

# Modelamento da Imprecisão Temporal da Observação em Sistemas de Diagnóstico de Ambientes Distribuídos

**Volnys Borges Bernal**

**Tese de doutorado**

**Depto. de Engenharia de Sistemas Eletrônicos  
Escola Politécnica da USP**

**Orientador: Prof. Dr. Sergio Takeo Kofuji**





# Agenda

---

- ❑ Motivação e objetivo
- ❑ Sistemas de correlação e diagnóstico
- ❑ O sistema SMARTS
- ❑ Anomalias, sintomas e suas relações
- ❑ Modelagem do processo de observação
- ❑ Problemas temporais de uma observação
- ❑ A nova representação da observação
- ❑ Modelagem da observação
- ❑ Aglomerado de Intervalos
- ❑ Conclusão

# Motivação e Objetivo



---





# Motivação

---

- É impraticável a um operador, mesmo com a utilização de plataforma de gerenciamento, a identificação de problemas em um ambiente distribuído sem um sistema de apoio:
  - Sistema de correlação
  - Sistema de diagnóstico
- Mesmo sistemas de correlação e diagnóstico devem conviver com as seguintes situações:
  - Defasagem temporal da observação
  - Perda de observações
  - Existência de ruídos



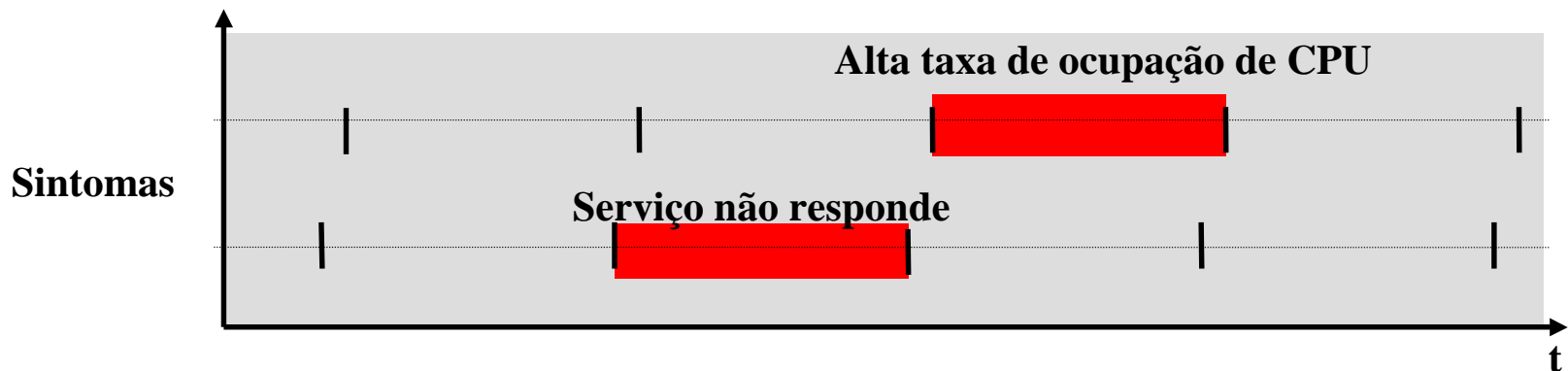
# Motivação

	Rede de Telecomunicações	Redes de Dados
Protocolo mais utilizado	CMIP	SNMP
Agente de monitoração	complexo	simples
Meio de transmissão utilizado no gerenciamento	<i>In-band</i> <i>Out-of-band</i>	<i>In-band</i>
Principal método de obtenção de observações	notificação	amostragem periódica ( <i>polling</i> )
Observação típica	<b>não defasada</b>	<b>defasada em até 1 ciclo</b> <b>defasada em até 2 ciclos</b>
Perda de observações	<b>raro</b>	<b>frequente</b>

# Motivação

- Principal problema para detecção de anomalias em redes de dados:

- **Incerteza temporal da observação**





# Objetivo

---

- Principal

- Modelagem da imprecisão temporal da observação em sistemas de diagnóstico para sistemas distribuídos e
- Modelagem da incerteza decorrente da ausência de informações

# Sistemas de Correlação de Eventos



---







# Sistemas de correlação de eventos

---

- Correlação de eventos
  - Principal objetivo
    - Reduzir a quantidade de eventos transferidos aos operadores
  - Técnicas utilizadas
    - Compressão, filtragem, supressão, intensificação, ...

# Sistemas de Diagnóstico



---



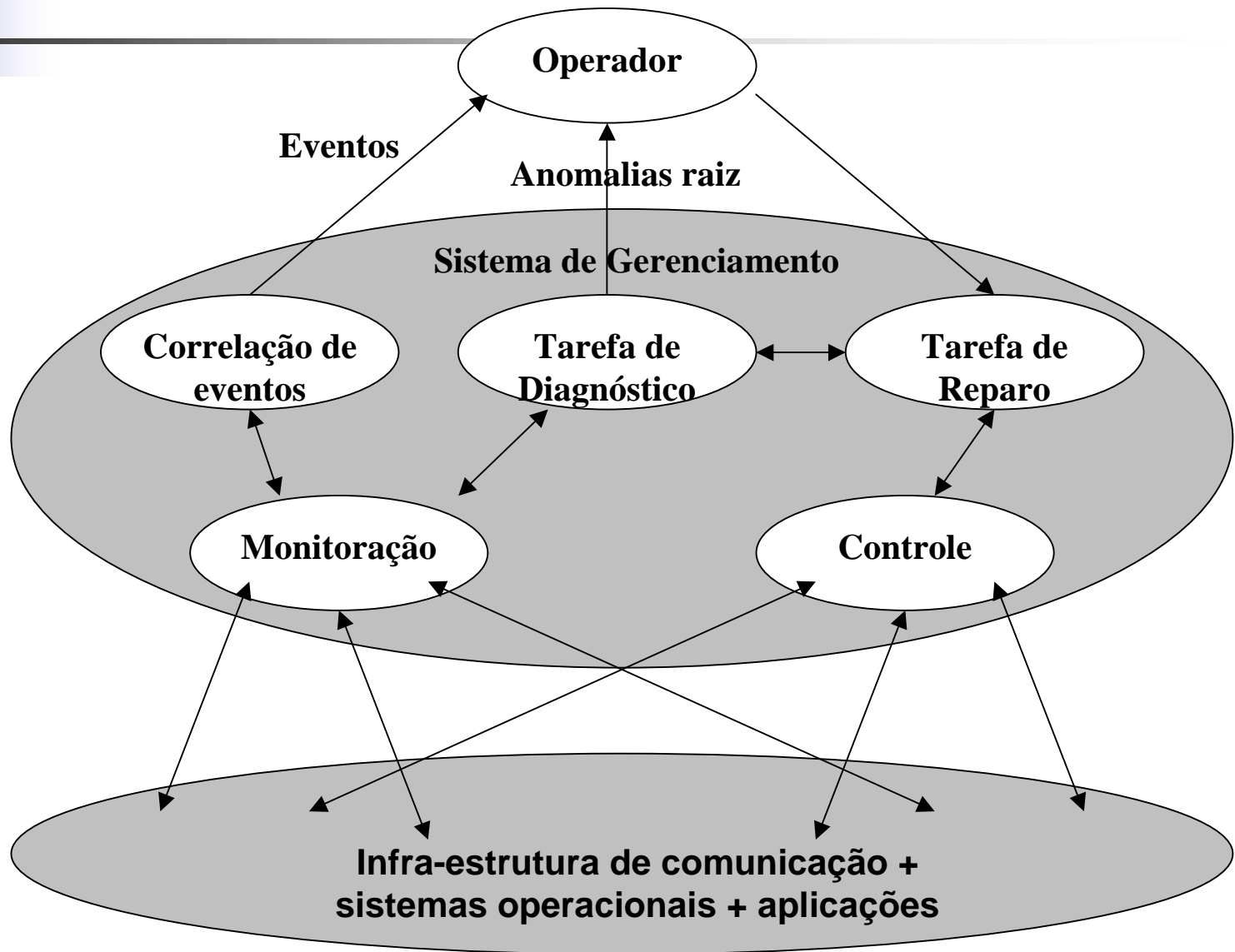


# Sistemas de diagnóstico

---

- Objetivo:
  - Identificar o **conjunto de causas raiz** relacionadas às anomalias que se manifestam através de alguns comportamentos observáveis (sintomas)

# Sistemas de apoio



# Sistemas de Diagnóstico: Sistema SMARTS



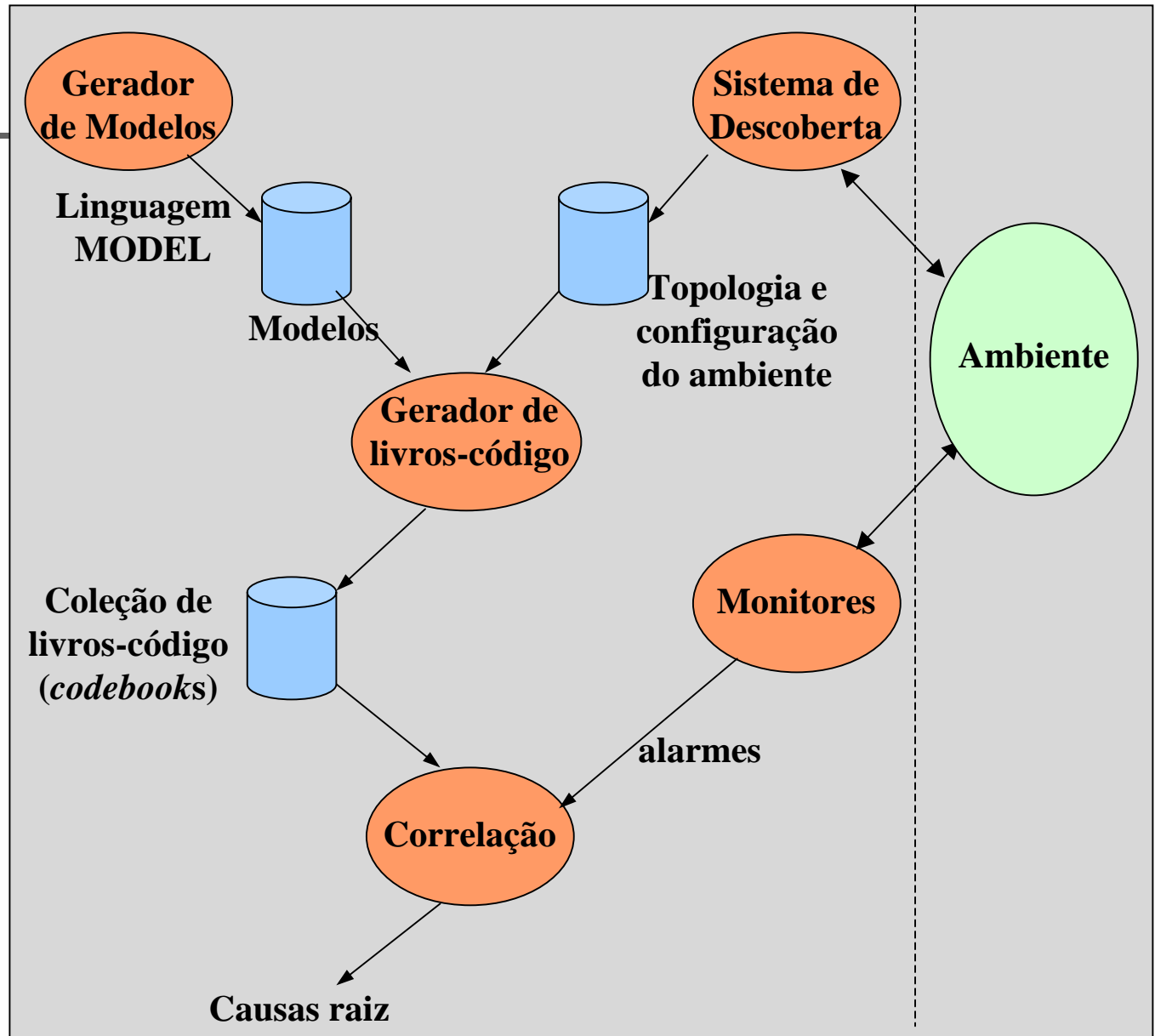


# Sistema SMARTS

---

- ❑ Sistema de diagnóstico
- ❑ Apoiado por um sistema de correlação
- ❑ Utiliza a técnica de correlação por livro-código
- ❑ Atemporal
- ❑ Baseado em modelo (utiliza a linguagem MODEL para descrição do modelo)

