



IME - Instituto de  
Matemática e Estatística



USP - Universidade  
de São Paulo

# ATUALIZAÇÃO DE MODELOS BASEADA EM AÇÕES

**Mestranda: Maria Viviane de Menezes**

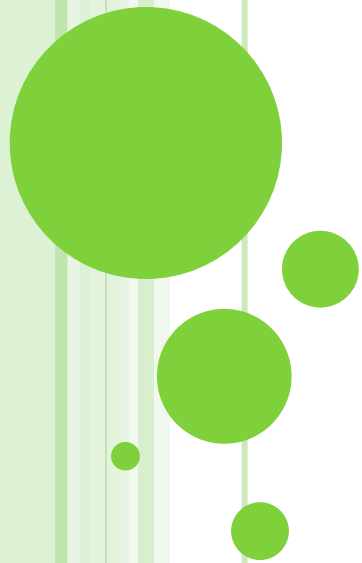
**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Leliane Nunes Barros**

# AGENDA

- Motivação
- Objetivos
- Fundamentação
  - Verificação de Modelos e a lógica CTL
  - Atualização de Modelos
  - Trabalhos Correlatos
- Contribuições
- Publicações
- Cronograma
- Bibliografia



# MOTIVAÇÃO



# MOTIVAÇÃO

- Erros são comuns durante o desenvolvimento de sistemas de software e hardware.
- Quanto antes os erros forem detectados, menos custosa será a sua correção.
- Atualmente, são utilizados **modelos formais** para representação de sistemas e **verificadores de modelos** para realizar a detecção de propriedades indesejadas.



# MOTIVAÇÃO

**Ações:** Ligar, Desligar, Abrir Porta, Fechar Porta, Aquecer, Cozinhar, Reset

**Propriedades:** Ligado, Fechado, Aquecido, Mensagem de Erro



- **Propriedade indesejada:** Uma vez que o microondas seja ligado, o alimento não seja aquecido.

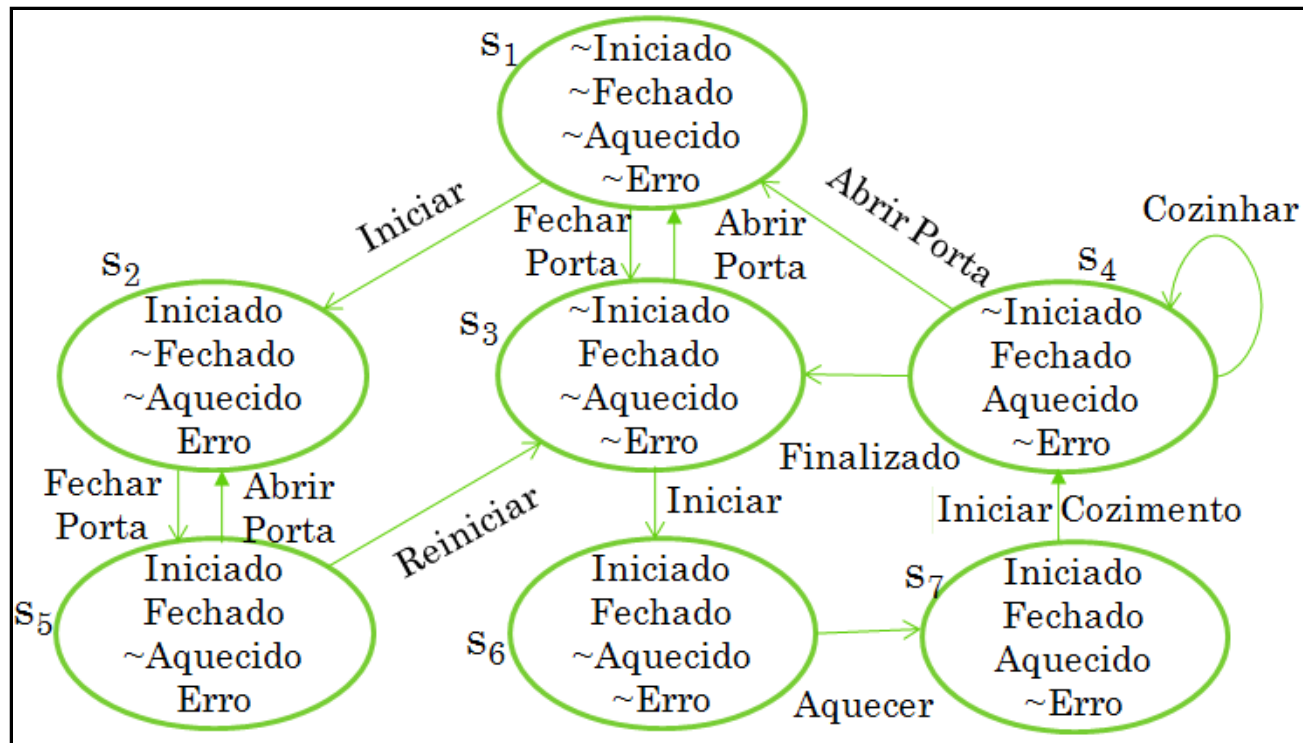
$$\phi = \neg EF(\text{Ligado} \wedge EG \neg \text{Aquecido})$$

