

# Redes de Petri

---

Ana Athayde • Júlia Llorente

# AGENDA

- 1 Introdução
- 2 Estrutura de uma Rede de Pretri
- 3
- 4 Comparação com Autômatos
- 5 Aplicações
- 6 Tendências Futuras
- 7 Conclusão



# INTRODUÇÃO

As Redes de Petri, idealizadas por Carl Adam Petri em sua tese de doutorado em 1962

Representam uma modelagem e análise de sistemas dinâmicos com componentes que operam de maneira concorrente, assíncrona e paralela.

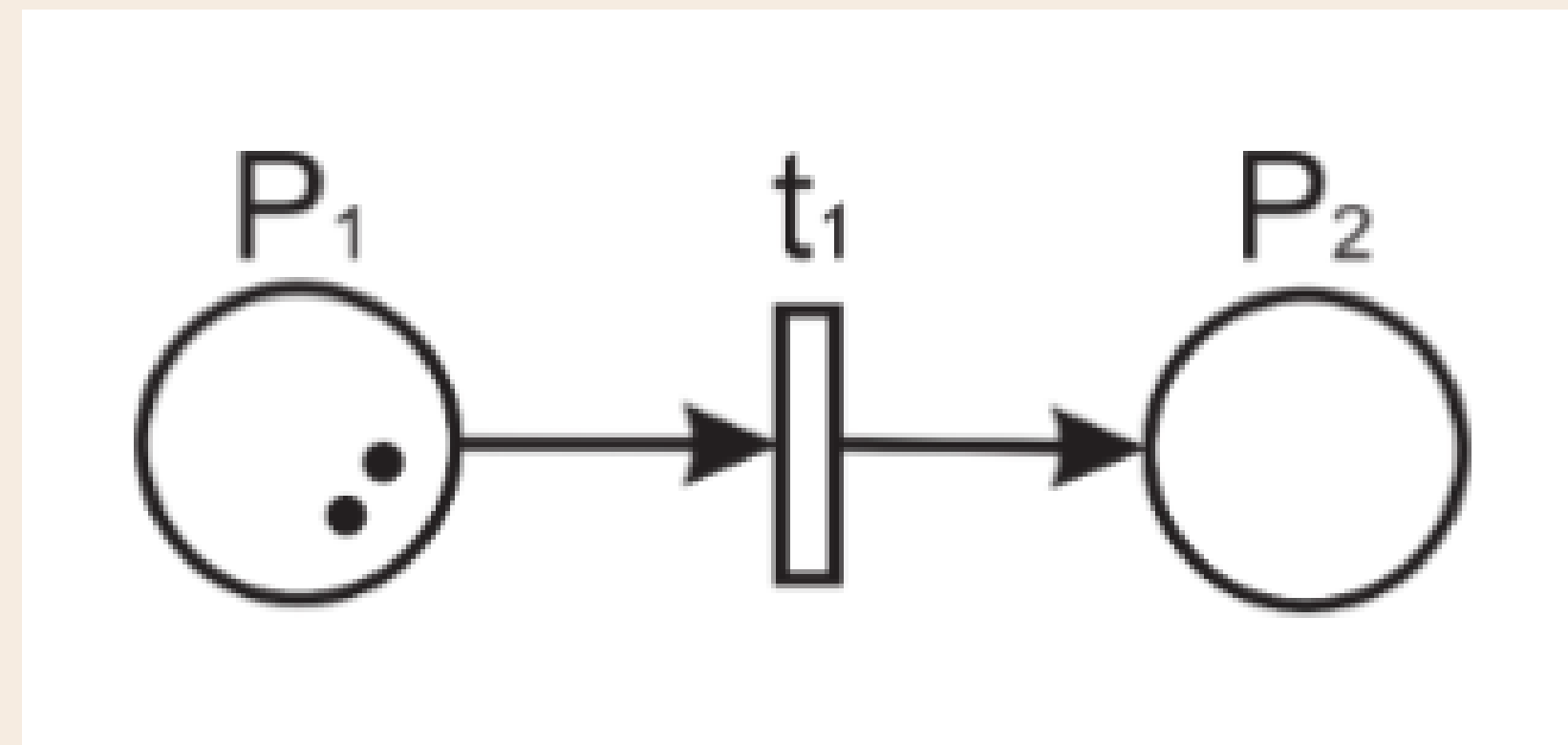
Inicialmente, visavam descrever a comunicação entre autômatos de maneira matemática.