# Sistema SMARTS



# Sistema Smarts

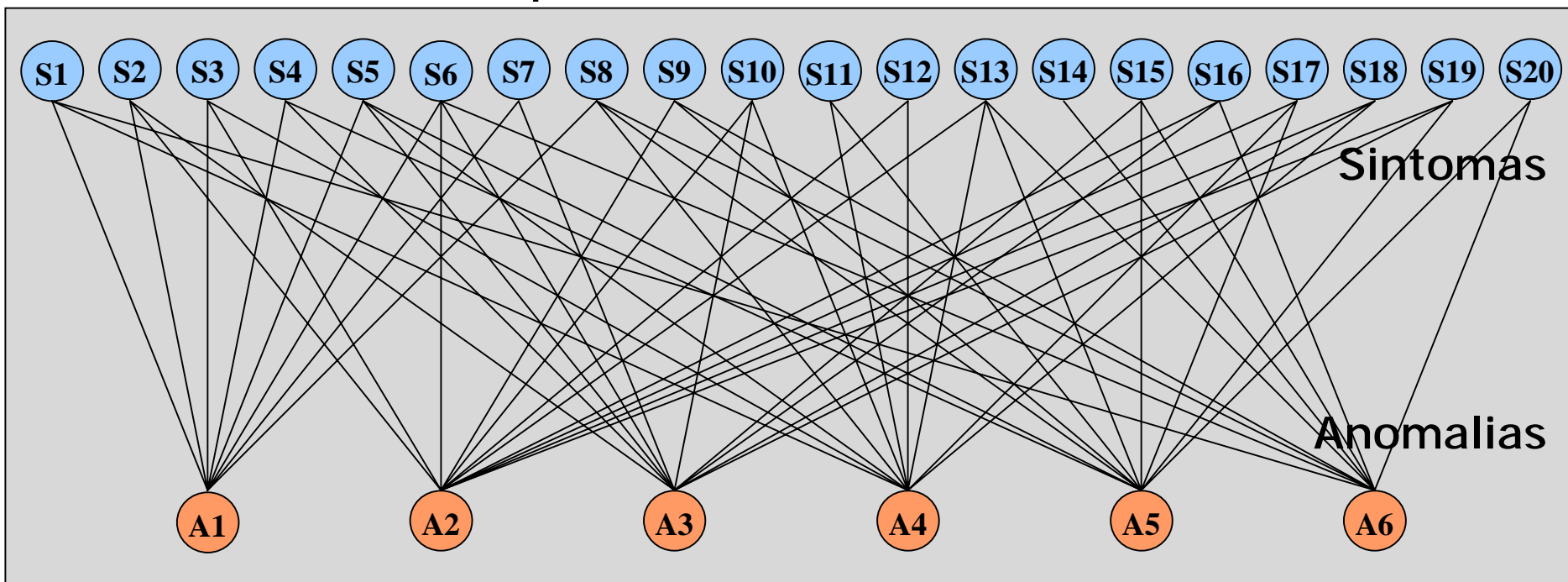
Modelo

Topologia +  
Configuração

Grafo Causal

Grafo de correlação  
bipartido

Grafo de correlação bipartido





# Sistema SMARTS

Grafo de correlação  
bipartido



Matriz de  
correlação

## Matriz de correlação

17

	Anomalia						ok
Sintoma	A1	A2	A3	A4	A5	A6	
S1	1	0	0	1	0	1	0
S2	1	1	1	1	0	0	0
S3	1	1	0	1	0	0	0
S4	1	0	1	0	1	0	0
S5	1	0	1	1	1	0	0
S6	1	1	1	0	0	1	0
S7	1	0	1	0	0	1	0
S8	1	0	0	1	1	1	0
S9	0	1	0	0	1	1	0
S10	0	1	1	1	0	0	0
S11	0	0	0	1	1	0	0
S12	0	1	0	1	0	0	0
S13	0	1	0	1	1	1	0
S14	0	0	0	0	0	1	0
S15	0	0	1	0	1	1	0
S16	0	1	1	0	0	1	0
S17	0	1	0	1	1	0	0
S18	0	1	1	1	0	0	0
S19	0	1	1	0	1	0	0
S20	0	0	0	0	1	1	0

# Sistema SMARTS

Matriz de  
correlação



Livro-código

	Anomalia						ok
Sintoma	A1	A2	A3	A4	A5	A6	
S1	1	0	0	1	0	1	0
S2	1	1	1	1	0	0	0
S4	1	0	1	0	1	0	0

	Anomalia						ok
Sintoma	A1	A2	A3	A4	A5	A6	
S1	1	0	0	1	0	1	0
S3	1	1	0	1	0	0	0
S4	1	0	1	0	1	0	0
S6	1	1	1	0	0	1	0
S9	0	1	0	0	1	1	0
S18	0	1	1	1	0	0	0

*Tolerante à  
presença de ruído  
em 1 sintoma*





# Sistema SMARTS

---

## □ Principais vantagens

- Indica com precisão a anomalia raiz (desde que as observações não sejam defasadas em fase e período)
- Automaticamente computa e atualiza as regras de correlação
- Extremamente rápido comparado a sistemas baseados em regras
- Resistente a ruído



# Sistema SMARTS

---

- Principais desvantagens

- Trata somente falhas únicas
- Para realizar o correlacionamento todos os sintomas devem estar disponíveis
- Requer o completo conhecimento das anomalias antes que o livro-código seja computado
- Não suporta correlacionamento temporal
- Livro-código deve ser recompilado sempre que o ambiente for alterado
- **Susceptível a observações defasadas!**

# Anomalias, sintomas e suas relações





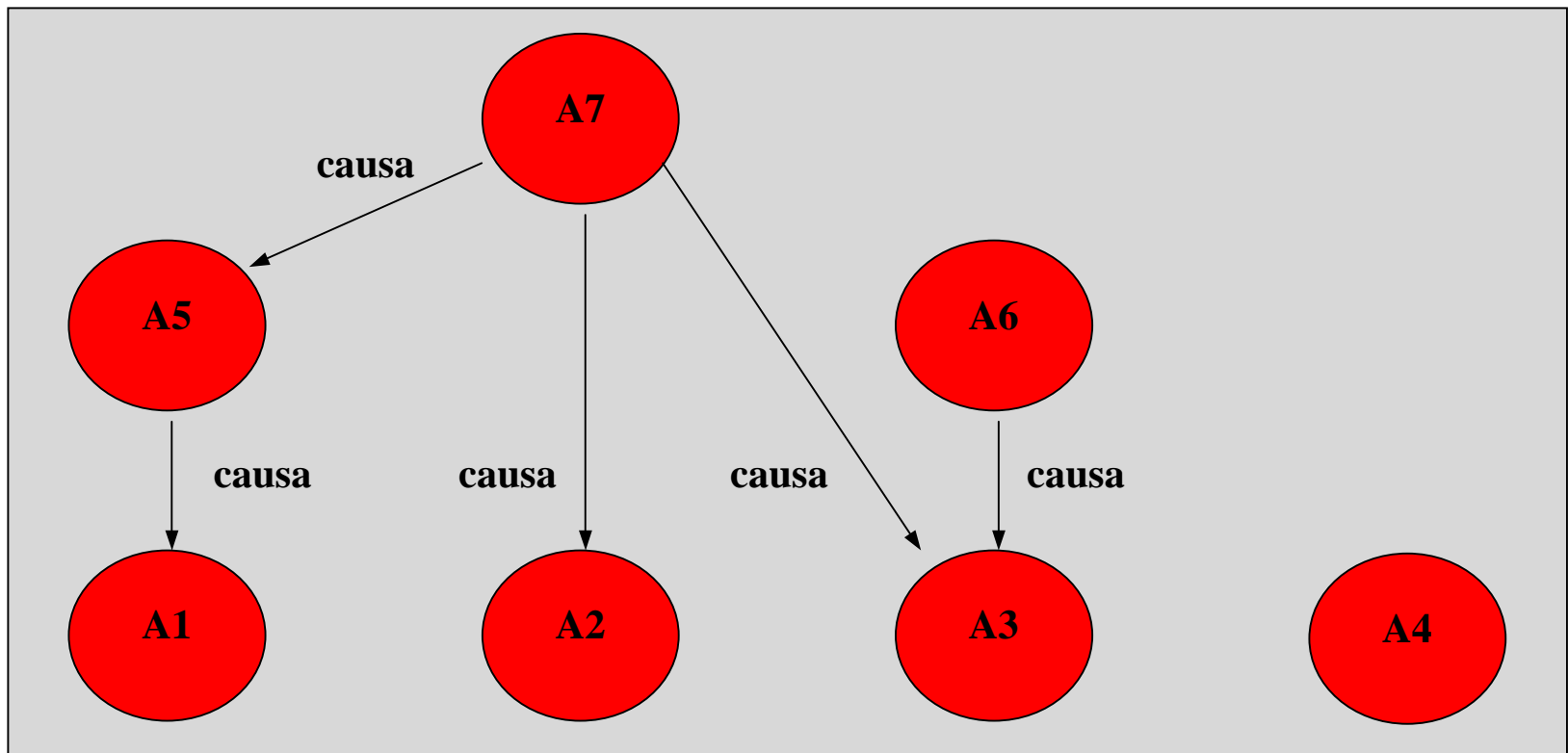
# Anomalias, sintomas e suas relações

---

- Classificação das relações causais
  - Quanto à possibilidade de causar efeito
    - Necessariamente causa
    - Possivelmente causa
  - Quanto ao retardo do efeito
    - Início imediato
    - Início retardado
    - Término imediato
    - Término retardado
    - Término indeterminado