$\equiv$

$$\phi = AG(\neg (\text{Ligado} \wedge EG \neg \text{Aquecido}))$$



# MOTIVAÇÃO



**Verificação de Modelos** (*Model Checking*): detecta propriedades indesejáveis no modelo

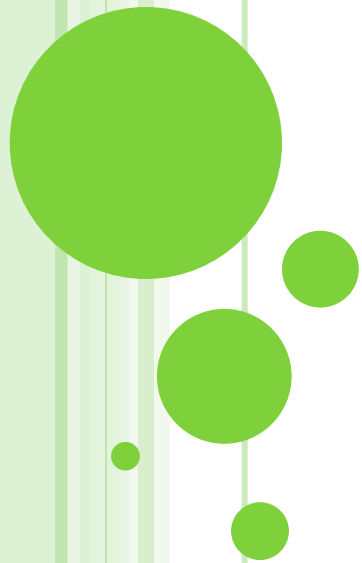
**Atualização de Modelos** (*Model Update*): Realiza automaticamente modificações mínimas que corrigem o modelo

# MOTIVAÇÃO

- As propostas de Atualização de Modelos encontradas na literatura **não levam em conta as ações** que rotulam as transições de estados (*Computation Tree Logic – CTL*).
- Em [Pereira, S.L., 2007] foi proposto um sistema de planejamento baseado em Verificação de Modelos, chamado Planejador  $\alpha$ -CTL (PACTL)
  - Propôs uma nova lógica chamada  $\alpha$ -CTL cuja semântica é definida sobre ações
  - Implementou um Verificador de Modelos baseado em  $\alpha$ -CTL (VACTL), que verifica modelos levando em conta ações nas transições de estados



# OBJETIVOS





# OBJETIVOS

- Implementar uma versão mais eficiente do Verificador de Modelos baseado em  $\alpha$ -CTL (VACTL), utilizando *Binary Decision Diagrams* (BDDs). (Obrigatório)
- Desenvolver um sistema de Atualização de Modelos baseado na linguagem  $\alpha$ -CTL, que seja capaz de sugerir modificações num modelo incorreto do tipo eliminação de uma ação. (Obrigatório)

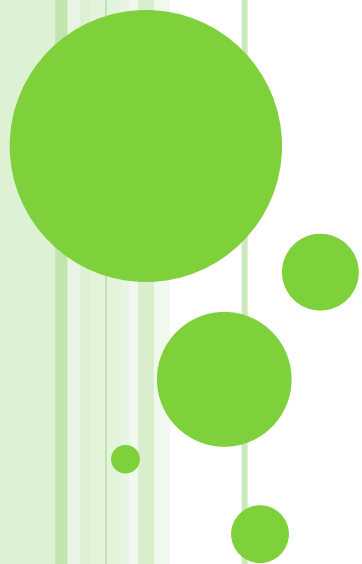


# OBJETIVOS

- Implementar o Planejador PACTL. (**Desejável**)
- Modificar este Planejador para realizar Atualização de Modelos. (**Desejável**)
- Comparar o desempenho do Atualizador de Modelos baseado em planejamento com o desempenho dos Atualizadores de Modelos baseado em outras técnicas, por exemplo, Revisão de Crenças. (**Trabalhos Futuros**)



# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA



# VERIFICAÇÃO DE MODELOS

- **Verificação de Modelos** (*Model Checking*) é uma técnica bastante aplicada para verificar a corretude de sistemas de hardware e software.

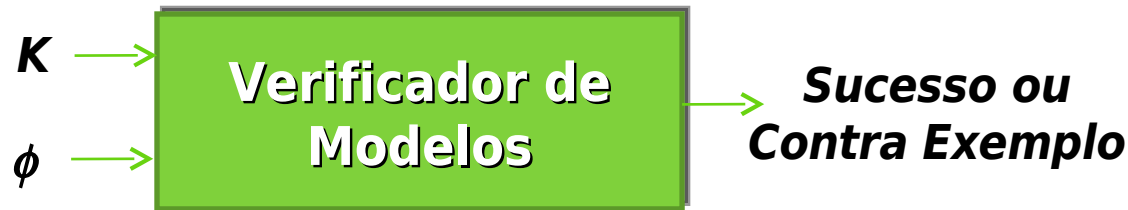


- Grandes companhias tais como Intel, Motorola, AT&T utilizam verificadores de modelos para garantir a corretude de seus circuitos e protocolos.



# VERIFICAÇÃO DE MODELOS

- Consiste em decidir se  $K \models \phi$  :
  - $K$  é um modelo formal do sistema
  - $\phi$  é uma descrição da propriedade a ser verificada

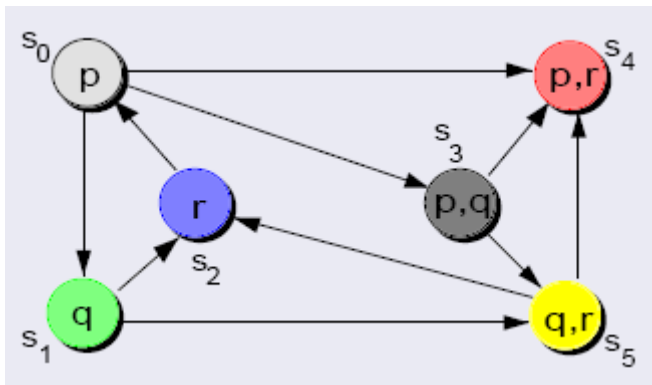


- O **modelo** do sistema é uma **estrutura de Kripke**
- A **propriedade** é especificada em **lógica temporal**