# ESTRUTURA DE UMA REDE DE PRETRI

## 1- Estrutura Gráfica:

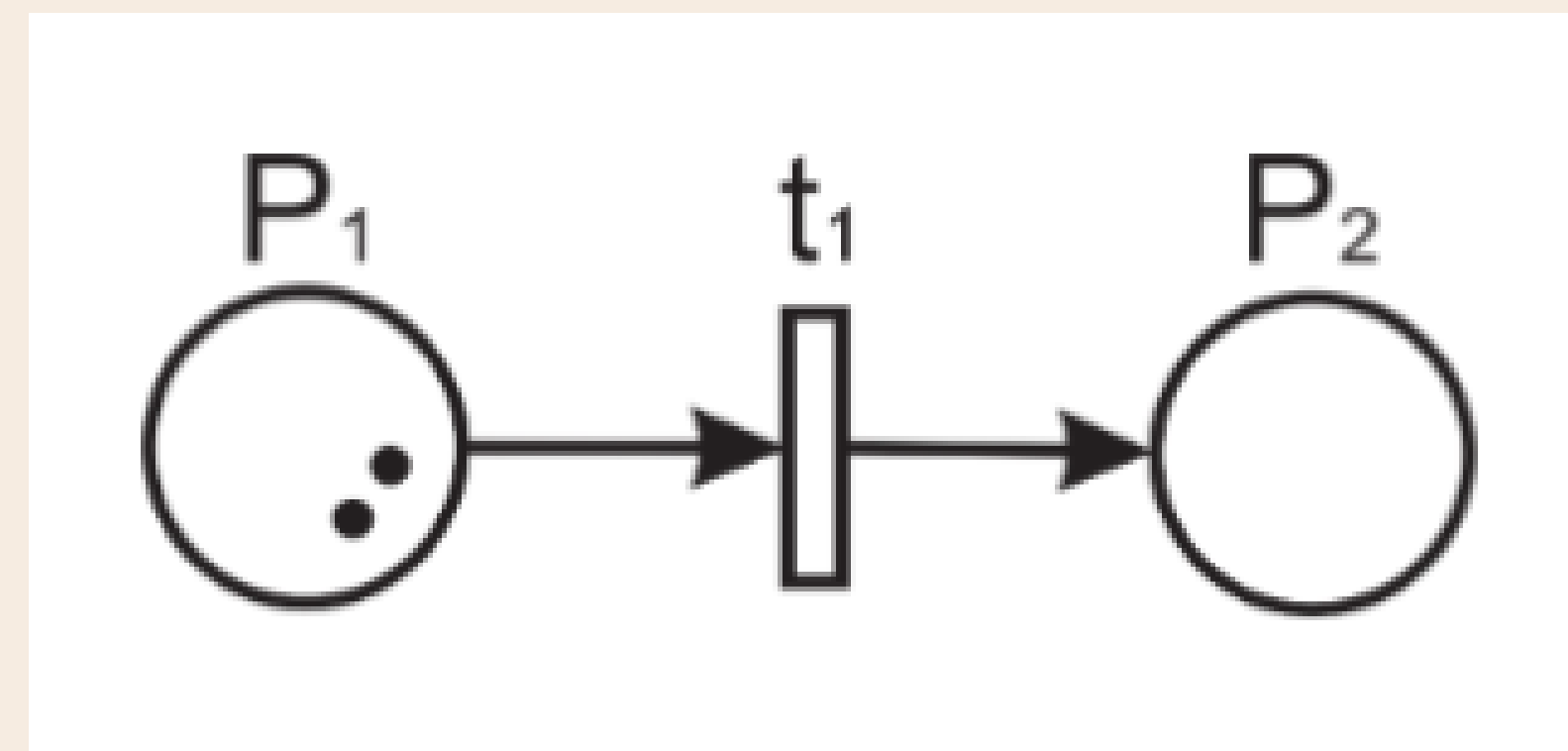
- **Lugares** (Círculos): Representam condições, acumulação ou reserva de recursos.
- **Transições** (Retângulos): Simbolizam ações ou eventos do sistema, como etapas de processos.
- **Arcos** (Setas): Indicam relações de fluxo entre lugares e transições, mostrando a ordem de atividades.