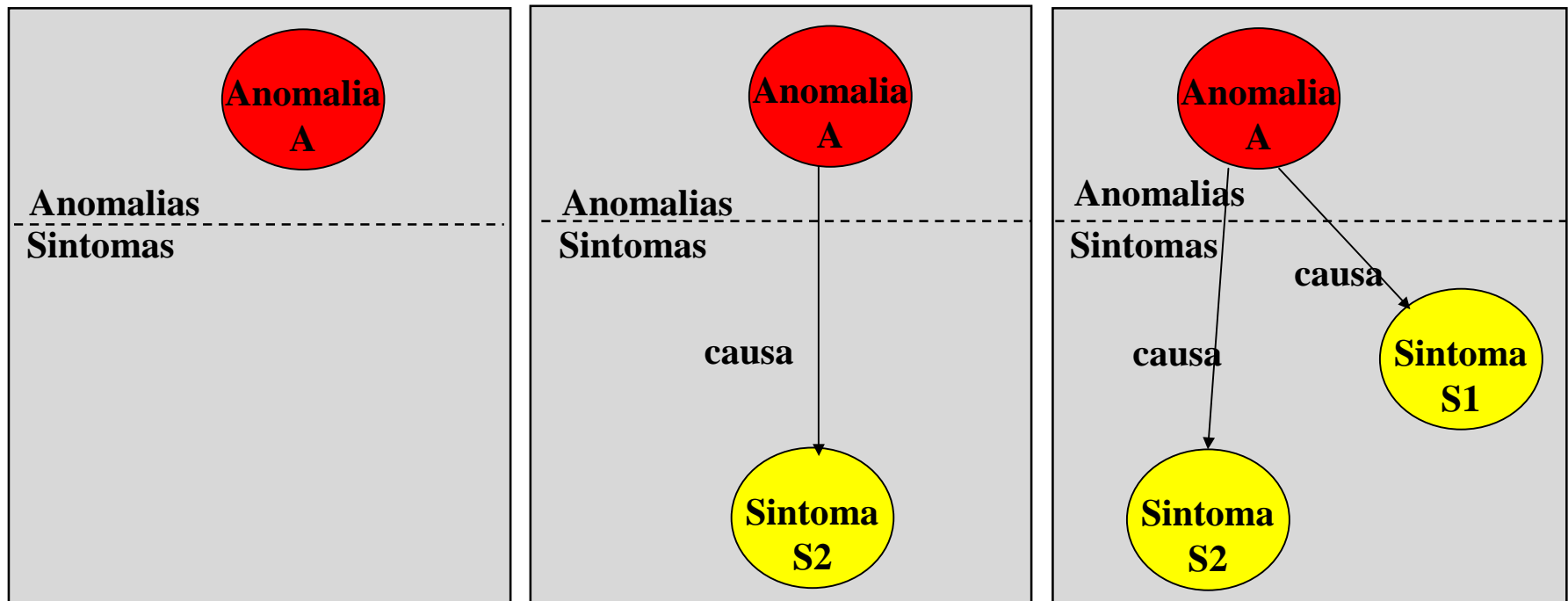
# Anomalias, sintomas e suas relações

- Relacionamento causal entre anomalias



# Anomalias, sintomas e suas relações

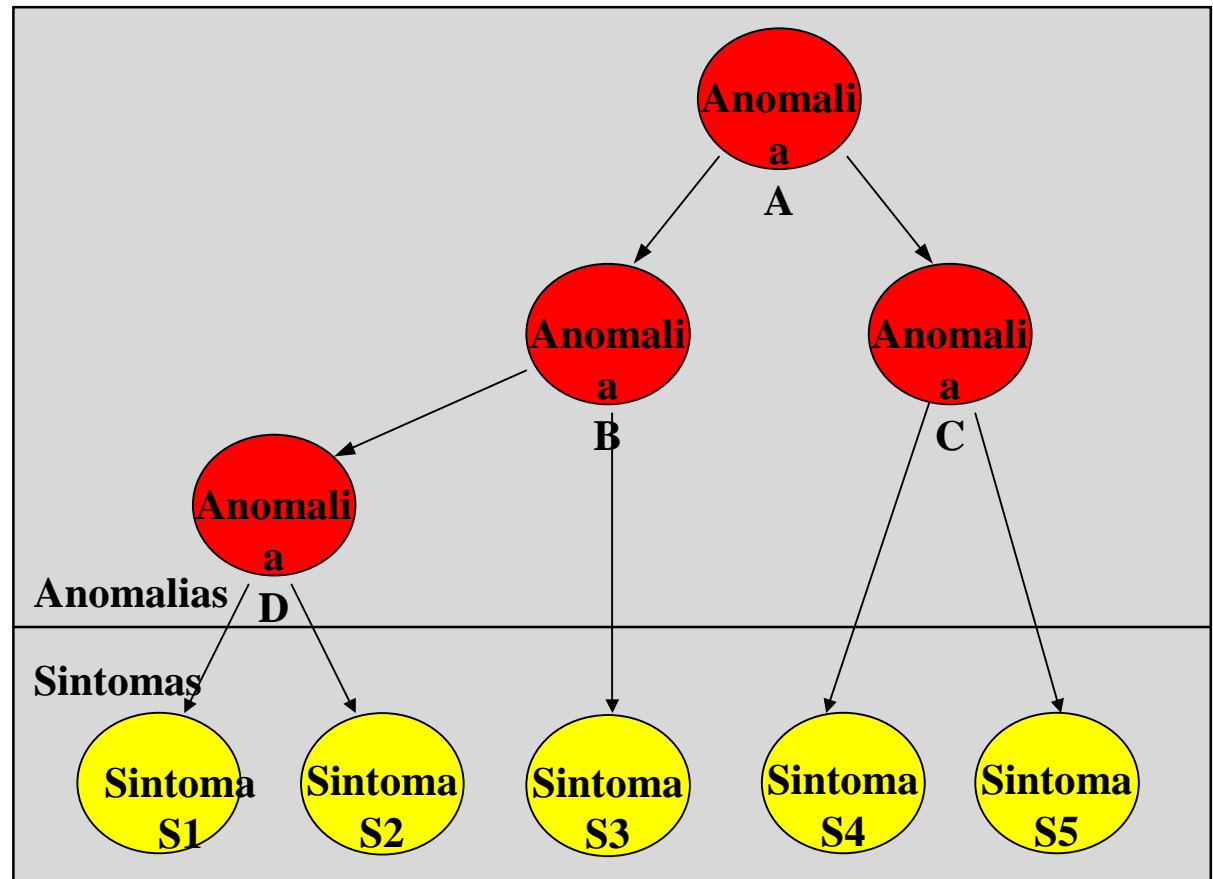
- Relacionamento causal entre anomalias e sintomas





# Anomalias, sintomas e suas relações

- Relacionamento causal entre anomalias e sintomas

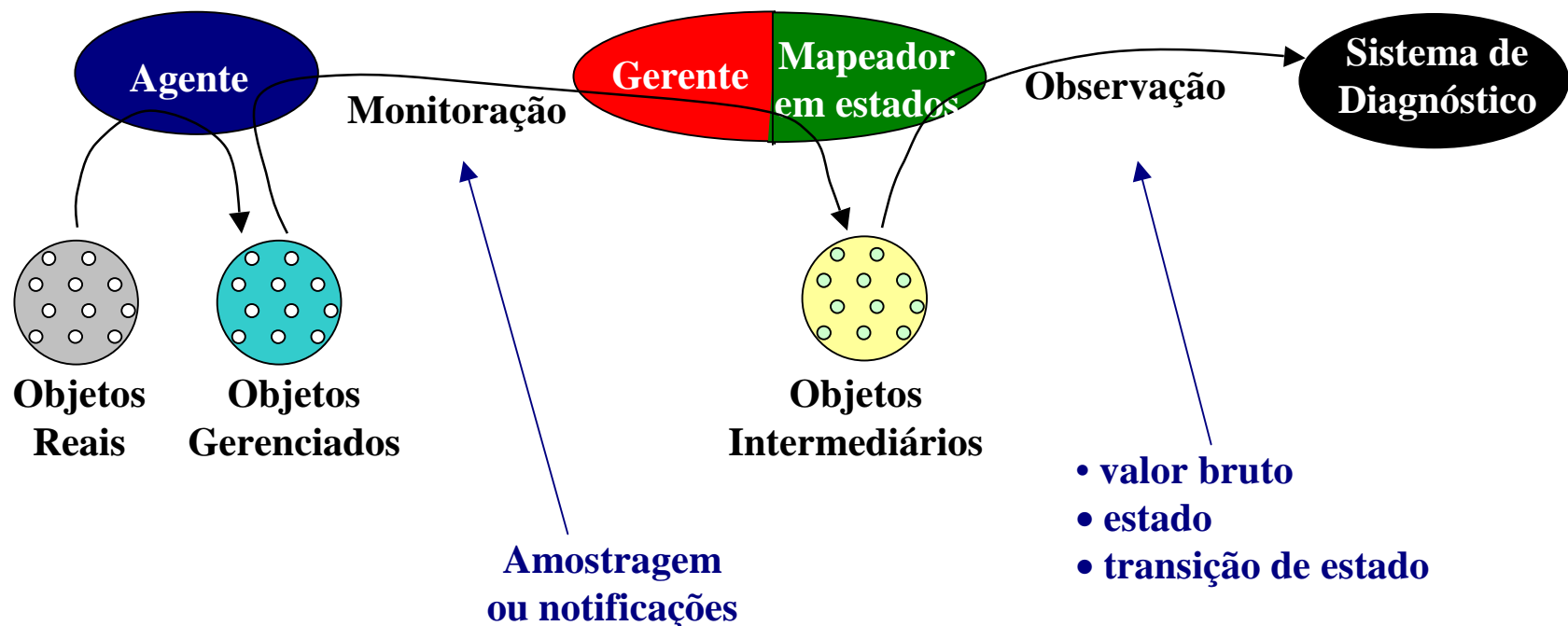


# Modelagem do processo de observação



# Modelagem do processo de observação

- Visão tradicional do processo de obtenção de observações



# Problemas temporais de uma observação





# Observação

---

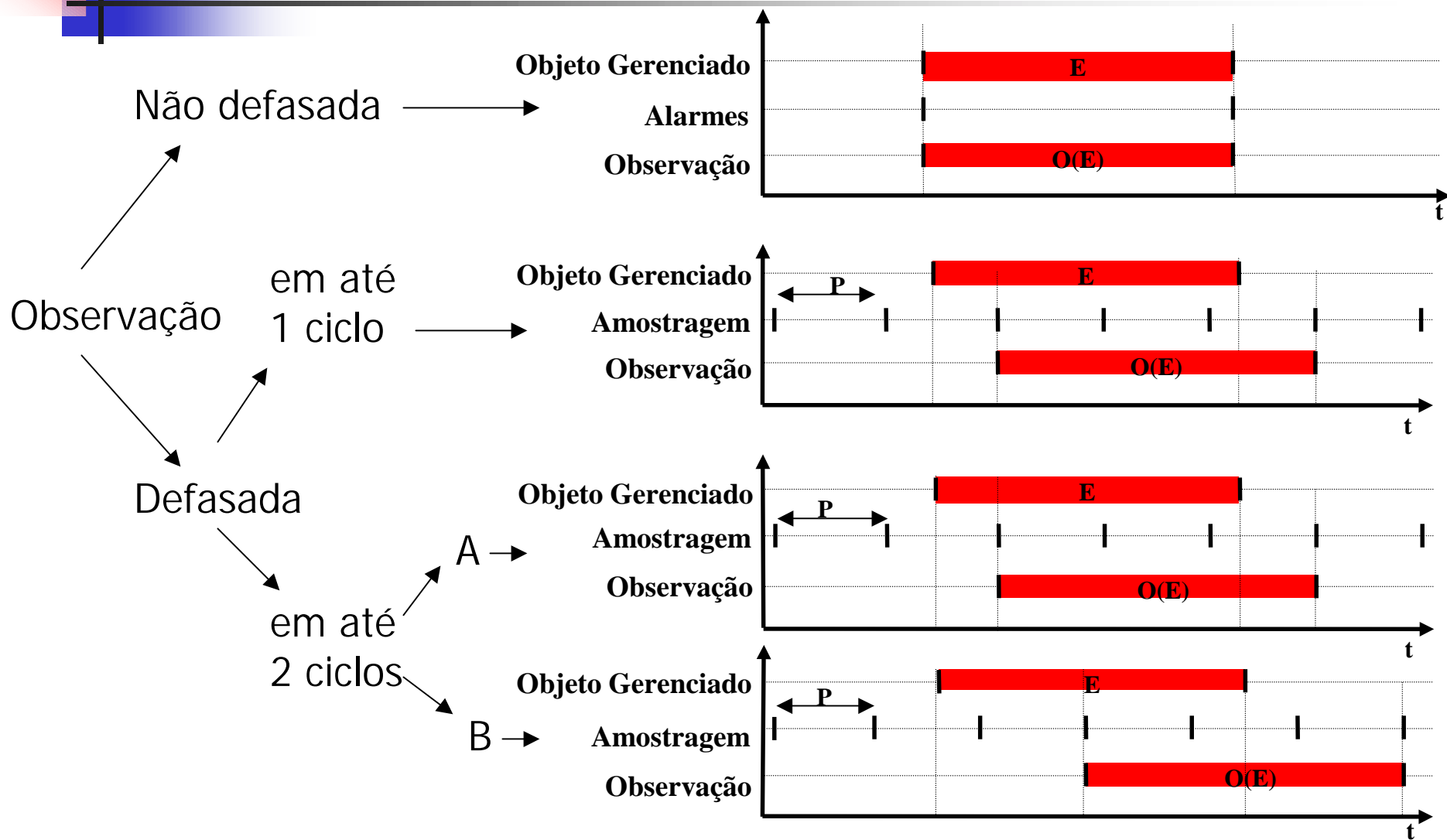
- Problemas temporais

(1) Observação defasada no tempo

(2) Desconhecimento do estado atual de um objeto gerenciado

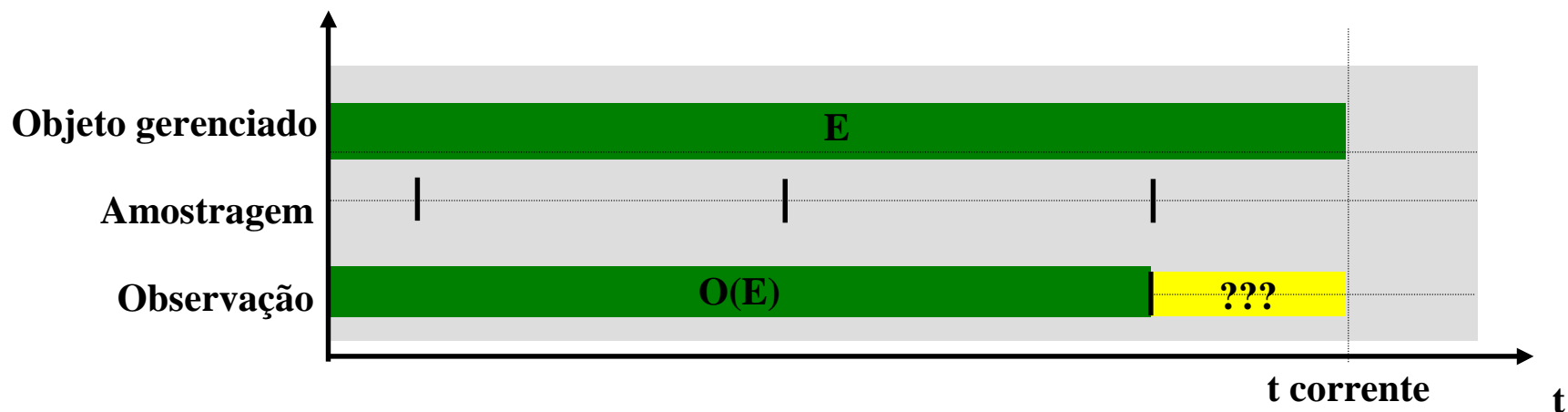
(3) Relacionamento entre observações defasadas no tempo