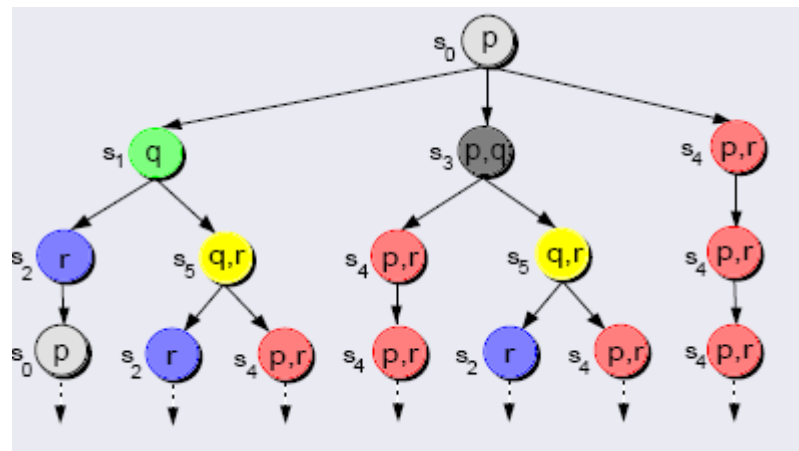


# ESTRUTURA DE KRIPKE

- Estrutura de Kripke sobre um conjunto de proposições é uma tupla  $\mathbf{K} = \langle \mathbf{S}, \mathbf{T}, \mathbf{L} \rangle$  onde:
  - $\mathbf{S}$  é um conjunto finito de estados.
  - $\mathbf{T}$  é uma função de transição de estados
  - $\mathbf{L}$  é uma função de interpretação de estados



