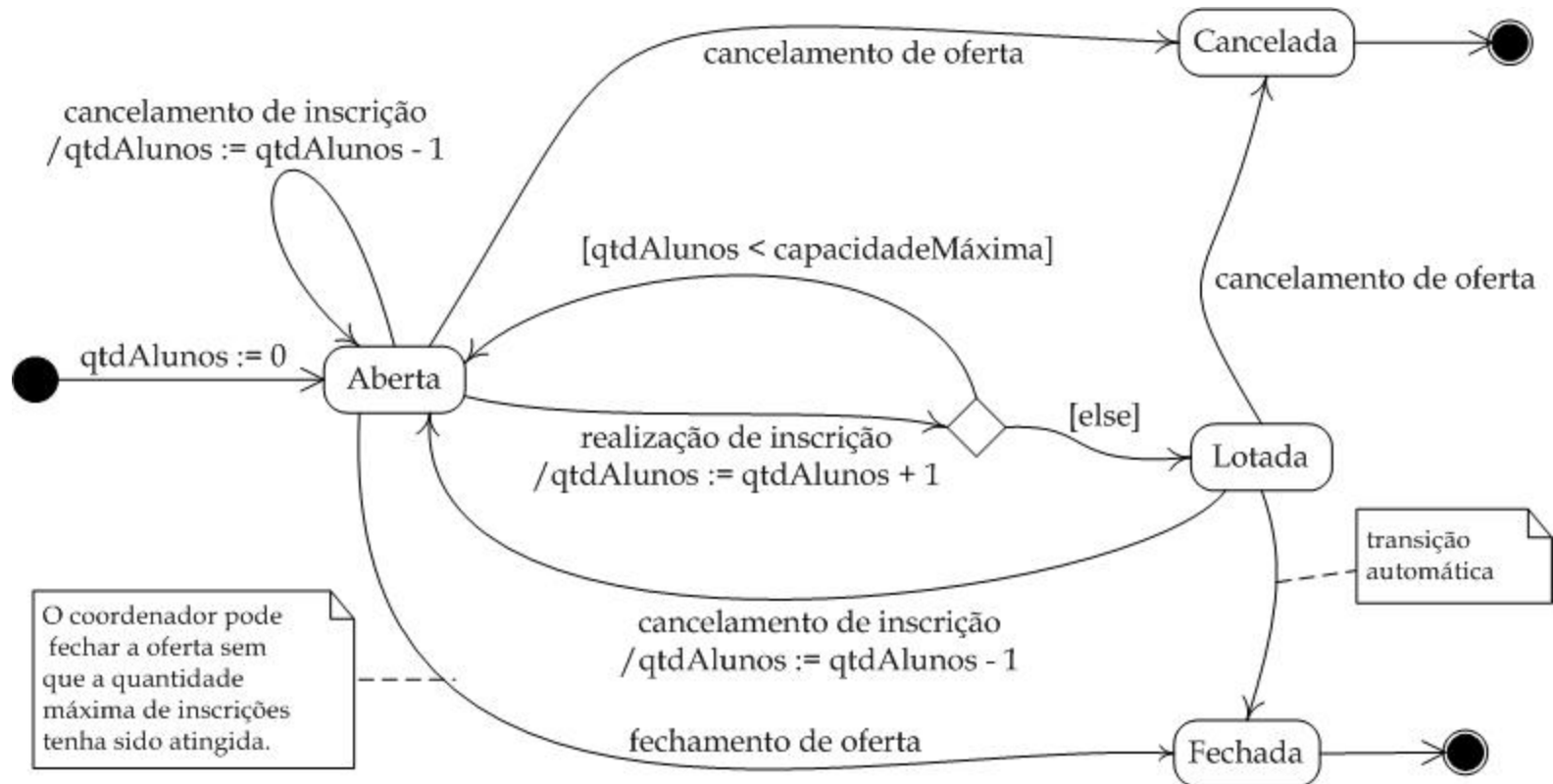
- Evento de mudança

- Corresponde a uma condição que se torna verdadeira.
- É representado por uma expressão de valor lógico (verdadeiro ou falso) e é especificado utilizando-se a cláusula **when**.
  - **when(saldo > 0)**: significa que a transição é disparada quando o valor do atributo saldo for positivo.
- Eventos temporais também podem ser definidos utilizando-se a cláusula **when**.
  - **when(data = 13/07/2002)**
  - **when(horário = 00:00h)**

# Exemplo (ContaBancária)



# Exemplo (OfertaDisciplina)



# Eventos resultando em eventos

- A ocorrência de um evento A relevante pode ocasionar a ocorrência de um evento B relevante para outro objeto.
- No exemplo a seguir, além da transição de estados, o evento **OutroEvento** (relevante a **objetoAlvo**) também é disparado.