# (1) Observação defasada no tempo



## (2) Desconhecimento do estado atual

- Ocorre em:
  - Observações defasadas
- Exemplo:





## (3) Relac. entre observações defasadas

---

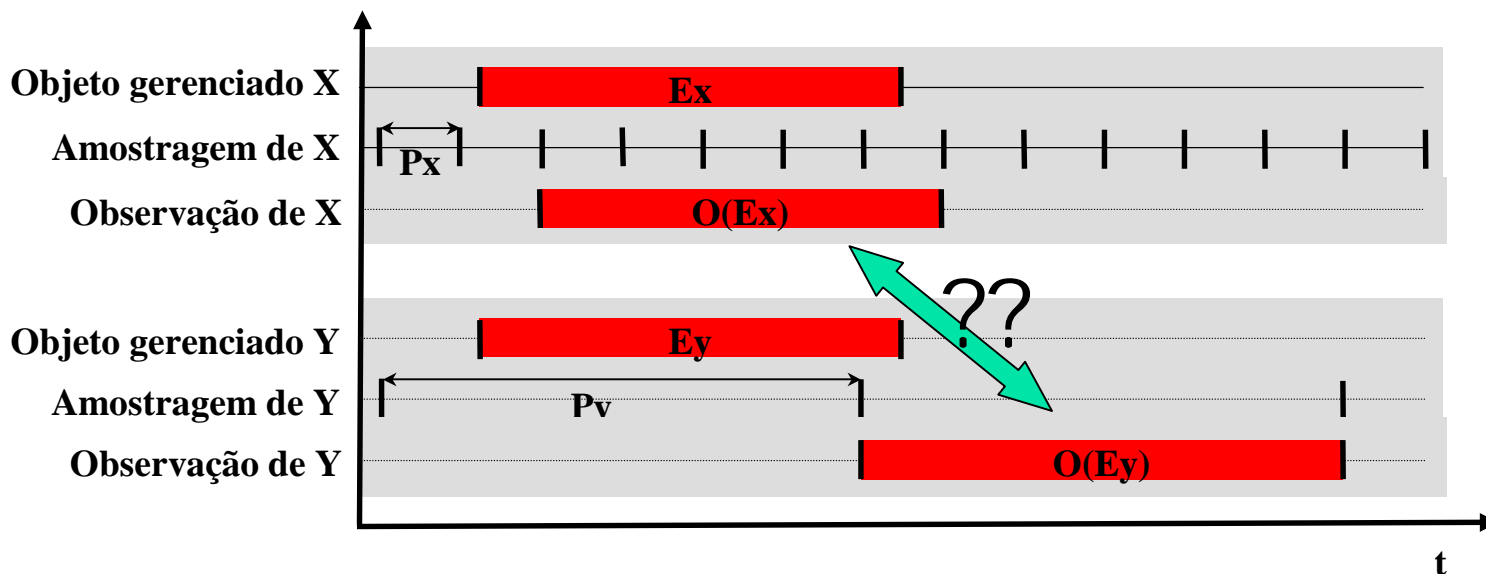
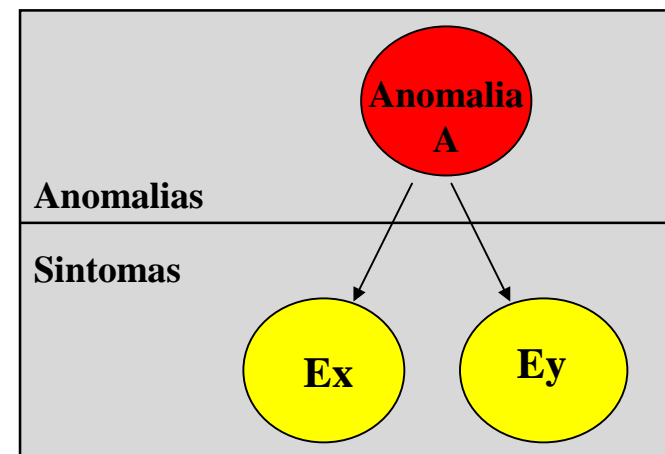
- Não trivial
  - Quando o valor de uma das observações for obtida por amostragem
  
- Devido a utilização de:
  - Diferentes períodos de amostragem
  - Diferentes fases de de amostragem



### (3) Relac. entre observações defasadas

#### Exemplo:

- A causa imediatamente  $E_x$
- A causa imediatamente  $E_y$
- $O(X)$  defasada em até 1 ciclo
- $O(Y)$  defasada em até 1 ciclo

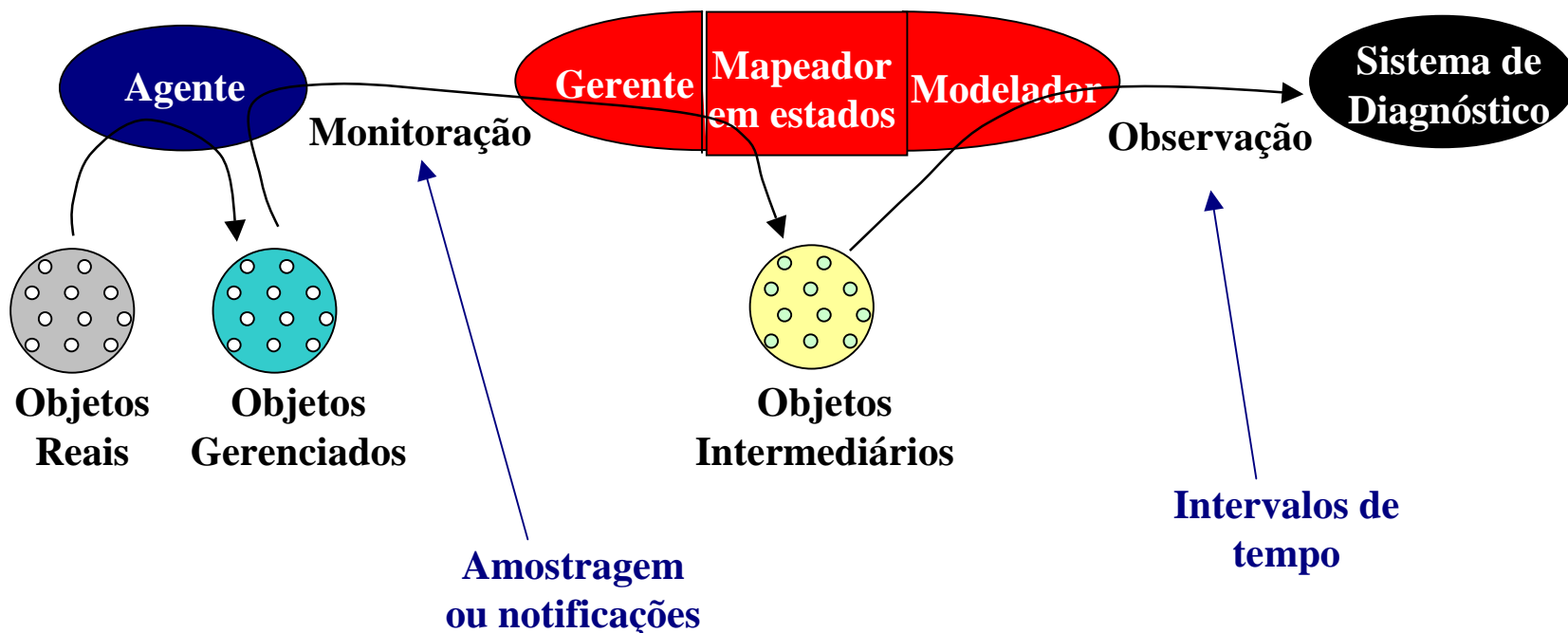


# A nova representação da observação



# A nova representação da observação

- Visão do novo modelo do processo de obtenção de observações





# A nova representação da observação

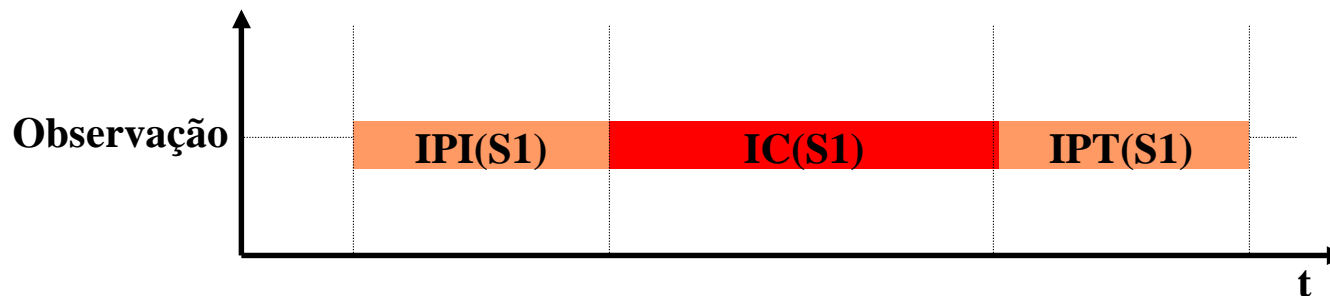
---

- Objetivo:
  - Representação da localização temporal
  - Explicitar as incertezas temporais
  
- Observação é composta por
  - Intervalos de possibilidade e certeza
    - intervalo contendo o momento provável da transição de estado
    - Intervalo de certeza da ocorrência do estado
  - Intervalos de incerteza
    - período com desconhecimento do estado
    - intervalos com ausência de monitoração

# A nova representação da observação

## □ Intervalos definidos

- IC – intervalo de Certeza
- IPI – Intervalo de Possibilidade de Início
- IPT – Intervalo de Possibilidade de Término
- II – Intervalo de Incerteza