Estrutura de Kripke



Árvore de Computação

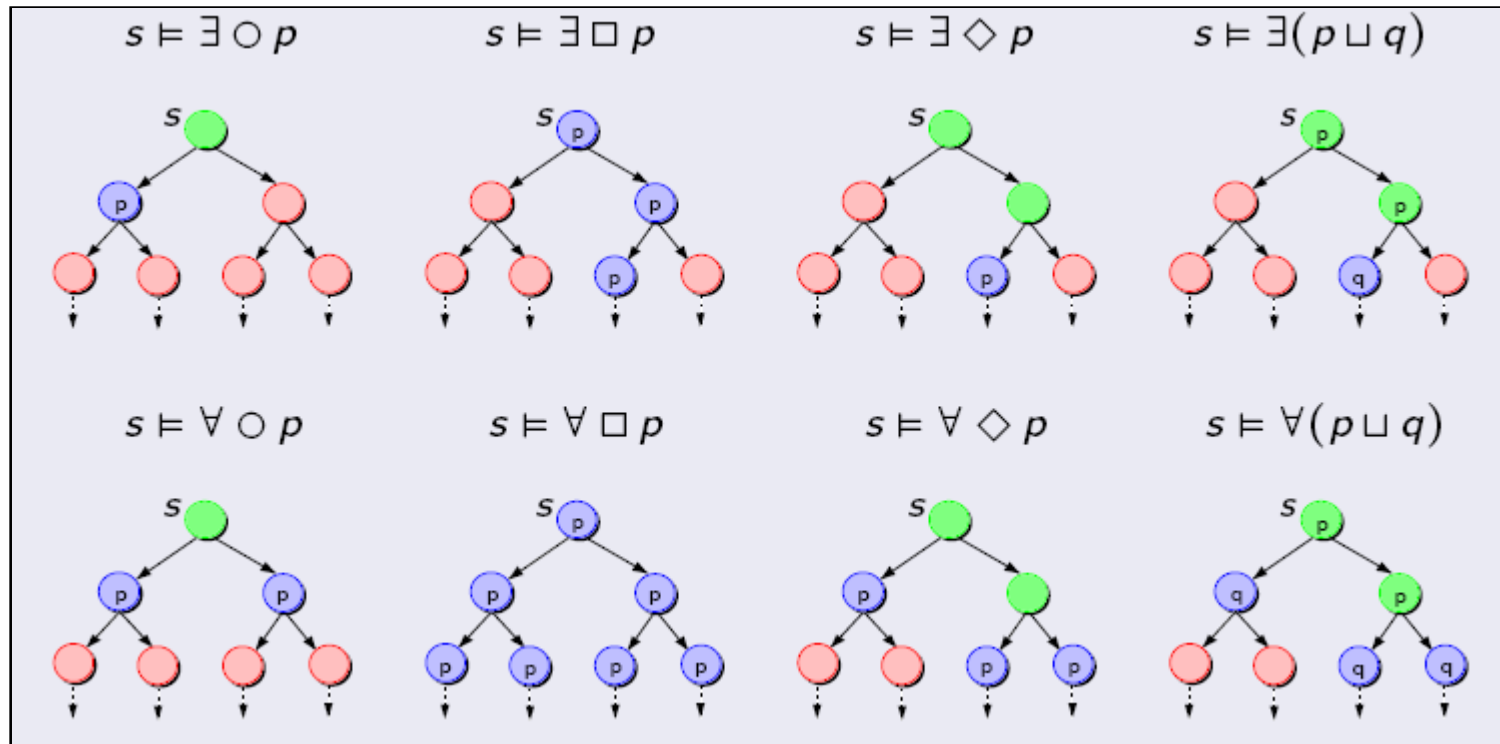


# LÓGICA TEMPORAL CTL

## ○ Sintaxe:

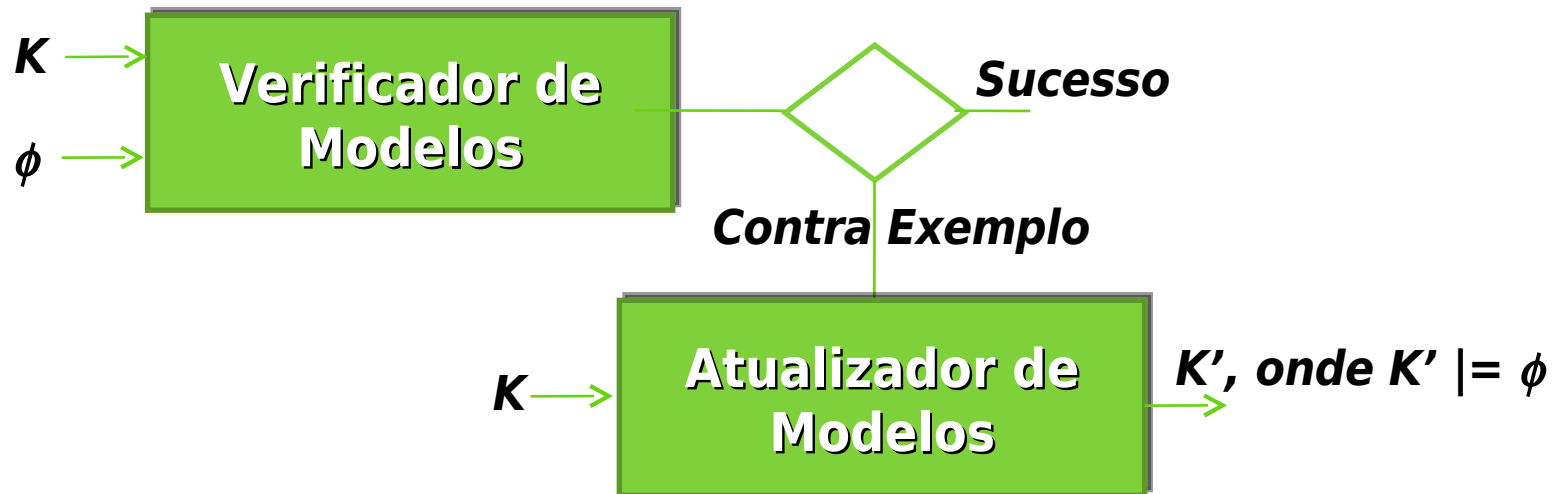
- Operadores:  $\exists \bigcirc$ ,  $\exists \square$ ,  $\exists \diamond$ ,  $\forall \bigcirc$ ,  $\forall \square$ ,  $\forall \diamond$ ,  $\forall u$

## ○ Semântica



# ATUALIZAÇÃO DE MODELOS

- **Atualização de Modelos** é uma técnica utilizada para reparar erros em um modelo, caso ele não satisfaça uma dada propriedade.