# ESTRUTURA DE UMA REDE DE PRETRI

## 2- Notação e Dinâmica:

- **Tokens** (Bolinhas Pretas): Dentro dos lugares, representam condições ou recursos disponíveis.
- **Modelo** (Arcos Orientados): Conectam lugares a transições e vice-versa, podendo ter pesos para indicar intensidade ou quantidade.



# ESTRUTURA DE UMA REDE DE PRETRI

## Definição Formal:

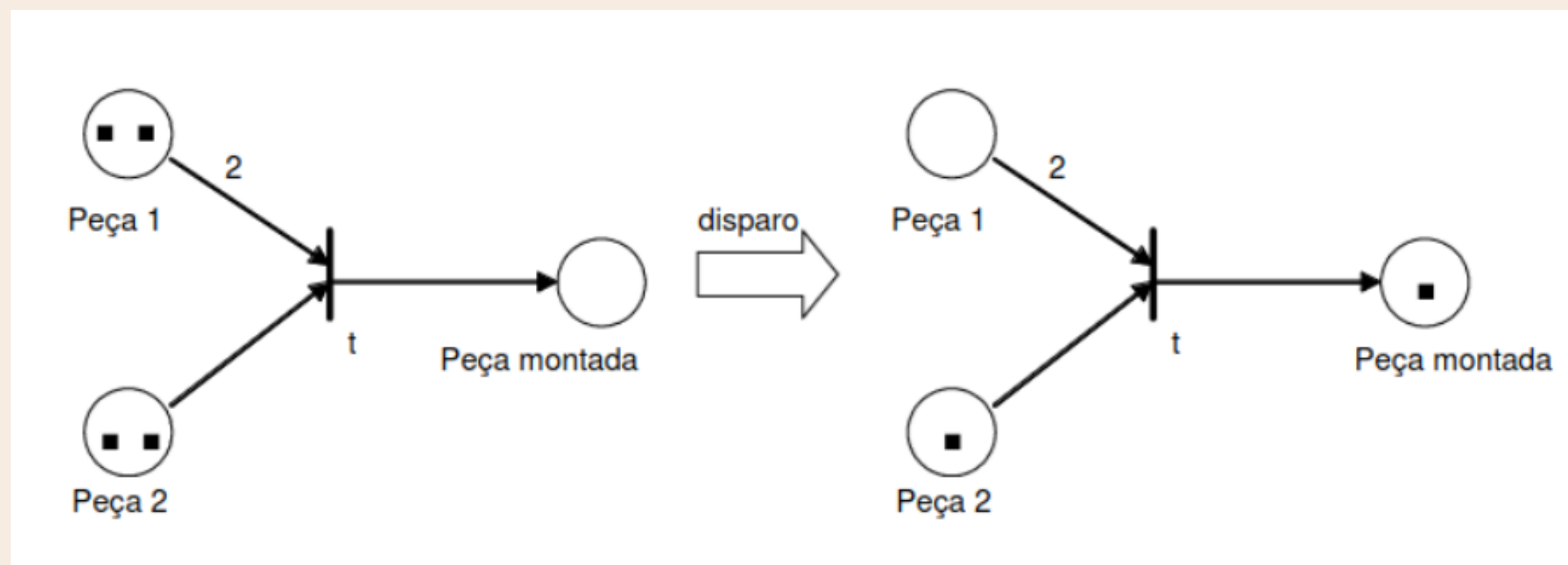
- $RdP = (P, T, F, W, M_0)$ : Conjunto de lugares (P), transições (T), arcos (F), função peso (W) e marcação inicial ( $M_0$ ).
- **Peso**: A função peso (W) determina as condições para ativação de transições e adição de tokens após disparos.
- **Disparo**: Consumo e produção de tokens nos lugares de entrada e saída, refletindo a mudança de estado no sistema.

