

## Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP Faculdade de Tecnologia - FT

Órgão de Fomento: CNPq/UNICAMP

**Palavras-chave:** Sistemas Dinâmicos - Lógica Modal - Tableaux Analítico

## Introdução

O objetivo neste projeto é investigar lógica de primeira ordem e lógica modal com vistas a modelagem de sistemas dinâmicos a eventos discretos e analisá-los através das ferramentas formais que determinam o sistema lógico envolvido, tais como métodos axiomáticos, tableaux analíticos ou dedução natural.

## Metodologia

A meta é estabelecer uma correspondência entre sistemas dinâmicos a eventos discretos e lógica modal, de modo que as propriedades do sistema dinâmico possam ser investigadas através das ferramentas formais associadas ao sistema lógico envolvido. Problemas de análise e síntese são investigados. Para o problema de análise de especificações em sistemas dinâmicos, um conjunto de fórmulas da lógica representará o sistema dinâmico a eventos discretos e uma única fórmula representará a especificação a ser analisada. Essa especificação (ou restrição ao sistema) é questionada se ocorrerá ou não no sistema dinâmico real. Através de métodos formais da lógica (por exemplo, tableaux analíticos) verifica-se se a fórmula  $X$  que descreve a especificação é consequência lógica do conjunto de fórmulas  $\phi$  que descrevem o sistema dinâmico. Se a fórmula  $X$  não for consequência lógica de  $\phi$  (verificado via tableaux analíticos) então existe uma interpretação da lógica em que as fórmulas de  $\phi$  são verdadeiras e a fórmula  $X$  é falsa. Neste caso, a especificação não é satisfeita pelo sistema. O objetivo, para especificações que não são satisfeitas, é desenvolver fórmulas da lógica (controladores) que ao serem inseridas no sistema tornam especificação satisfeita, ou seja a especificação será consequência lógica das fórmulas que descrevem o sistema dinâmico. Os sistemas dinâmicos a eventos discretos podem ser representados por grafos de eventos (classe particular de rede de Petri).