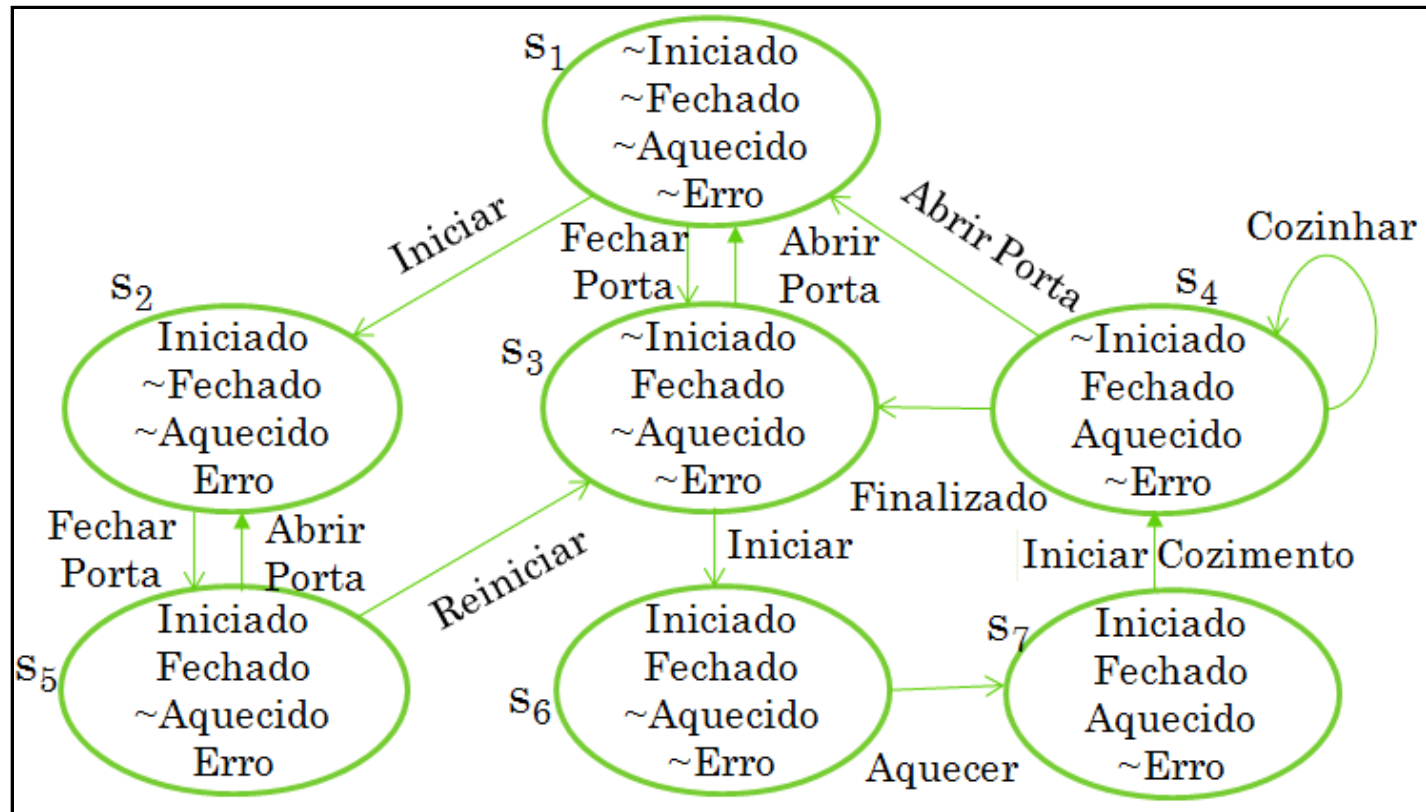


# TRABALHOS CORRELATOS

- Buccafurri, *et al.* (1999), integra as técnicas de verificação de modelos e teoria abdutiva para construir um reparador de sistemas.
- Harris & Ryan (2003) realizaram um estudo sobre as propriedades teóricas de atualização de sistemas.
- Zhang, Y. & Ding, Y. (2008) integraram a técnica de atualização do conhecimento com um verificador de modelos CTL e desenvolveram um atualizador de modelos.



# O EXEMPLO DO FORNO MICROONDAS



- Deseja-se verificar se: ***Uma vez que o microondas é iniciado, a comida que está dentro dele sempre será aquecida.***

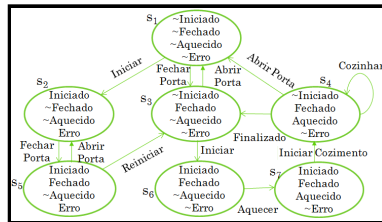
# O EXEMPLO DO FORNO MICROONDAS

- **Primeiro Passo:** Escrever a propriedade que se quer verificar em CTL.
  - $\Phi = \sim \exists \diamond (\text{Iniciado} \wedge \exists \square \sim \text{Aquecido})$
  - $\Phi = \forall \square (\sim (\text{Iniciado} \wedge \exists \square \sim \text{Aquecido}))$
  - Então desejamos verificar se:
    - Para **TODOS** os caminhos **NÃO** é verdade que as propriedade ***Iniciado*** e  **$\exists \square \sim \text{Aquecido}$**  são válidas.



# O EXEMPLO DO FORNO MICROONDAS

- **Segundo passo:** Introduzir a fórmula e o modelo no Verificador de Modelos.