# Modelagem da observação



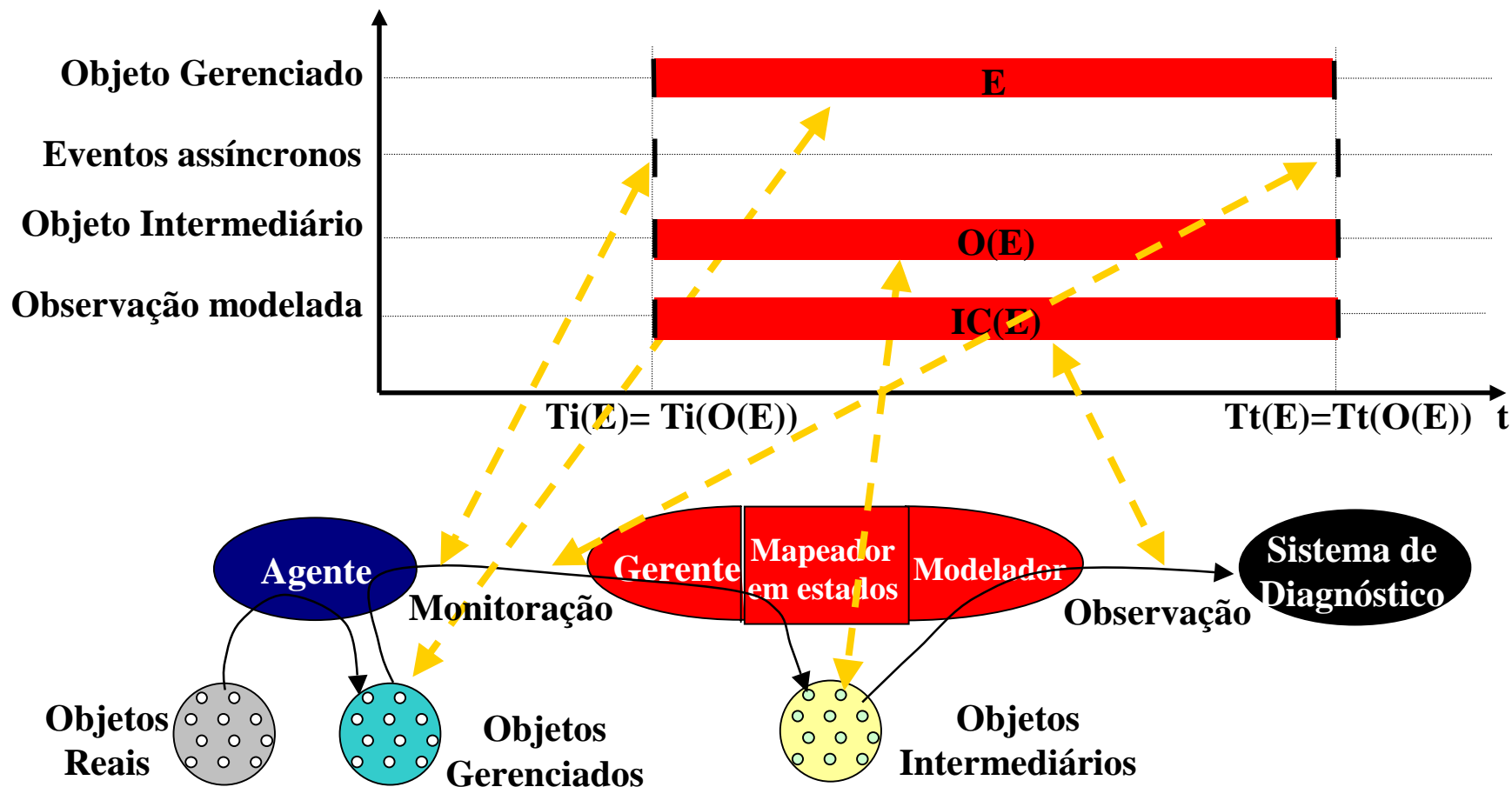
---

Intervalos de Possibilidade e Certeza



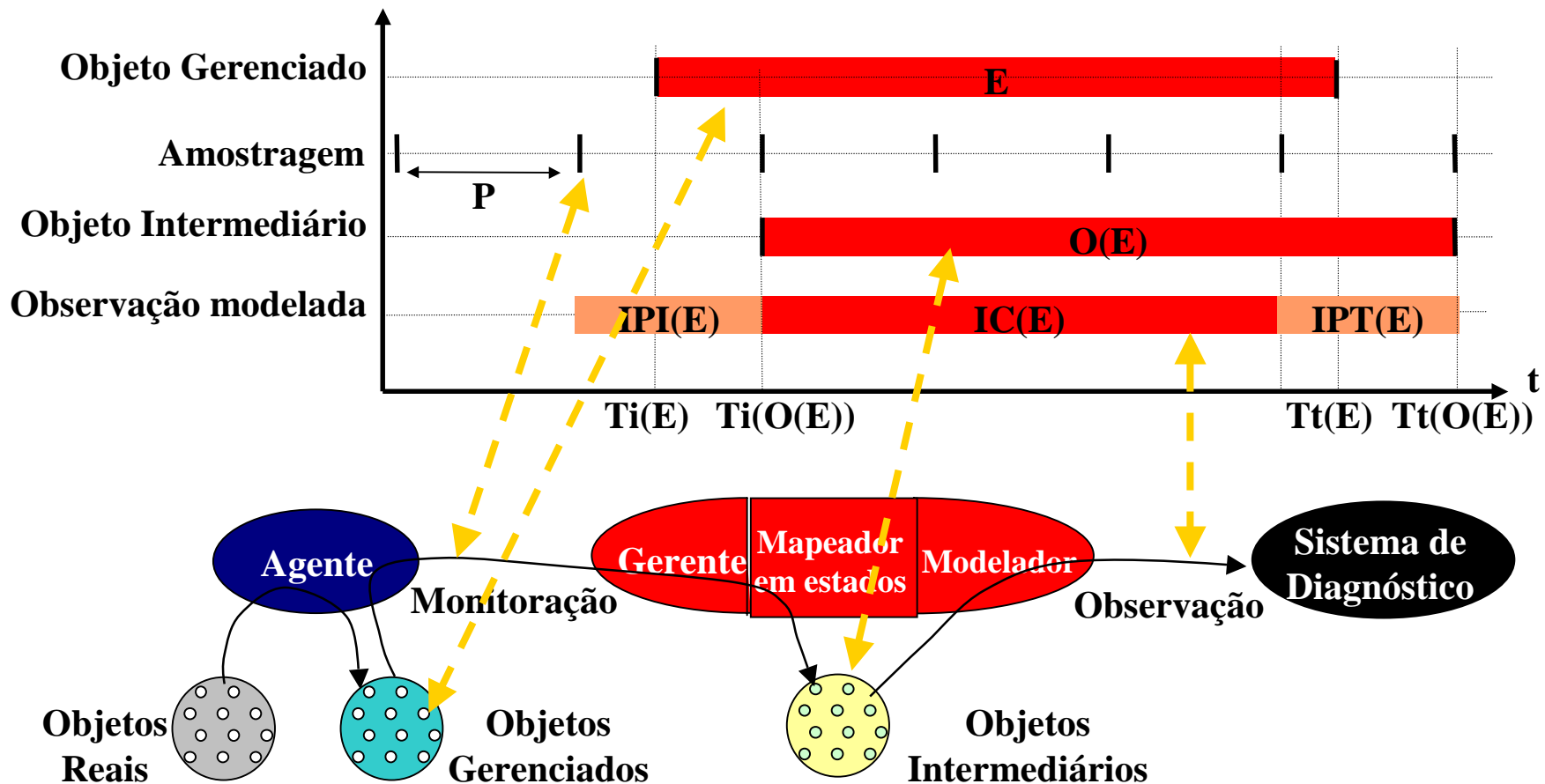
# Intervalos de possibilidade e certeza

## □ Observação não defasada



# Intervalos de possibilidade e certeza

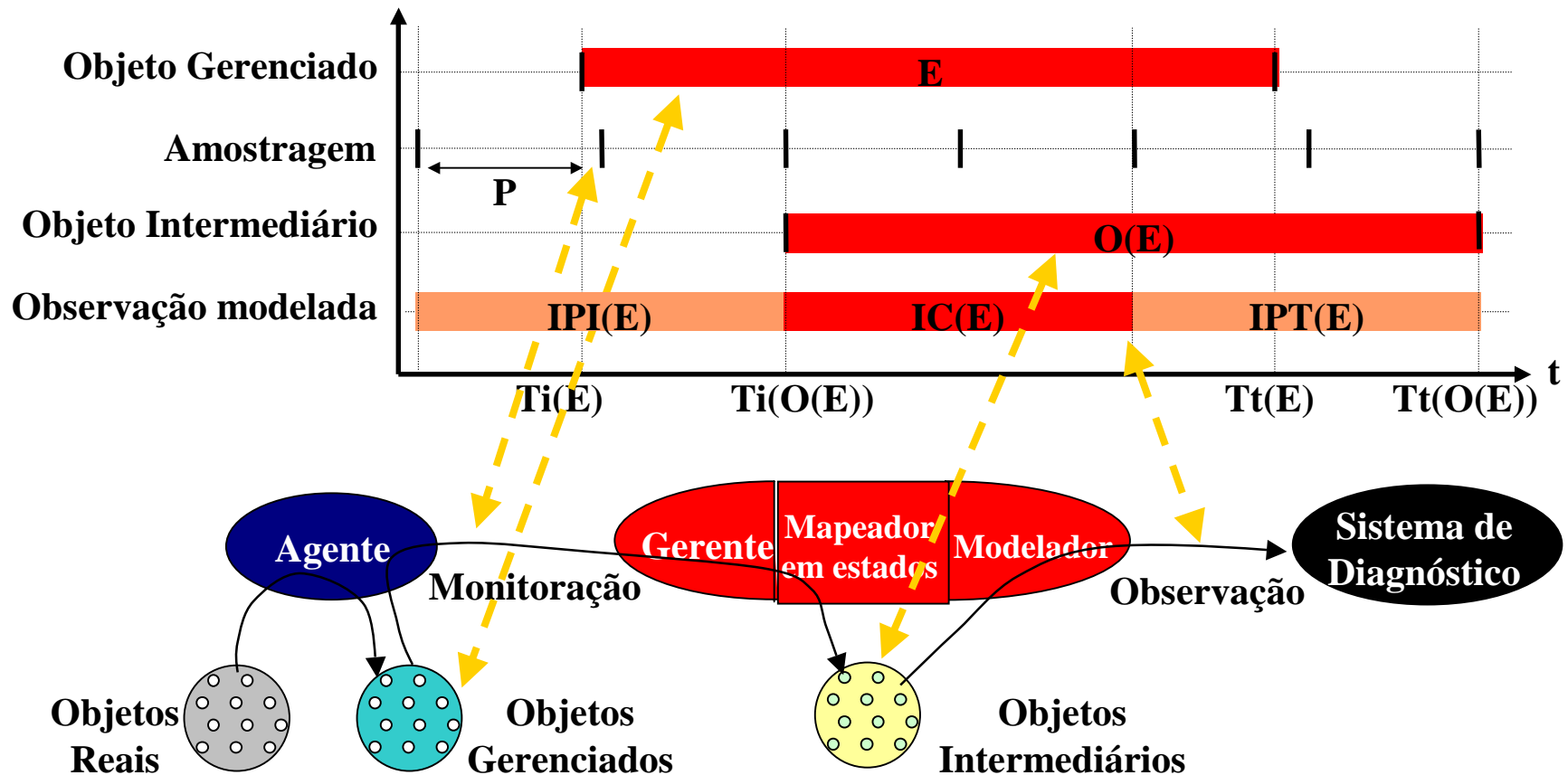
- Observação defasada em até 1 ciclo





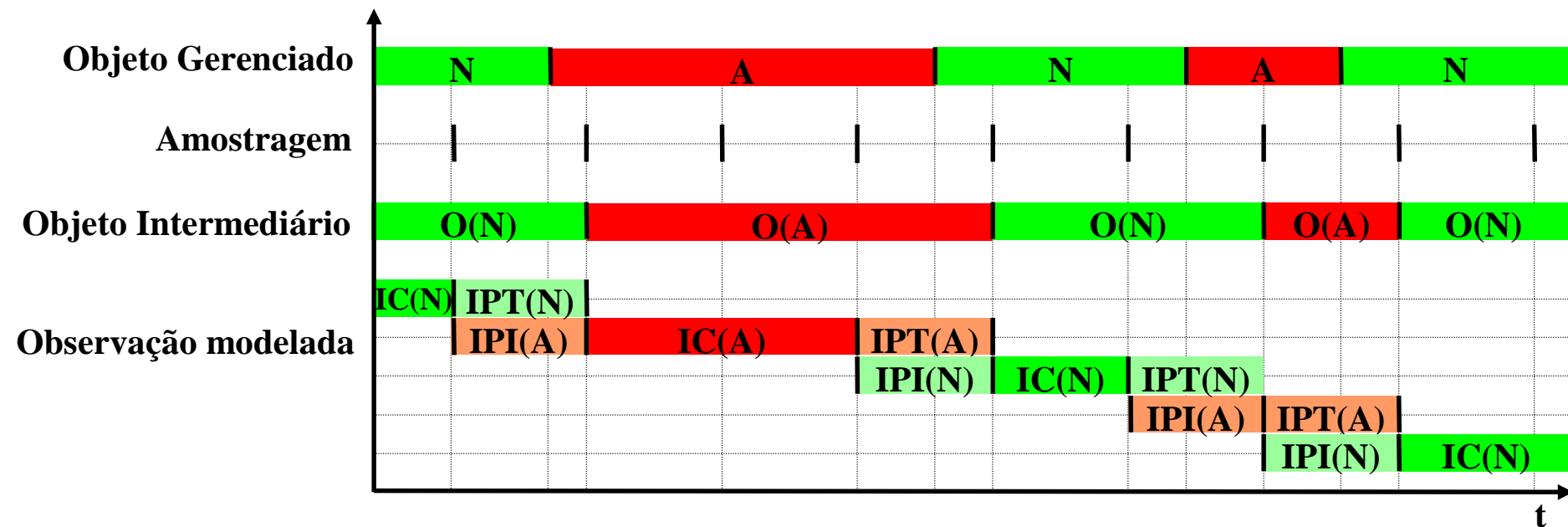
# Intervalos de possibilidade e certeza

- Observação defasada em até 2 ciclos



# Intervalos de possibilidade e certeza

- Utilização da completude do conjunto de estados



# Modelagem da observação

Intervalos de Incerteza





# Intervalos de Incerteza

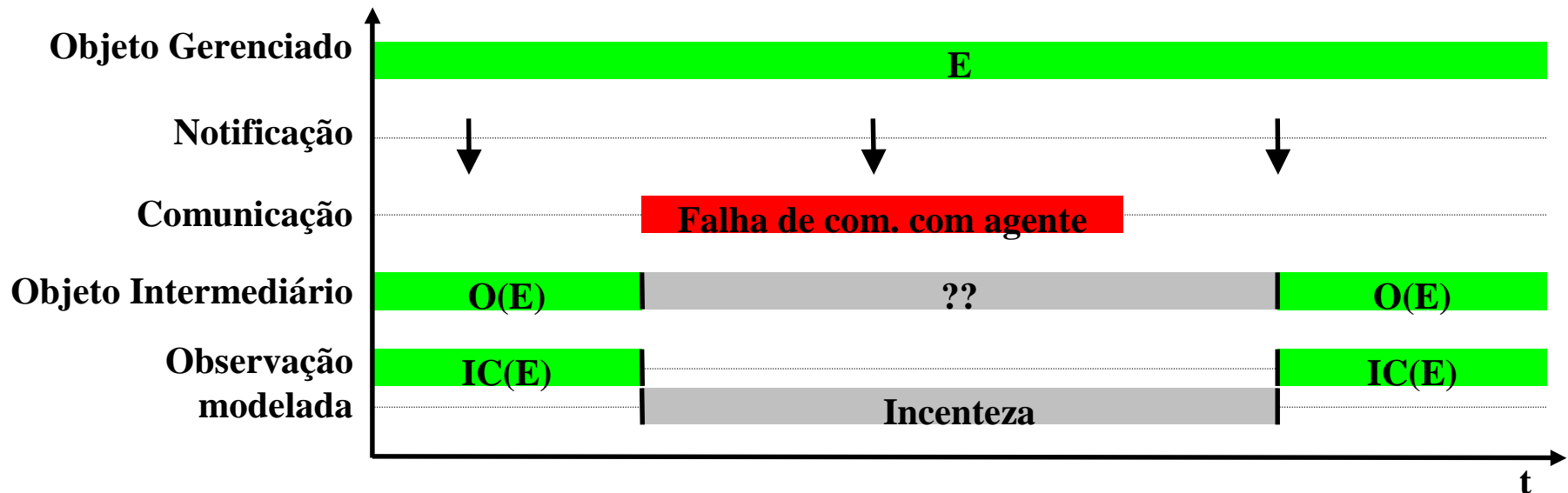
---

- Representa o intervalo de tempo no qual não é conhecido o “estado” do objeto gerenciado
  
- Causas
  - (1) Falha na monitoração
  - (2) Proximidade ao instante corrente
  - (3) Início do processo de monitoração