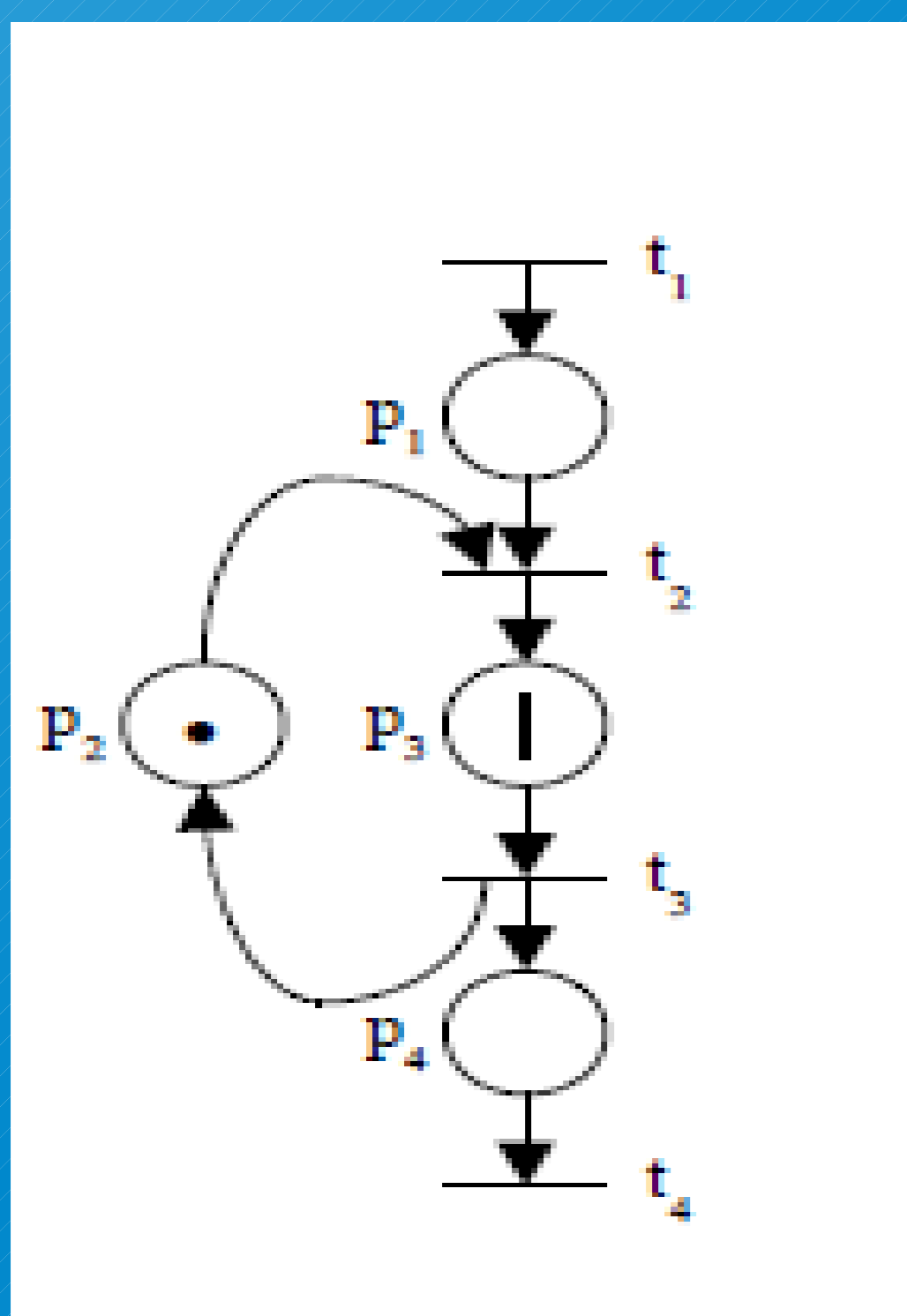


Figura 1 – Grafo de Eventos

A Figura 1 mostra uma típica representação de um grafo de eventos com três lugares e quatro transições. Os lugares são denotados por  $p_1, p_2$  e  $p_3$ . As transições são denotados por  $t_1, t_2, t_3$  e  $t_4$ . Associam-se então fórmulas da lógica aos grafos de eventos que representam sistemas dinâmicos de eventos discretos e procedem-se, via tableaux analíticos, com análise e síntese de controladores. As seguintes fórmulas descrevem o grafo de eventos da figura 1.

$$\begin{aligned} t_2 &\leftrightarrow (t_1 \vee Gt_3) \\ t_3 &\leftrightarrow t_4 \\ Dt_2 &\leftrightarrow t_3 \\ t_i &\rightarrow Dt_i \\ Gt_i &\rightarrow t_i \\ i &= 1, 2, \dots \end{aligned}$$