# Condição de guarda

- É uma expressão de valor lógico que condiciona o disparo de uma transição.
- A transição correspondente é disparada se e somente se o evento associado ocorre *e* a condição de guarda é verdadeira.
  - Uma transição que não possui condição de guarda é sempre disparada quando o evento ocorre.
- A condição de guarda pode ser definida utilizando-se parâmetros passados no evento e também atributos e referências a ligações da classe em questão.



# Ações

- Ao transitar de um estado para outro, um objeto pode realizar uma ou mais **ações**.
- Uma ação é uma expressão definida em termo dos atributos, operações, associações da classe ou dos parâmetros do evento também podem ser utilizados.
- A ação associada a uma transição é executada se e somente se a transição for disparada.

# Atividades

- Semelhantes a ações, atividades são algo que deve ser executado.
- No entanto, uma atividade pode ser *interrompida* (uma ação não pode).
  - Por exemplo, enquanto a atividade estiver em execução, pode acontecer um evento que a interrompa.
- Outra diferença: uma atividade sempre está associada a um estado (ao contrário, uma ação está associada a uma transição).

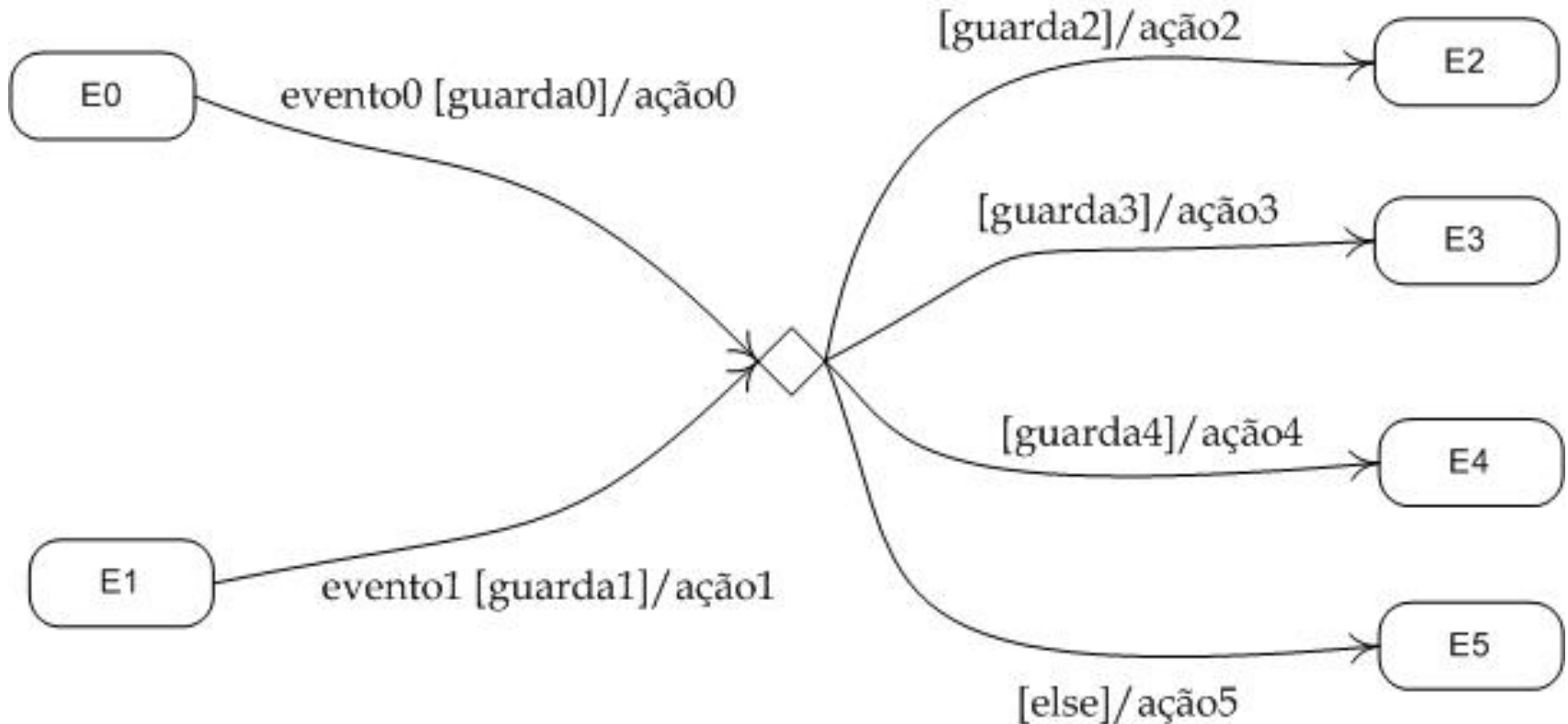
# Ponto de junção

- Pode ser que o próximo estado de um objeto varie de acordo com uma condição.
  - Se o valor da condição for verdadeiro, o objeto vai para um estado E1; se o valor for falso, o objeto vai para outro estado E2.
  - É como se a transição tivesse bifurcações, e cada transição de saída da bifurcação tivesse uma condição de guarda.
- Essa situação pode ser representada em um DTE através de um *ponto de junção*
- Pontos de junção permitem que duas ou mais transições compartilhem uma “trajetória de transições”.