# EXEMPLO

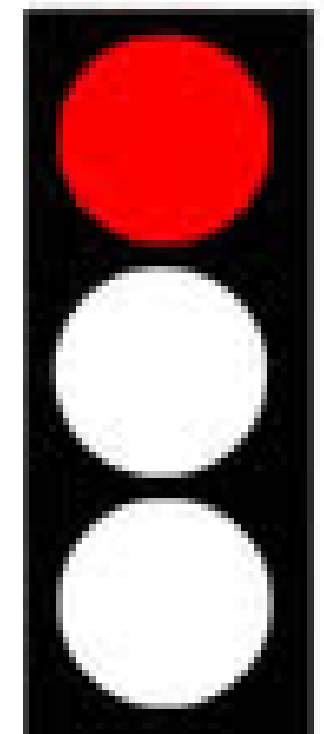
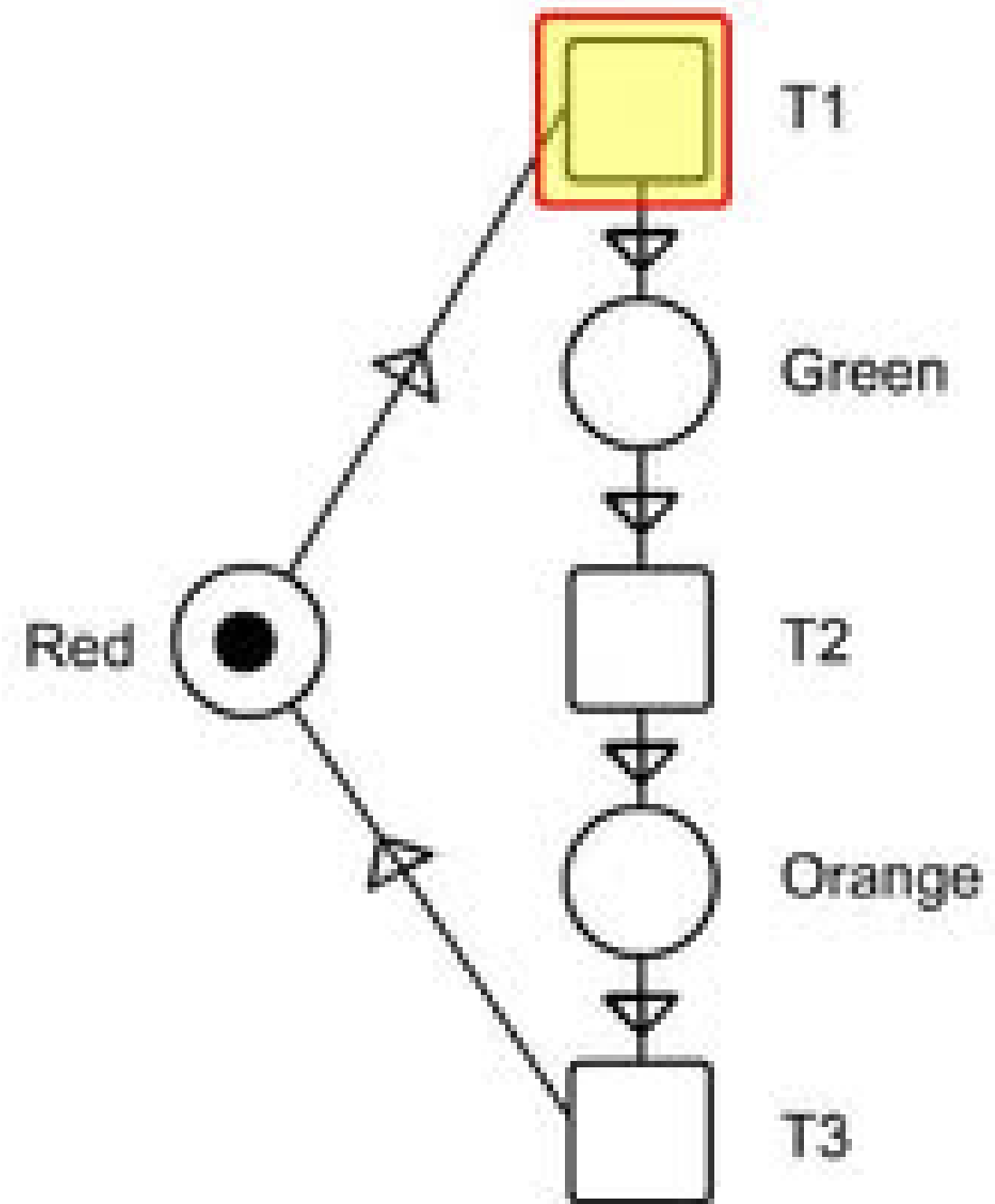
## Simulação de Processo de Montagem

Um item utilizando duas unidades da "peça 1" e uma unidade da "peça 2".

"t" simboliza a ação de montagem das peças.