Figura 2 – Fórmulas do Grafo de Eventos da Figura 1

Segue – se um tableaux para verificar a especificação  $Dt_1 \rightarrow t_4$

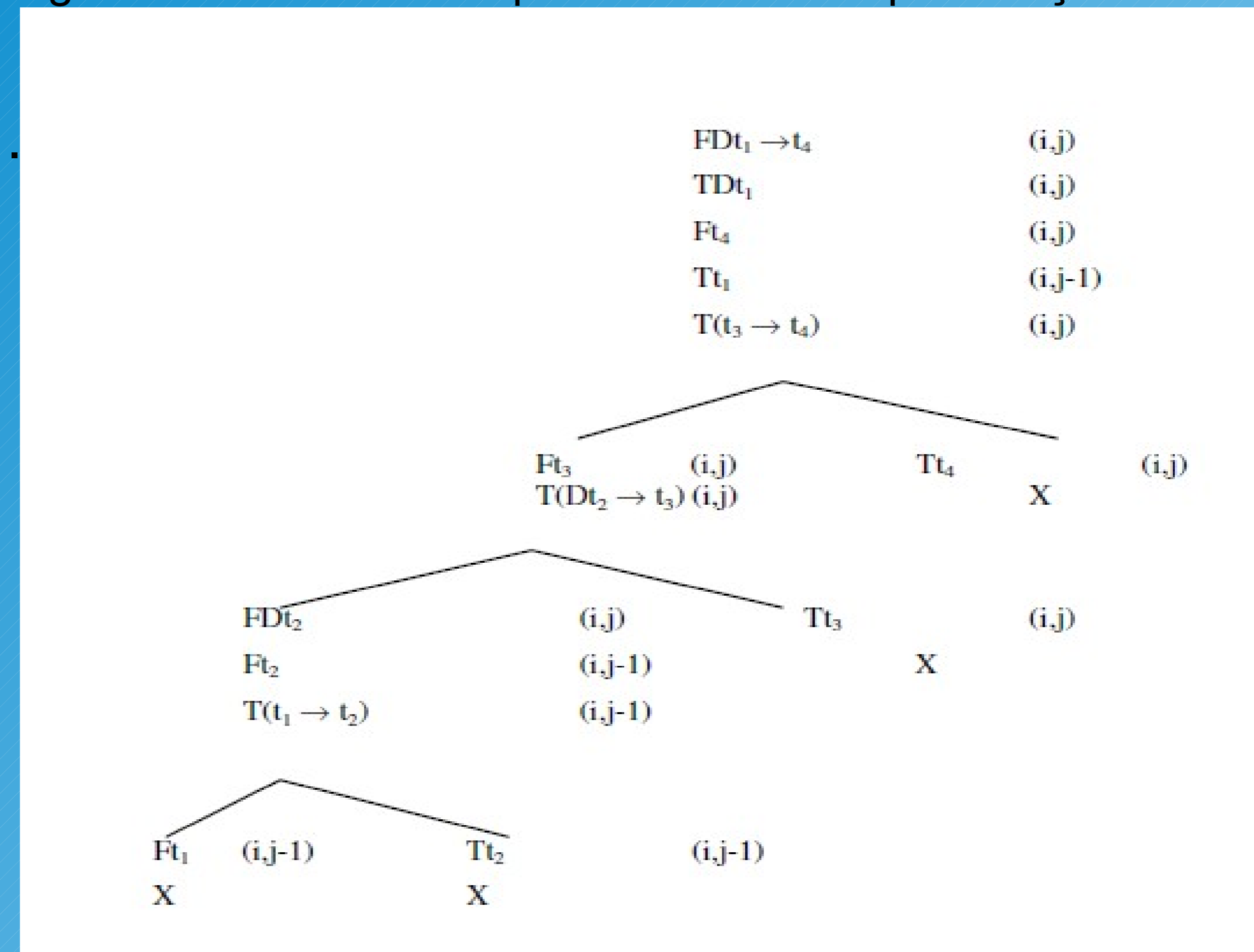


Figura 3 -Tableaux Analítico

## Referências Bibliográficas:

- [1] HUGHES, G.E. e CRESSWELL M.J.. - *An Introduction to Modal Logic* - London, Methuen and Co. Ltda, 1968.
- [2] Magossi, J.C., R. Santos-Mendes (1998) *Verificações de Especificações em Sistemas Dinâmicos a Eventos Discretos via Lógica Modal. Proceedings of XII Brazilian Automatic Control Conference - XII CBA, Vol. III, pp. 931-936-September 14-18, Uberlândia, MG, Brazil.*
- [3] FITTING, Melvin. *Proof Methods for Modal and Intuitionistic Logics* Dordrecht, D.Reidel Publishing Company, 1983.
- [4] SMULLYAN, Raymond. *First Order Logic*. Berlin-Heidelberg, Springer-Verlag, 1968.