# Ponto de junção

- De uma forma geral, pode haver um número ilimitado de transições saindo de um ponto de junção.
- Pode haver também uma transição de saída que esteja rotulada com a cláusula **else**.
  - Se as outras condições forem falsas, a transição da cláusula **else** é disparada.
- Pontos de junção permitem que duas ou mais transições compartilhem uma “trajetória de transições”.
- De uma forma geral, pode haver um número ilimitado de transições saindo de um ponto de junção.
- Pode haver também uma transição de saída que esteja rotulada com a cláusula **else**.
  - Se as outras condições forem falsas, a transição da cláusula **else** é disparada.

# Exemplo de ponto de junção



# Cláusulas

- No compartimento adicional de um retângulo de estado podem-se especificar ações ou atividades a serem executadas.
- Sintaxe geral: **evento** / [**ação** | **atividade**]
- Há três cláusulas predefinidas: *entry*, *exit*, *do*
- Cláusula **exit**
  - Pode ser usada para especificar uma ação a ser realizada no momento em que o objeto entra em um estado.
  - A ação desta cláusula é sempre executada, independentemente do estado do qual o objeto veio.
    - É como se a ação especificada estivesse associada a todas as transições de entrada no estado.

# Cláusulas

- **Cláusula exit**

- Serve para declarar ações que são executadas sempre que o objeto sai de um estado.
- É sempre executada, independentemente do estado para o qual o objeto vai.
  - É como se a ação especificada estivesse associada a todas as transições de saída do estado.

- **Cláusula do**

- Usada para definir alguma atividade a ser executada quando o objeto passa para um determinado estado.
- Ao contrário da cláusula entry, serve para especificar uma atividade, em vez de uma ação.