# EXEMPLO





# REDES DE PETRI VS. AUTOMATOS FINITOS

**Por que não utilizar Autômatos Finitos ao invés de Redes de Petri?**

## **Autômatos Finitos**

- Enfocam em eventos sequenciais. A modelagem de concorrência é possível, mas geralmente mais complexa e menos intuitiva.
- Melhor aplicabilidade em sistemas mais simples ou com lógica sequencial bem definida.
- Menos eficientes em sistemas distribuídos ou paralelos.

# REDES DE PETRI VS. AUTOMATOS

Por que não utilizar Autômatos Finitos ao invés de Redes de Petri?

## Redes de Petri

- Excelentes para modelar **concorrência**. Podem representar **múltiplas atividades** ocorrendo simultaneamente.
- Adequadas para sistemas complexos, especialmente onde a interação entre diferentes componentes é crítica.
- Ideal para sistemas distribuídos devido à sua capacidade de modelar **concorrência** e **paralelismo**.

# APLICAÇÕES

- Modelagem de Hardware
- Protocolos de Comunicação
- Computação DataFlow
- Sistema Pipeline

# MODELAGEM DE HARDWARE

O hardware pode ser dividido em vários níveis e as redes de Petri podem modelar cada um desses níveis:

- em um nível, computadores são construídos de memórias e portas;
- em um nível mais alto, os principais componentes são unidades funcionais e registradores;
- em um nível ainda mais alto, os componentes de uma rede podem ser sistemas computacionais inteiros.

# PROTÓCOLOS DE COMUNICAÇÃO

Em protocolos, geralmente, as transições são bem nítidas (por exemplo, a transmissão ou recepção de uma mensagem). Muitas situações que são mutuamente exclusivas se fazem presentes (como a escolha entre um receptor dentre vários).

O modelo é interessante para representar um protocolo que trabalhe de maneira aleatória.

# COMPUTAÇÃO DATAFLOW

Aplicáveis à modelagem de fluxo de dados, conhecido como dataflow. Em modelos dataflow, não há um fluxo de controle sequencial como nos sistemas de computação convencional. Unidades funcionais podem executar suas tarefas assim que os operandos estão disponíveis, permitindo um alto grau de paralelismo em máquinas dataflow.





# SISTEMA PIPELINE

O paralelismo através de pipeline explora os aspectos temporais, onde cada processador manipula dados fornecidos à sua entrada e os passa transformados para o próximo processador (estágio). Um sistema pipeline é composto por vários estágios que podem operar simultaneamente, e a comunicação entre processadores é restrita a estágios.

# TENDÊNCIAS FUTURAS

No livro de Wolfgang Reisig temos especulações e questões levantadas por Carl Adam Petri sobre o futuro das redes de Petri, especialmente em relação à teoria da informação e sua base na física:

- Exploração de efeitos atômicos ou biológicos pouco conhecidos
- Ciência da transformação da informação em sistemas dinâmicos
- Reversibilidade em processos dinâmicos
- Independência parcial de componentes na estruturação de sistemas



# TENDÊNCIAS FUTURAS

Podem envolver a exploração de novos princípios físicos, a formulação de conceitos de conservação de informação, o desenvolvimento de lógicas reversíveis e a ênfase na independência parcial de componentes em sistemas dinâmicos. Essas direções indicam um **campo em constante evolução e aberto a surpresas e descobertas.**



# CONCLUSÃO

A aplicação das Redes de Petri na modelagem de hardware possibilitou representar sistemas computacionais em diferentes níveis.

Além de proporcionar uma compreensão aprofundada de sistemas complexos, as Redes de Petri também apontam para amplas possibilidades na matemática, ciência da computação e teoria da informação.