# Intervalos de incerteza:

## (1) Falha na monitoração

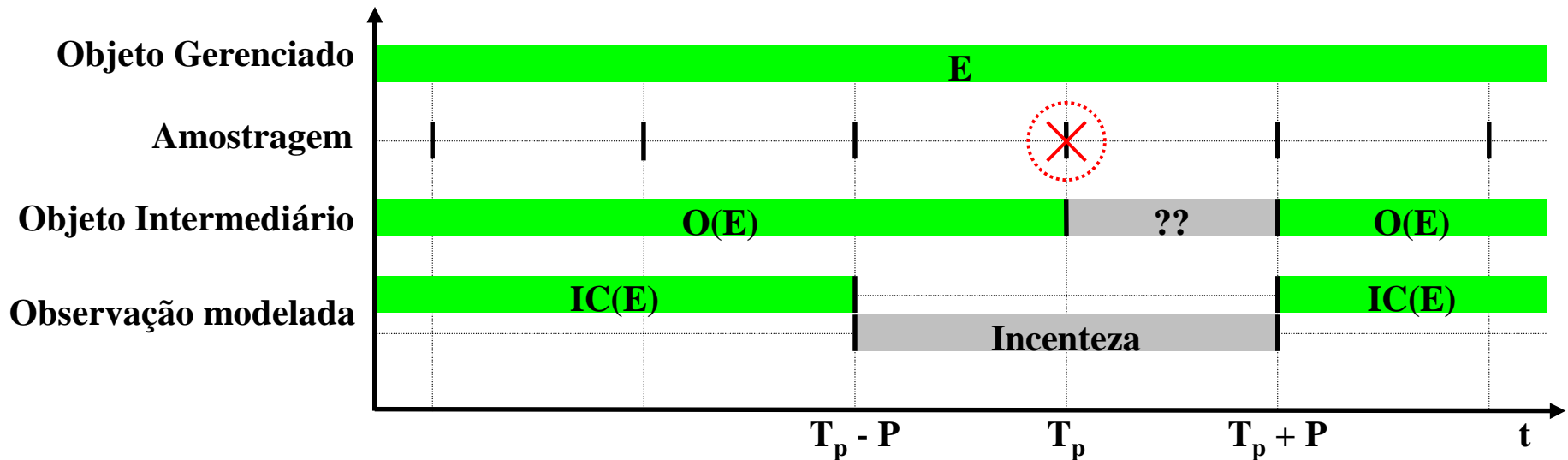
- Observação não defasada



# Intervalos de incerteza:

## (1) Falha na monitoração

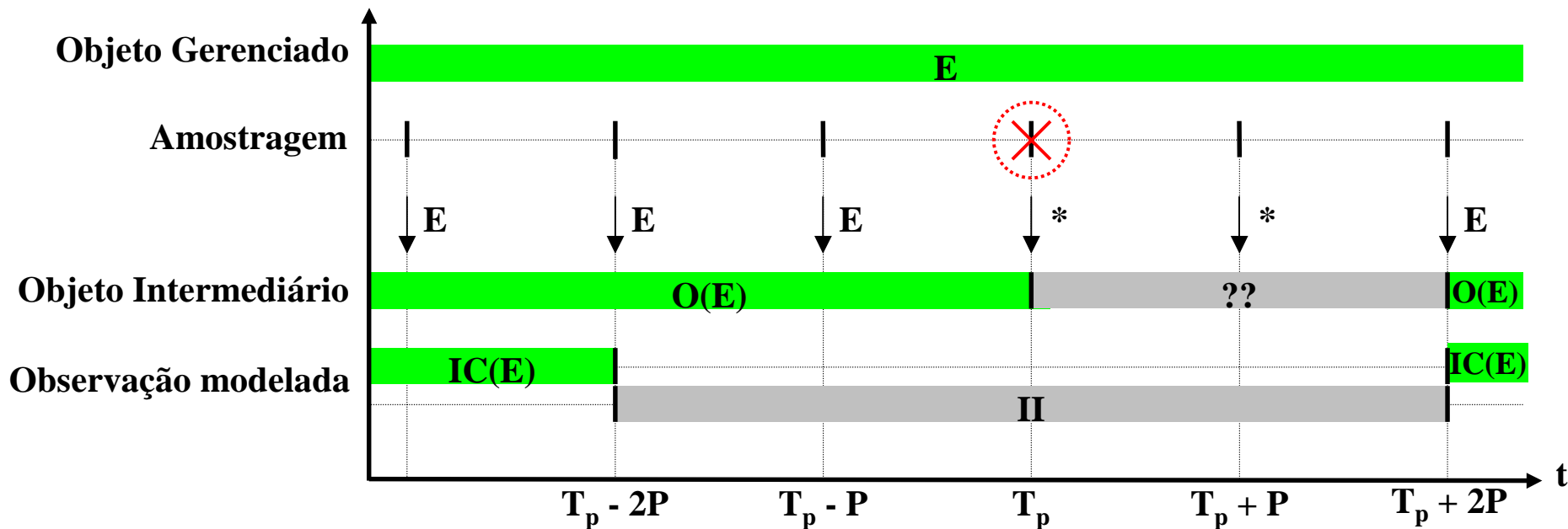
- Observação defasada em até 1 ciclo



# Intervalos de incerteza:

## (1) Falha na monitoração

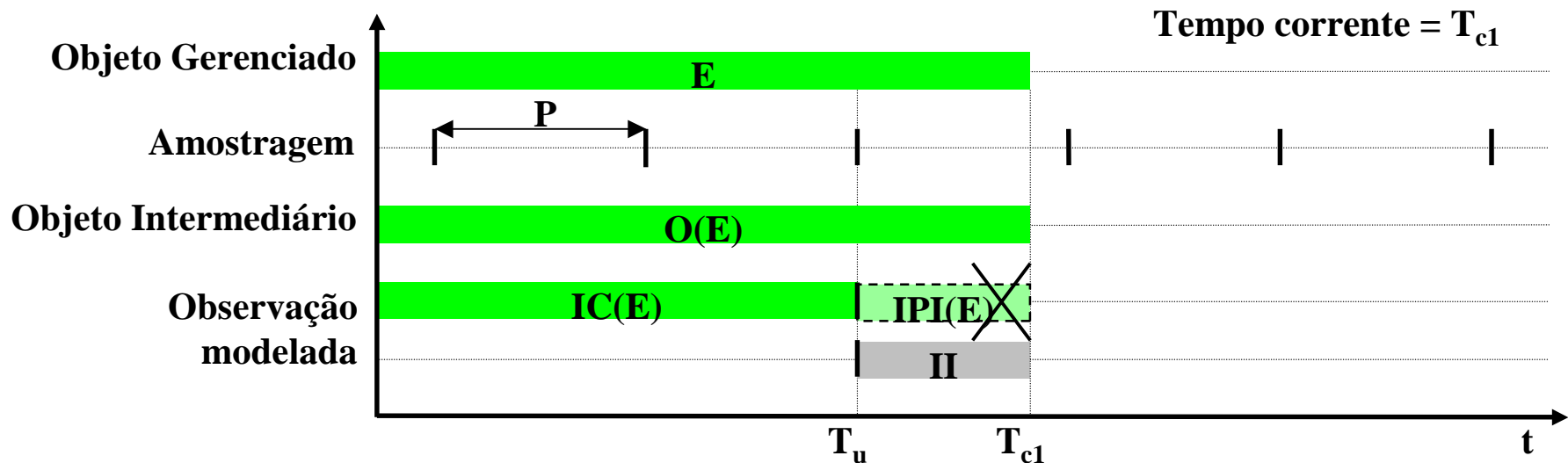
- Observação defasada em até 2 ciclos



# Intervalos de incerteza:

## (2) Proximidade ao instante corrente

- Observação defasada em até 1 ciclo

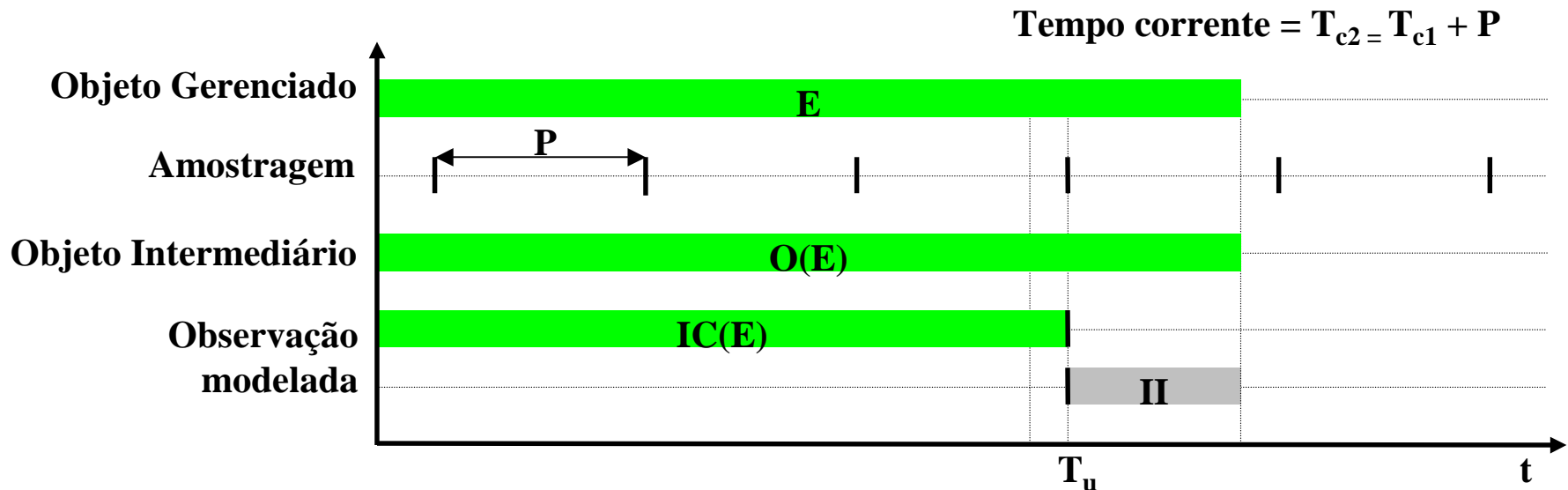




# Intervalos de incerteza:

## (2) Proximidade ao instante corrente

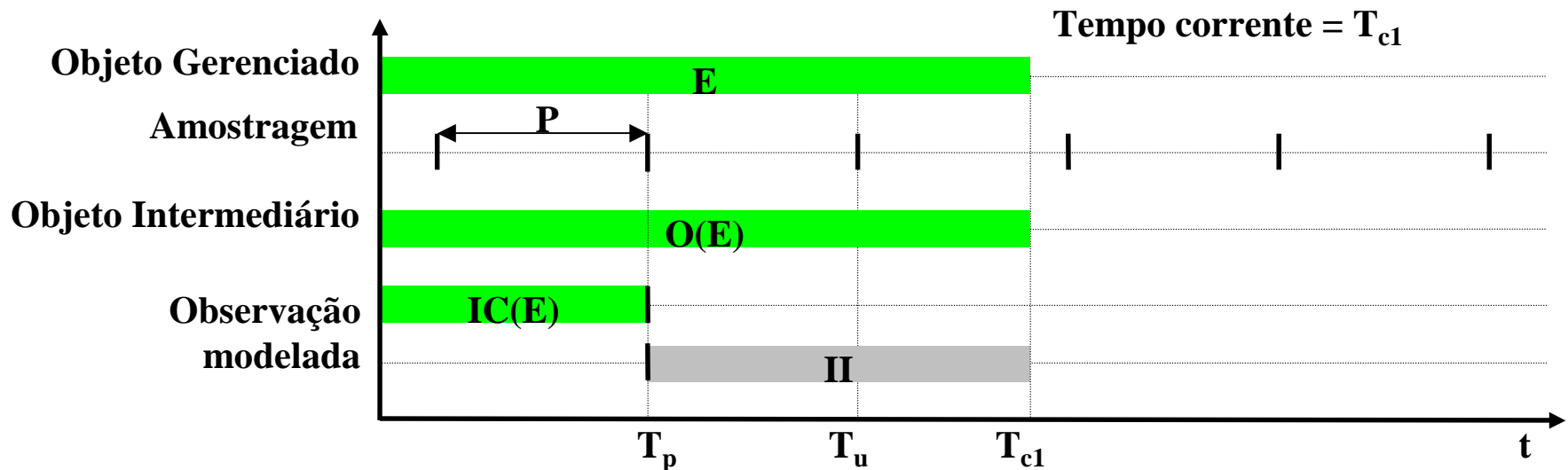