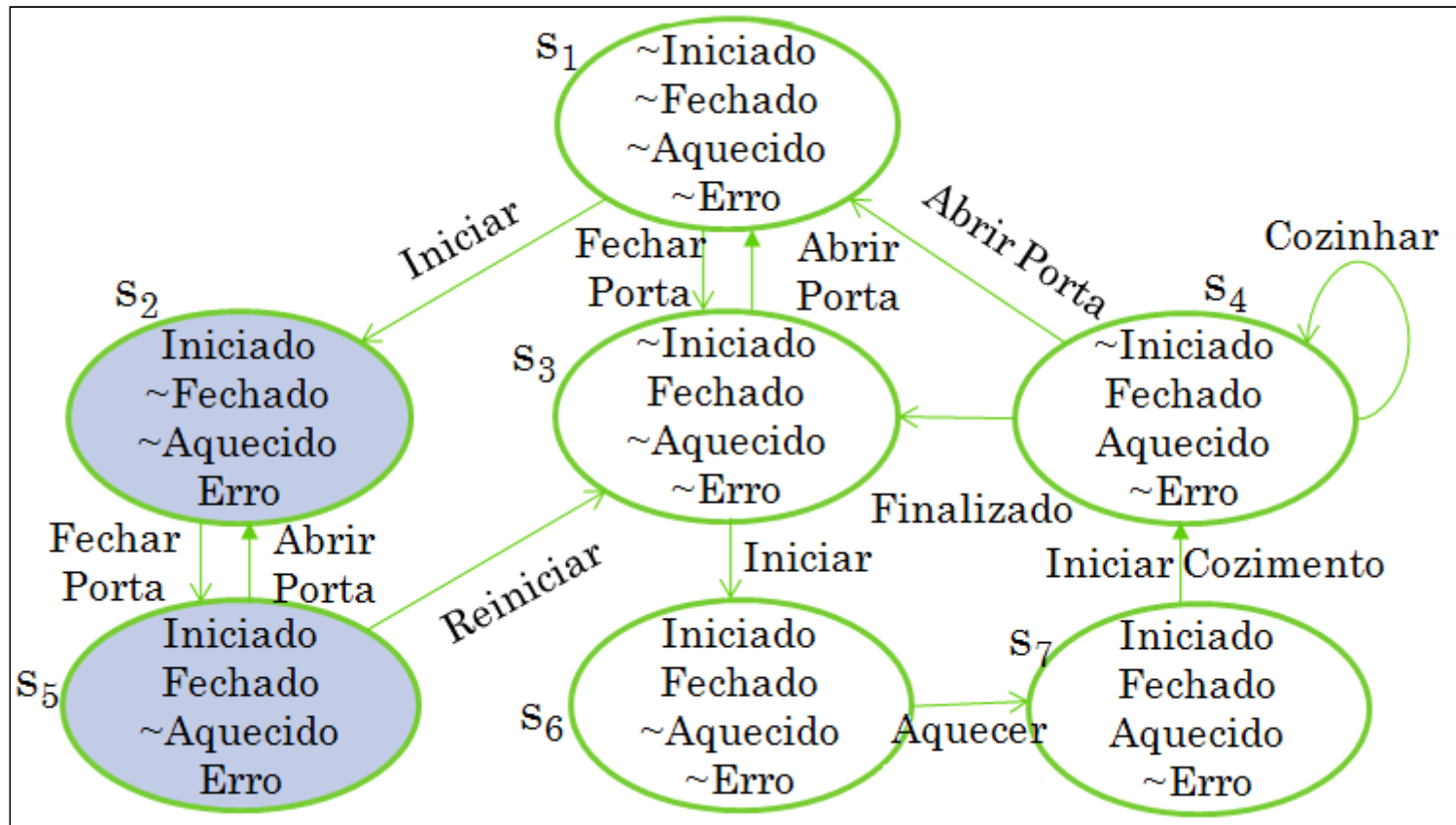
Verificador de Modelos

$\forall \square (\neg (\text{Iniciado} \wedge \exists \square \neg \text{Aquecido}))$



# O EXEMPLO DO FORNO MICROONDAS

- Terceiro Passo: Analisar a saída do Verificador de Modelos.