MFO

NOVEMBRO 2023

**OBRIGADA!**

# REFERÊNCIAS

- Heuser, C. A. (1991). Modelagem conceitual de sistemas: redes de Petri. Escola Brasileiro-Argentina de Informatica.
- Petri, C. A. (1962). Kommunikation mit automaten.
- Murata, T. (1989). Petri nets: Properties, analysis and applications. Proceedings of the IEEE, 77(4), 541-580.
- Peterson, J. L. (1981). Petri Net Theory and the Modeling of Systems. Prentice-Hall.
- Ramchandani, C. (1974). Analysis of asynchronous concurrent systems by timed Petri nets. In Project MAC Conference on Concurrent Systems and Parallel Computation (pp. 83-84). ACM.
- Diaz, M., Senac, P., & Leriche, S. (2002). Petri nets for the verification of Ubiquitous Systems with Transient Secure Association. SIGCOMM Comput. Commun. Rev., 32(3), 5-19. ACM.
- Billington, J., Christensen, S., van Hee, K. M., Kindler, E., Kummer, O., Petrucci, L., Post, R., Stehno, C., & Weber, M. (1996). Understanding Petri Nets: Modeling Techniques, Analysis Methods, Case Studies. In Proceedings of the 17th International Conference on Application and Theory of Petri Nets (pp. 1-24). Springer-Verlag.
- Murata, T. (1989). Petri Nets: Properties, Analysis and Applications. Prentice Hall.
- Klem, L. F., & Frantz, F. R. (2016). CARACTERÍSTICAS E TIPOS DE REDES DE PETRI. Salão do Conhecimento.
- Soares, J. B. (2001). Editor de modelos de sistemas de eventos discretos, baseado em redes de Petri interpretadas. Universidade de São Paulo.
- USP. (2023). Redes de Petri. Material Online. Universidade de São Paulo. Acesso em: 01 de novembro de 2023. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1881413/mod\\_resource/content/0/Aula\\_Redes%20de%20Petri.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1881413/mod_resource/content/0/Aula_Redes%20de%20Petri.pdf)
- Diaz, M. (2009). Petri Nets: Fundamental Models, Verification and Applications. Wiley-ISTE.

# REFERÊNCIAS

- De Souza, M. F. C., Gomes, D. G., Barroso, G. C., De Souza, C. T., De Castro Filho, J. A., Pequeno, M. C., & Andrade, R. M. C. (2007). LOCPN: redes de Petri coloridas na produção de objetos de aprendizagem. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 15(3).
- Maciel, P. R. M., Lins, R. D., & Cunha, P. R. F. (1996). *Introdução às redes de Petri e aplicações*. UNICAMP-Instituto de Computacao Sao Paulo, Brazil.
- De Alcantara Gomes, C. A., & Longo, O. C. (2005). Modelagem dos sistemas com redes de petri coloridas: Algoritmo para cálculo das datas de entrada de fichas nas posições e sensibilização das transições. *XXXVII Simpósio brasileiro de Pesquisa Operacional*, (37).
- Ueda, E. T. (2012). *Análise de políticas de controle de acesso baseado em papéis com rede de Petri colorida*. Universidade de São Paulo.
- Bressan, G. (2002). *Modelagem e simulação de sistemas computacionais: abordagem sistemática de modelagem e análise de desempenho de sistemas*. São Paulo: Larc--PCS/Epusp.
- Oliveira, I. R. (2007). *Análise de risco da operação de espaçamento temporal aerotransportado por meio de um modelo em rede de Petri estocástica e dinamicamente colorida*. Universidade de São Paulo.
- Barroso, G., & Almeida, V. (1990). Modelagem de sistemas de software com redes de petri estocásticas. In *Anais do IV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software* (pp. 110-123). SBC.
- Feitosa, L., Rego, P., & Silva, F. (2023). Avaliação de Desempenho de Migração ao Vivo de Contêineres com Redes de Petri Estocásticas. In *Anais do XXIV Workshop de Testes e Tolerância a Falhas* (pp. 94-107). Porto Alegre, RS, Brasil: SBC. doi:10.5753/wtf.2023.781. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wtf/article/view/24685>
- Barad, M. (2016). Petri Nets—A Versatile Modeling Structure. *Applied Mathematics*, 7(9), 829-839. doi:10.4236/am.2016.79074. Received 22 March 2016; accepted 23 May 2016; published 26 May 2016.

# REFERÊNCIAS

- Desel, J., & Juhás, G. (2001). What Is a Petri Net? Informal Answers for the Informed Reader. In Unifying Petri Nets (pp. 1-25). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Molloy. (1982). Performance Analysis Using Stochastic Petri Nets. IEEE Transactions on Computers, C-31(9), 913-917. doi:10.1109/TC.1982.1676110
- Reisig, W. (2012). Understanding Petri Nets: Modeling Techniques, Analysis Methods, Case Studies. Springer. ISBN: 978-3-642-33277-7.
- Nonato, S. A. (1999). Utilização de Redes de Petri para Avaliação de Sistemas Computacionais. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Carlos, Janeiro.