# Cláusula do - exemplo

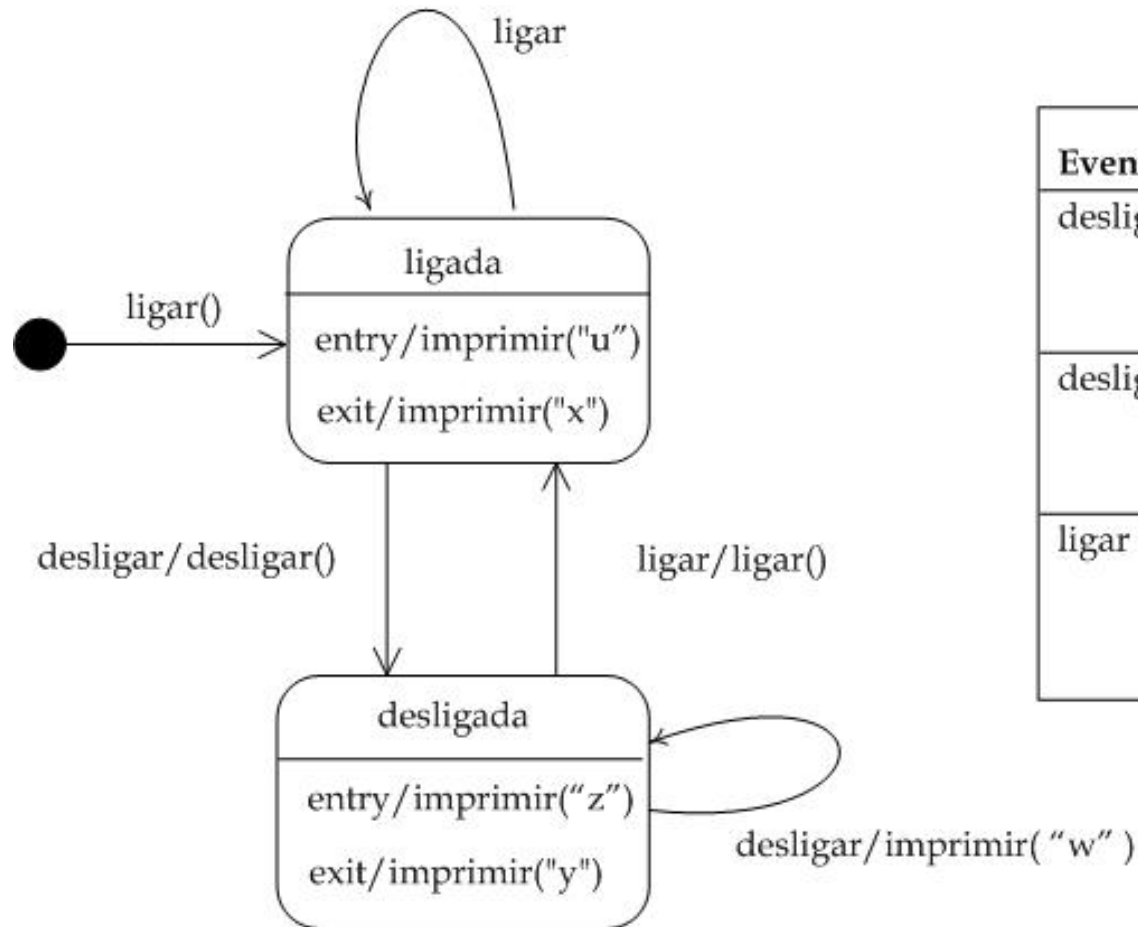




# Cláusulas entry e exit - exemplo

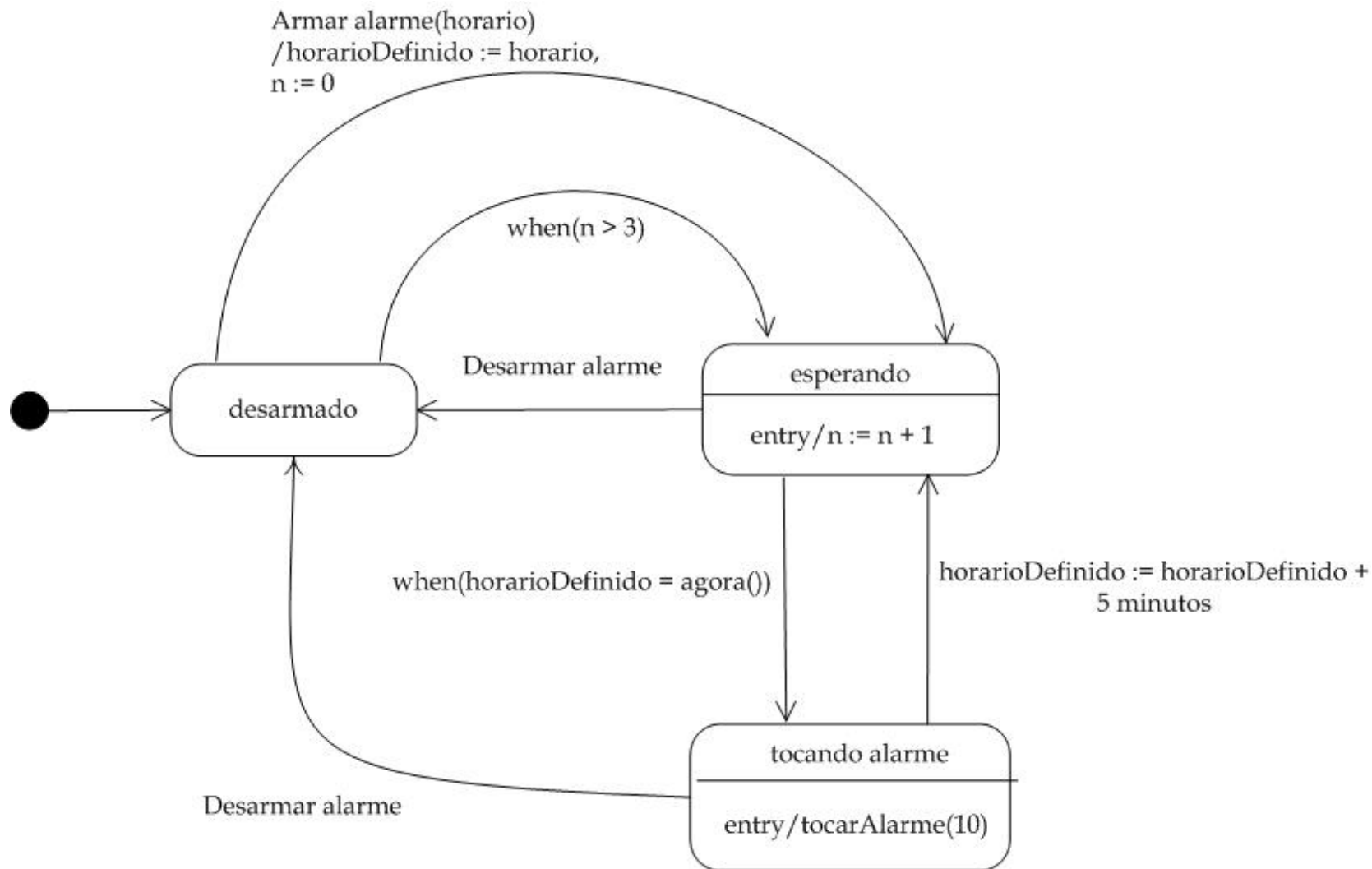


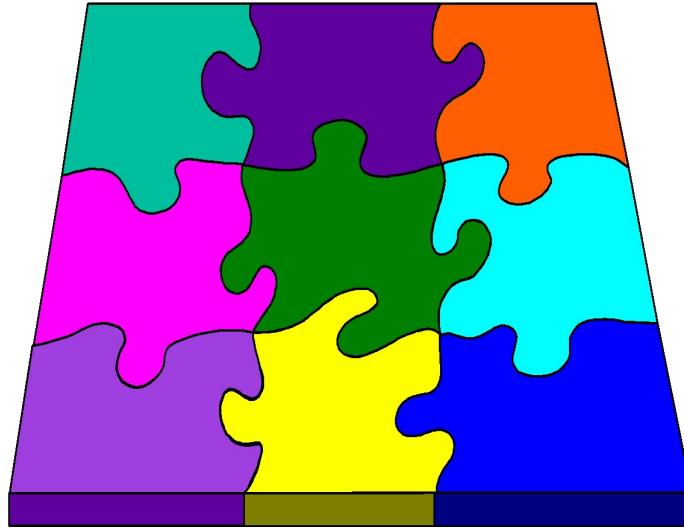
# Cláusula do - exemplo



Evento	Ações executadas
desligar	imprimir("x") desligar() imprimir("z")
desligar	imprimir("y") imprimir("w") imprimir("z")
ligar	imprimir("y") ligar() imprimir("u")

# Exemplo (Despertador)





## 9.2 Identificação dos elementos de um