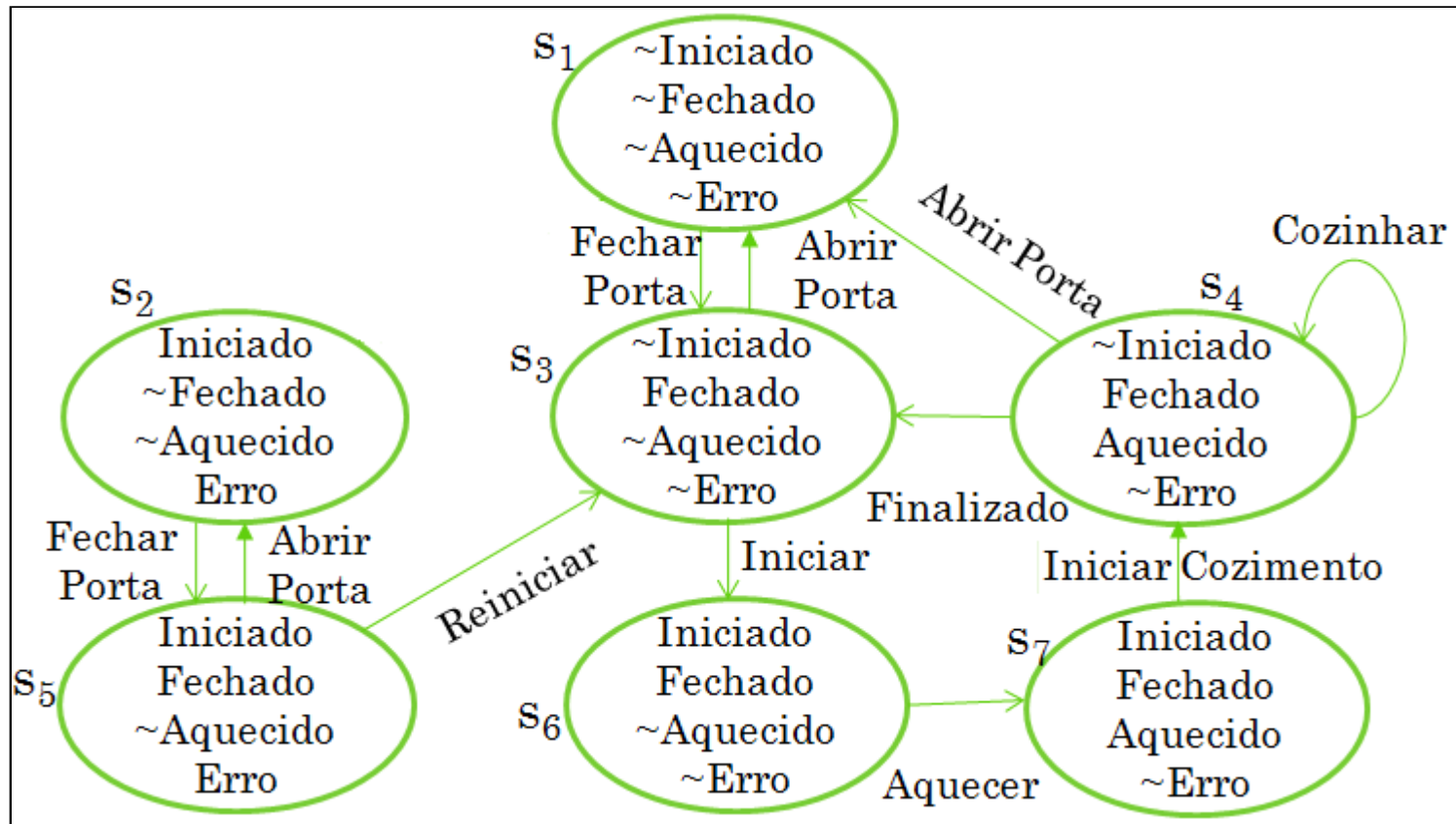


# O EXEMPLO DO FORNO MICROONDAS

- **Quarto Passo:** Realizar a Atualização do Modelo nos estados  $s_2$  e  $s_5$ .
- A atualização pode ser feita de duas maneiras
  - Caso 1: Remover a relação existente entre os estados  $s_1$  e  $s_2$ .  
*Isolar a possibilidade de a partir do estado inicial ser possível alcançar ( $s_2$  e  $s_5$ ) os estados nos quais a propriedade não é válida*
  - Caso 2: Modificar o valor de alguma propriedade nos estados  $s_2$  e  $s_5$ .  
*Fazendo desta forma com que a propriedade seja satisfeita.*

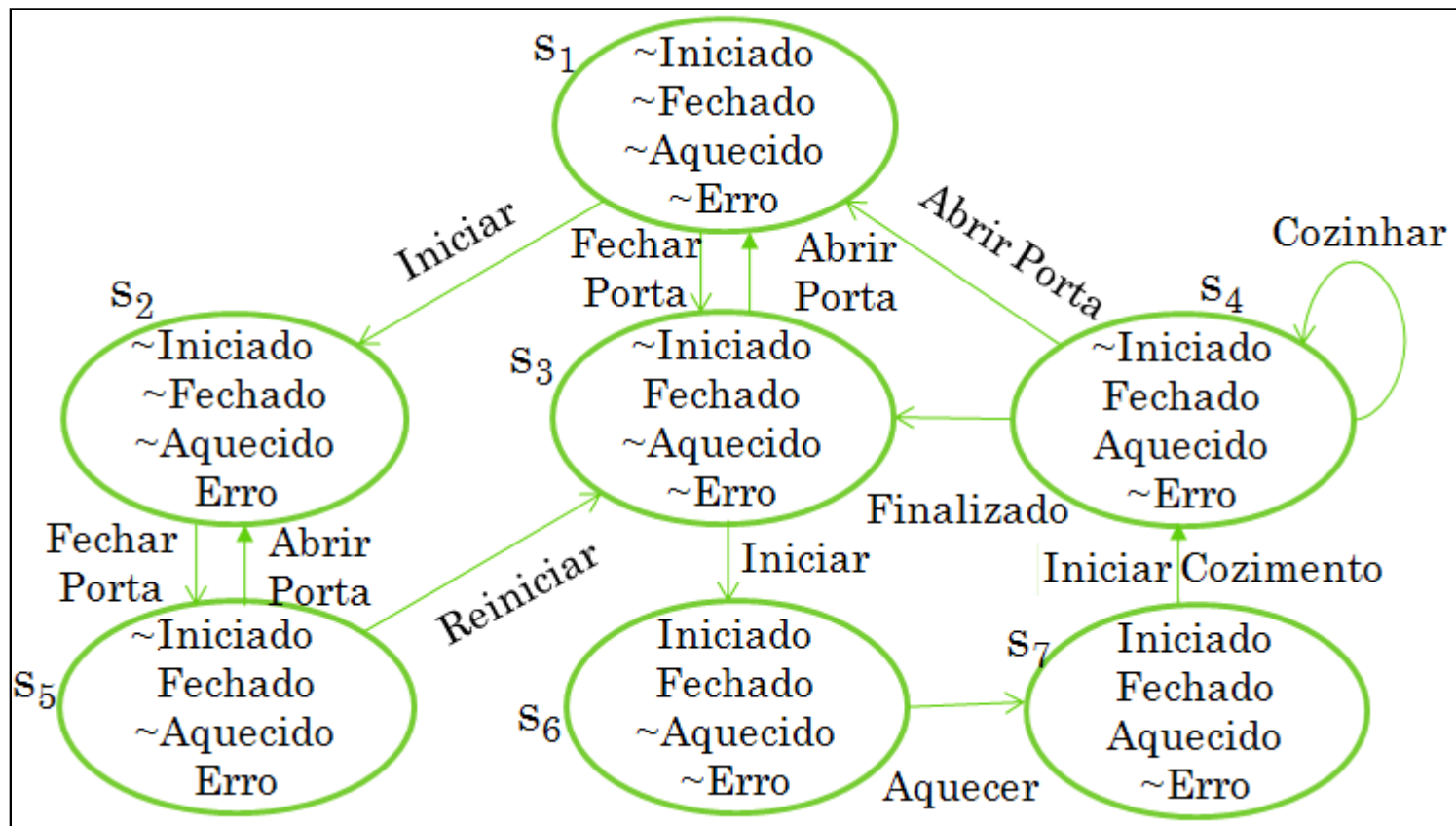
# O EXEMPLO DO FORNO MICROONDAS

- Caso 1: Remover a relação existente entre os estados  $s_1$  e  $s_2$ .