- Observação defasada em até 1 ciclo



# Intervalos de incerteza:

## (2) Proximidade do instante corrente

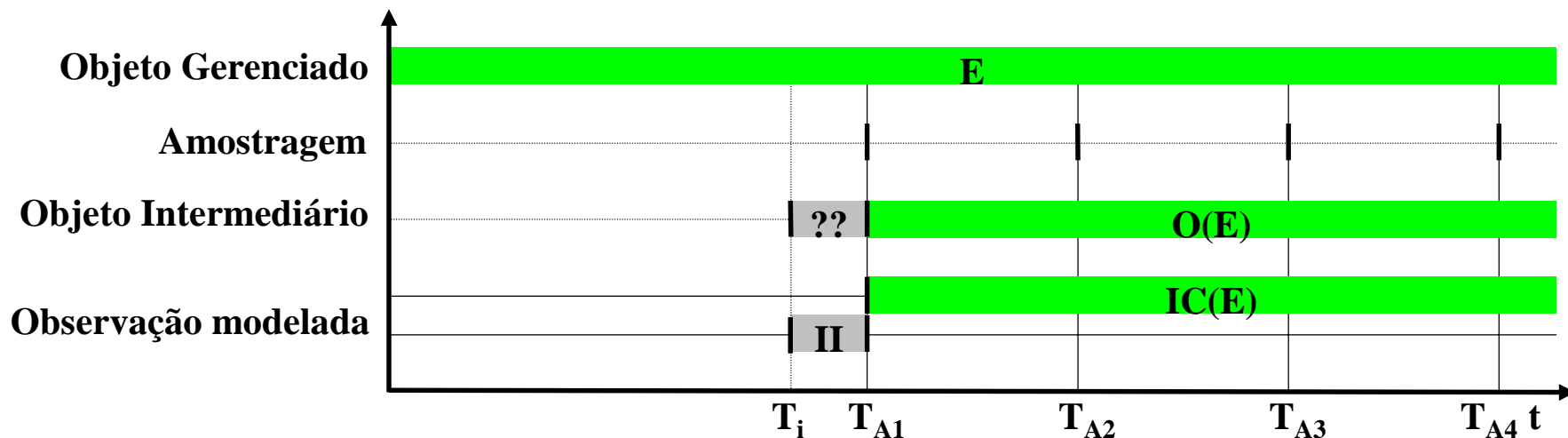
- Observação defasada em até 2 ciclos



# Intervalos de incerteza:

## (3) Início do processo de monitoração

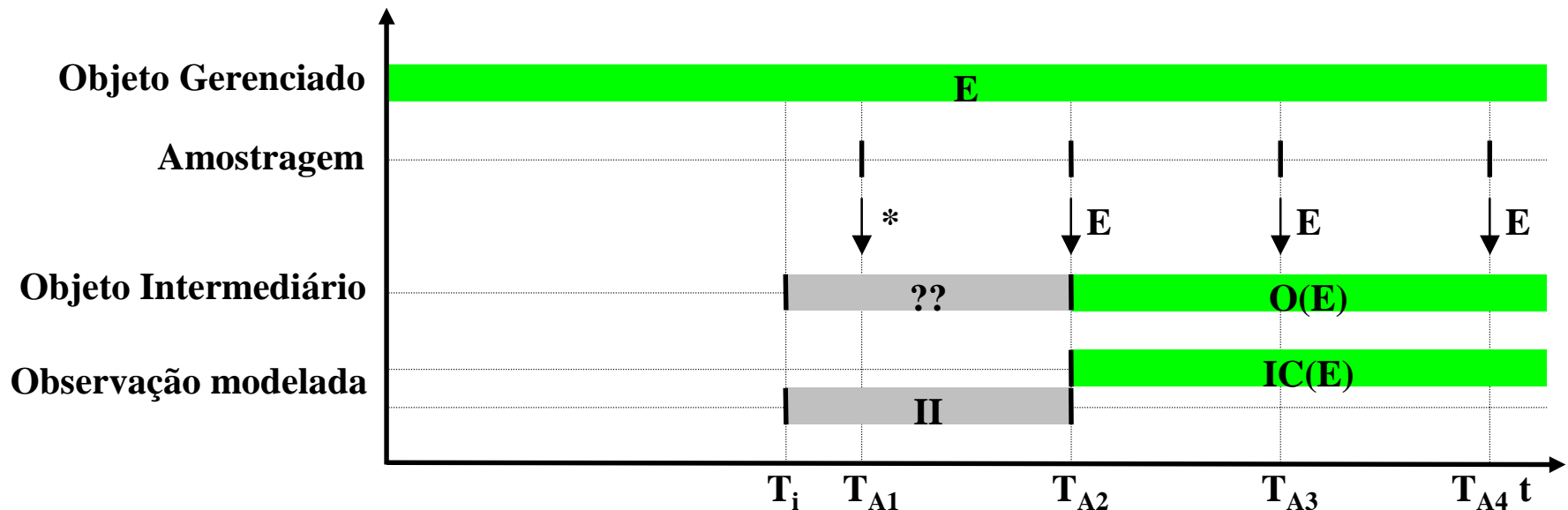
- Observação defasada em até 1 ciclo



# Intervalos de incerteza:

## (3) Início do processo de monitoração

- Observação defasada em até 2 ciclos



# Aglomerado de Intervalos





# Aglomerado de intervalos

---

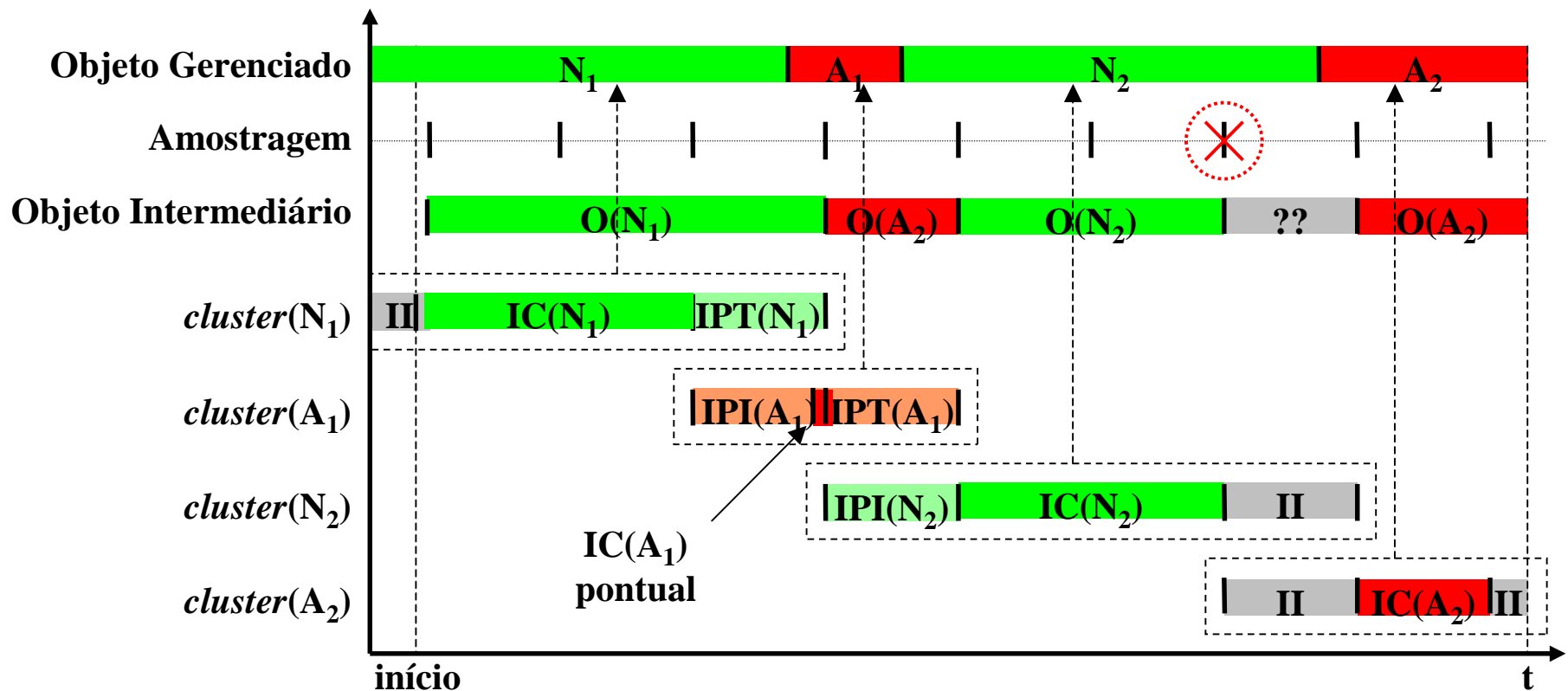
- Objetivo

- Representar a ocorrência de um estado em um objeto gerenciado utilizando os intervalos de tempo IPI, IC, IPT e II