diagrama de estados

# Identificação de elementos do DTE

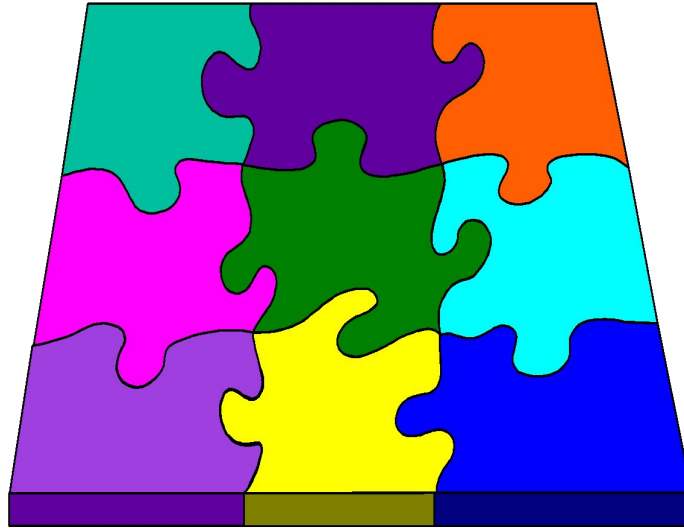
- Um bom ponto de partida para identificar estados é analisar os possíveis valores de seus atributos e as ligações que ele pode realizar com outros objetos.
- No entanto, a existência de atributos ou ligações não é suficiente para justificar a criação de um DTE.
  - O comportamento de objetos dessa classe deve depender de tais atributos ou ligações.