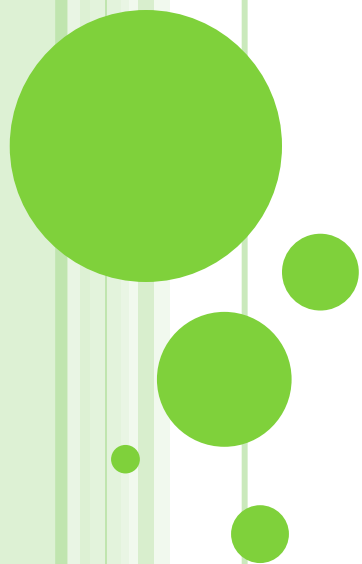
# O EXEMPLO DO FORNO MICROONDAS

- Caso 2: Modificar o valor da propriedade **Iniciado** nos estados  $s_2$  e  $s_5$ .





# CONTRIBUIÇÕES



# RELEMBRANDO OS OBJETIVOS

- Implementar uma versão eficiente do Verificador de Modelos baseado em  $\alpha$ -CTL (VACTL), utilizando *Binary Decision Diagrams* (BDDs).
- Desenvolver um sistema de Atualização de Modelos baseado na linguagem  $\alpha$ -CTL, que seja capaz de sugerir modificações num modelo incorreto do tipo eliminação de uma ação.

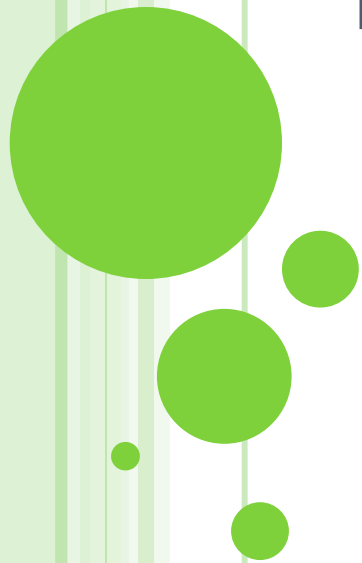


# CONTRIBUIÇÕES

- Implementação eficiente do VACTL usando BDDs
- Implementação de um Sistema de Atualização de Modelos baseado em  $\alpha$ -CTL



# PÚBLICO ALVO E PUBLICAÇÕES



# PÚBLICO ALVO

- Pesquisadores de Inteligência Artificial
- Pesquisadores de Métodos Formais e Verificação de Modelos

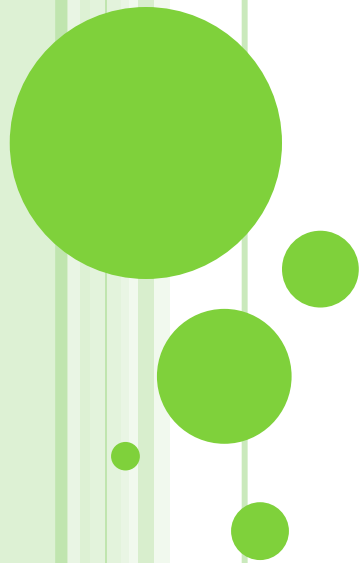


# CONFERÊNCIAS E SIMPÓSIOS

- ICAPS - *International Conference on Automated Planning and Scheduling* (se objetivos desejável for atingido)
- SBIA – Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial
- SBMF – Simpósio Brasileiro de Métodos Formais
- IFM - *International Conference on Integrated Formal Methods*



# **CRONOGRAMA**



# CRONOGRAMA

Atividades	Out /08	Nov /08	Dez /08	Jan /09	Fev /09	Mar /09	Abr /09	Mai /09	Jun /09	Jul /09	Ago /09
Definir tema	X										
Estudos sobre <i>Model Checking</i>	X	X									
Estudos sobre $\alpha$ CTL		X	X	X							
Estudos sobre At. de Modelos					X	X	X				
Estudos sobre BDDs							X	X			
Implementar VACTL com BDDs								X	X	X	
Escrever Qualificação								X	X	X	
Exame de Qualificação											X







# BIBLIOGRAFIA

- Buccafurri, F., Eiter, T., Gottlob, G., & Leone, N. (1999). Enhancing model checking in verification by ai techniques. *Artificial Intelligence*, 112, 57-104.
- Pereira, S. L. Planejamento sob incerteza para metas de alcançabilidade estendidas. (2007). 169f. Tese(Doutorado em Ciência da Computação). Instituto de Matemática e Estatística - Universidade de São Paulo, São Paulo..
- Harris, H., & Ryan, M. (2003). Theoretical foundations of updating systems. In *Proceedings of the 18th IEEE International Conference on Automated Software Engineering*, pp.291-298.
- Zhang, Y. & Ding, Y. (2008). CTL Model Update for System Modications. In *Journal of Artificial Intelligence Research*, 31: 113-155.
- Zhang, Y. & Ding, Y. (2006). A Case Study for CTL Model Update. In *KSEM*, pp. 88-101.





**FIM**