# Aglomerado de intervalos

## Exemplo:

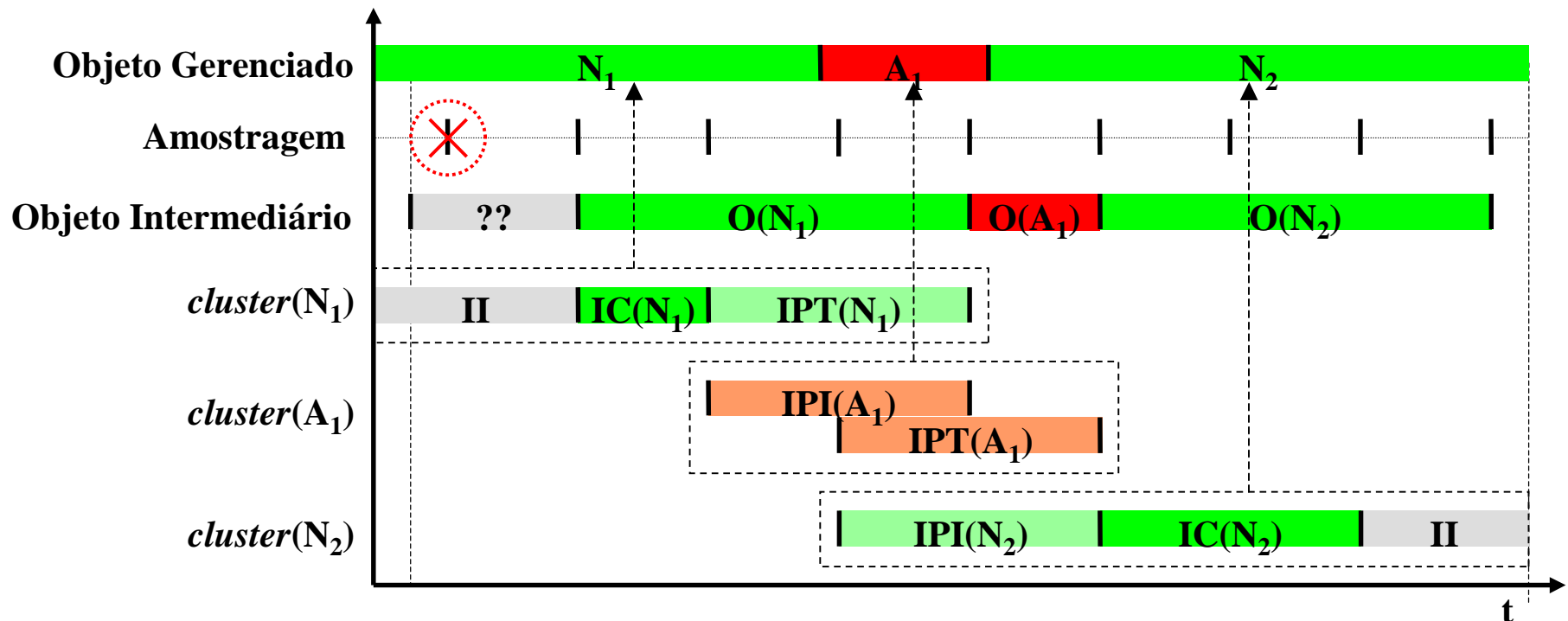
- Observação defasada em até 1 ciclo



# Aglomerado de intervalos

## Exemplo:

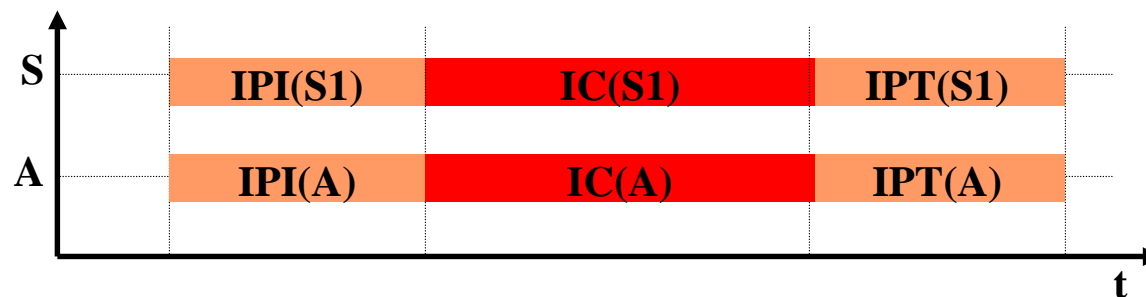
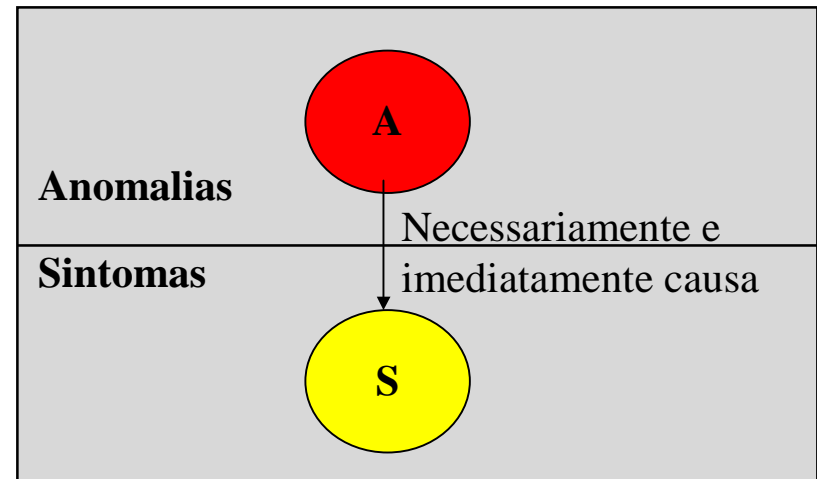
- Observação defasada em até 2 ciclos





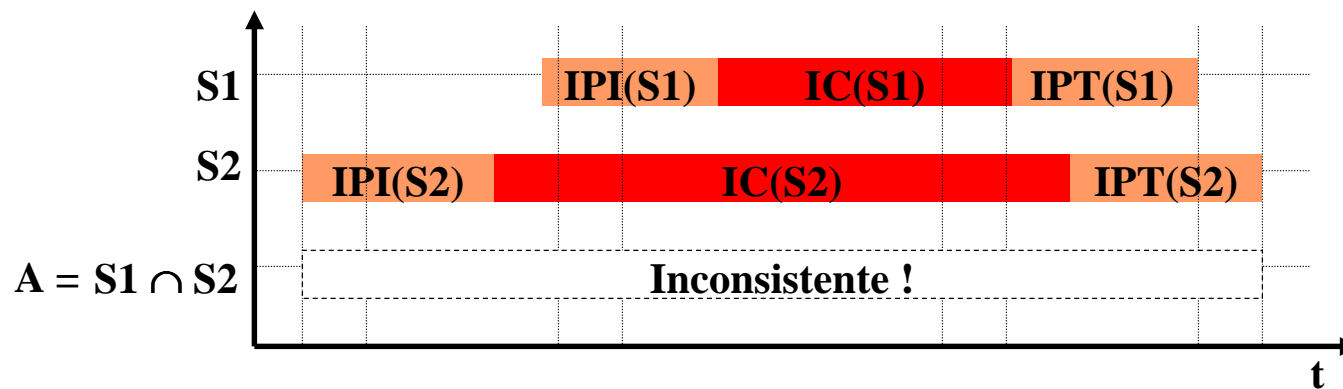
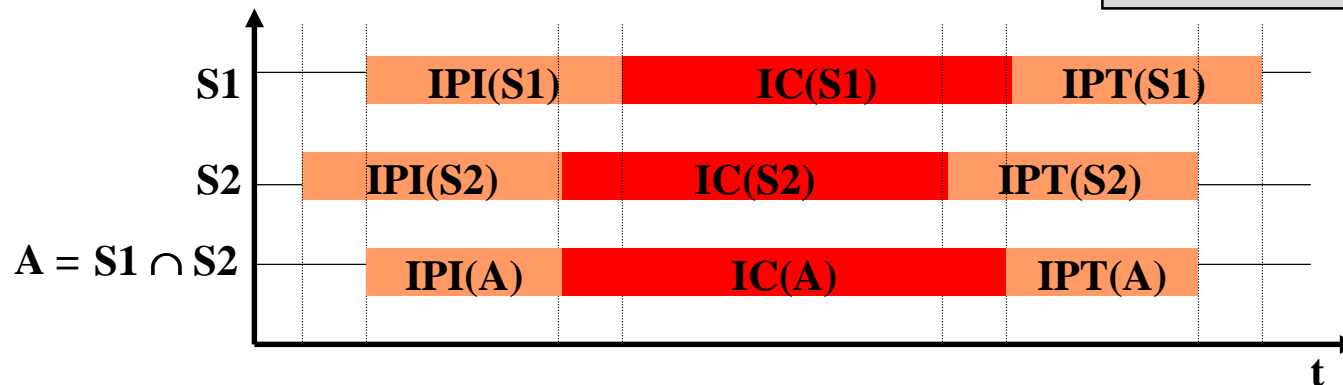
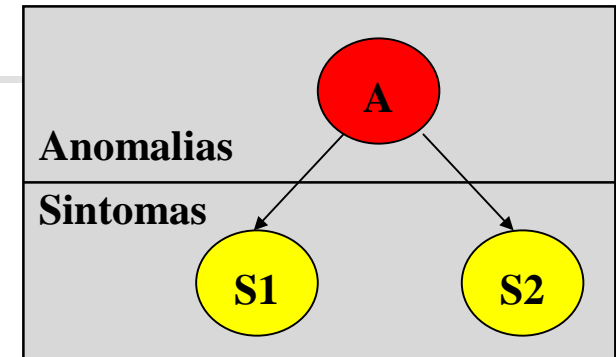
# Aglomerado de intervalos

## □ Inferência



# Aglomerado de intervalos

- Intersecção entre aglomerados



# Conclusão





## Conclusão

---

- ❑ Redes de dados possuem características distintas das redes de telecomunicações em relação ao gerenciamento
- ❑ Técnicas de correlação, empregadas extensivamente em redes de telecomunicações não são tão eficientes em redes de dados
- ❑ Informações temporais são descartadas em sistemas tradicionais de diagnóstico



## Conclusão

---

- Informação temporal contida na observação pode ser utilizada para discriminar hipóteses em um sistema de diagnóstico. Isto é útil
  - Quando observações possuem diferentes períodos e fase de amostragem
  - Quando da presença de múltiplas anomalias
  
- Porém, em redes de dados, a informação temporal contida em uma observação é imprecisa. Daí a importância de explicitar tais imprecisões na observação.



# Conclusão

---

## □ Este trabalho

- Modelou o processo de obtenção de informações em um sistema distribuído
- Definiu novos termos e propriedades relacionados à observação, não encontrados na literatura
- Propôs uma forma de modelagem da observação, explicitando suas imprecisões temporais
- Exemplificou como estas observações podem ser utilizadas em um sistema de diagnóstico temporal



## Conclusão

---

- Observação gerada por sistemas tradicionais possui o problema da imprecisão temporal, intrínseco à dinâmica do processo de observação
- Proposta de modelagem da observação:
  - Vantagens
    - Pode ser utilizado em sistemas de diagnóstico temporal e atemporal
    - Permite ao sistema de diagnóstico o conhecimento das imprecisões temporais e incertezas de observação
  - Desvantagem
    - Processo deve estar integrado ao sistema coletor
- A modelagem da observação é o primeiro passo para concepção de um sistema de diagnóstico temporal

# Contribuições







# Contribuições

---

- Modelagem do processo de observação em sistemas distribuído
  - Definição de objeto intermediário
  - Tipos de observação
  - Classificação das observações em
    - Não defasadas
    - Defasadas em até 1 ciclo
    - Defasadas em até 2 ciclos



## Contribuições

---

- Proposta de modelagem temporal da observação
  - Definição de uma forma de observação que incorpora informação a respeito da imprecisão temporal (IPI, IC, IPT, II)
- Modelos reusáveis para a representação de um sistema distribuído [Bernal 1999b]
- No grafo causal, foi explicitando:
  - O plano de observações
  - O plano de anomalias

# Trabalhos Futuros





## Trabalhos Futuros

---

- ❑ Modelagem da observação: formalização matemática de agrupamento de intervalos e operações sobre tais agrupamentos
- ❑ Pesquisa de outros métodos de diagnóstico temporal
- ❑ Comparação efetiva de sistemas de diagnóstico atemporal e temporal em relação a velocidade e precisão de diagnóstico
- ❑ Uso desta técnica de modelagem em um sistema de produção: diagnóstico de falhas em um cluster de processamento paralelo (em andamento)

Obrigado