# Identificação de elementos do DTE

- Já que transições dependem de eventos para ocorrer, devem-se identificar estes eventos primeiramente.
- Além disso, deve-se examinar também se há algum fator que condicione o disparo da transição.
  - Se existir, este fator deve ser modelado como uma condição de guarda da transição.
- Um bom ponto de partida para identificar eventos é a descrição dos casos de uso.
- Os eventos encontrados na descrição dos casos de uso são externos ao sistema.
- Contudo, uma transição pode também ser disparada por um evento *interno* ao sistema.

# Identificação de elementos do DTE

- De uma forma geral, cada operação com visibilidade pública de uma classe pode ser vista como um evento em potencial.
- Uma outra fonte para identificação de eventos associados a transições é analisar as *regras de negócio*.
  - “Um cliente do banco não pode retirar mais de R\$ 1.000 por dia de sua conta”.
  - “Os pedidos para um cliente não especial devem ser pagos antecipadamente”.
  - “O número máximo de alunos por curso é igual a 30”.



## 9.3 Construção de diagramas de transição de estados

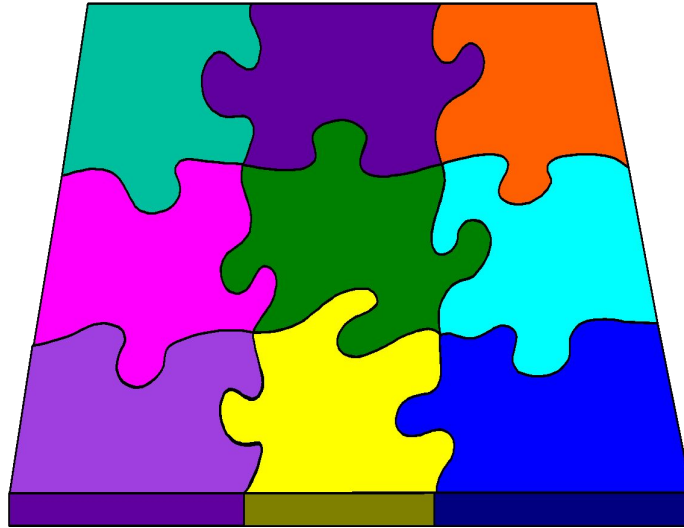


# Um DTE para uma classe

- Os diagramas de estados são desenhados por classe.
  - Desvantagem: dificuldade na visualização do estado do sistema como um todo.
  - Essa desvantagem é parcialmente compensada pelos diagramas de interação.
- Nem todas as classes de um sistema precisam de um DTE.
  - Somente classes que exibem um comportamento dinâmico relevante.
  - Objetos cujo histórico precisa ser rastreado pelo sistema são típicos para se construir um diagrama de estados.

# Procedimento para construção

1. Identifique os estados relevantes para a classe.
2. Identifique os eventos relevantes. Para cada evento, identifique qual a transição que ele ocasiona.
3. Para cada estado: identifique as transições possíveis quando um evento ocorre.
4. Para cada estado, identifique os eventos internos e ações correspondentes.
5. Para cada transição, verifique se há fatores que influenciam no seu disparo. (definição de condições de guarda e ações).
6. Para cada condição de guarda e para cada ação, identifique os atributos e ligações que estão envolvidos.
7. Defina o estado inicial e os eventuais estados finais.
8. Desenhe o DTE.



## 9.4 Modelagem de estados no processo de desenvolvimento

# Modelagem de estados no PDS

- Os DTEs podem ser construídos com base nos diagramas de interação e nos diagramas de classes.
- Durante a construção do DTE para uma classe, novos atributos e operações podem surgir.
  - Essas novas propriedades devem ser adicionadas ao modelo de classes.
- A construção de um DTE freqüentemente leva à descoberta de novos atributos para uma classe
  - principalmente atributos para servirem de abstrações para estados.
- Além disso, este processo de construção permite identificar novas operações na classe
  - pois os objetos precisam reagir aos eventos que eles recebem.

# Modelagem de estados no PDS

- O comportamento de um objeto varia em função do estado no qual ele se encontra.
- Pode ser necessária a atualização de uma ou mais operações de uma classe para refletir o comportamento do objetos em cada estado.
- Por exemplo, o comportamento da operação **sacar()** da classe **ContaBancária** varia em função do estado no qual esta classe se encontra
  - saques não podem ser realizados em uma conta que esteja no estado **bloqueada**.