

## Programa de Ensino

---

### 1) Identificação

**Disciplina:** INE5425 - Modelagem e Simulação  
**Carga horária:** 72 horas-aula      Teóricas: 32      Práticas: 40  
**Período:** 2º semestre de 2022 até a presente data

### 2) Cursos

- Ciências da Computação (208)
- Matemática, Habilitação Bacharelado (222)

### 3) Requisitos

- Ciências da Computação (208)
  - INE5202 - Cálculo Numérico em Computadores
  - INE5405 - Probabilidade e Estatística
- Matemática, Habilitação Bacharelado (222)
  - INE5405 - Probabilidade e Estatística
  - MTM3521 - Métodos Numéricos

### 4) Ementa

Modelagem de sistemas. Modelos analíticos e Modelos de simulação. Processos estocásticos. Introdução à teoria das filas. Redes de filas. Geração de números pseudo-aleatórios. Geração de variáveis aleatórias. Metodologia de projetos de modelagem e simulação de sistemas. Modelos voltados à simulação: definição, taxonomia e desenvolvimento. Validação de modelos de simulação. Práticas de modelagem e simulação. Linguagens de simulação. Estudo de casos.

### 5) Objetivos

**Geral:** Compreender o comportamento de um sistema lógico ou físico, coletar dados do mesmo de forma adequada e em quantidade suficiente, representar/modelar de forma condizente tal sistema por modelos discretos, contínuos ou híbridos, analíticos ou de simulação, utilizar simuladores prontos ou desenvolver computacionalmente simuladores para tais modelos, projetar e realizar adequadamente experimentos com esses modelos e analisar corretamente os resultados obtidos para tirar conclusões que podem ser válidas para o sistema em si.

**Específicos:**

- Compreender conceitos, definições, métodos e princípios de funcionamento das técnicas de modelagem e simulação previstas.
- Compreender as vantagens, aplicações e limitações de diferentes tipos de modelo e de diferentes formas de simulação.
- Classificar e comparar adequadamente diferentes modelos.
- Desenvolver um modelo que represente adequadamente determinado sistema, utilizando técnicas como sistemas de equações diferenciais, máquinas de estados finitos, regressões múltiplas, autômatos celulares, processos estocásticos, cadeias de Markov, teoria das filas, simulação discreta orientada a eventos ou orientada ao tempo.
- Saber aplicar as técnicas adequadas na realização de um projeto prático real envolvendo simulação de sistemas.
- Identificar visual e numericamente as distribuições de probabilidade a partir de dados

coletados.

- Saber coletar dados de forma adequada e na quantidade suficiente para um estudo específico.
- Utilizar métodos para a geração de números aleatórios e de variáveis aleatórias com distribuições de probabilidade.
- Tomar decisões adequadas com base em resultados extraídos dos modelos.
- Realizar a verificação e a validação de um modelo de simulação usando técnicas adequadas.
- Avaliar e interpretar adequadamente os resultados de técnicas estocásticas, estatísticas e de simulação.
- Calcular e resolver analiticamente problemas envolvendo técnicas de processos estocásticos e estatísticos (medidas de posição e dispersão, estimativas intervalares, testes paramétricos de uma ou duas populações e testes de aderência).
- Resolver numericamente e implementar computacionalmente problemas envolvendo técnicas de sistemas de equações diferenciais, máquinas de estados finitos, regressões múltiplas, autômatos celulares, processos estocásticos, cadeias de Markov, teoria das filas, simulação discreta orientada a eventos ou orientada ao tempo.
- Agir de forma ética e profissional, buscando a autonomia intelectual, o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo, e a pesquisa e investigação científica.
- Demonstrar condições de trabalhar e cooperar com outras pessoas em equipe e atuar como líder de equipe.

## 6) Conteúdo Programático

- 6.1) Unidade 1: Introdução à modelagem e simulação de Sistemas [8 horas-aula]
  - Conceitos, definições gerais, taxonomia.
  - Utilização de modelos.
  - Classificação de modelos e simuladores.
  - Metodologia de projeto técnico-científico de simulação.
  - Linguagens de simulação.
  - Simuladores.
- 6.2) Unidade 2: Modelagem analítica por processos estocásticos e redes de filas [6 horas-aula]
  - Introdução, probabilidade e fundamentação.
  - Processos e cadeias de Markov.
  - Modelos e teoria de filas.
- 6.3) Unidade 3: Modelagem de sistemas cyber-físicos [20 horas-aula]
  - Introdução, equações diferenciais, resolução numérica.
  - Modelagem e simulação de sistemas físicos por sistemas de equações diferenciais.
  - Modelagem e simulação de sistemas lógicos por máquinas de estados finitos estendidas.
  - Modelagem e simulação de sistemas híbridos (cyber-físicos), estudos de casos.
  - Introdução, fundamentos e definições sobre autômatos celulares.
  - Modelagem e simulação de sistemas lógicos e físicos por autômatos celulares, estudos de casos.
- 6.4) Unidade 4: Geração de números pseudo-aleatórios e distribuições de probabilidade [6 horas-aula]
  - Introdução, distribuições de probabilidade, correlação.
  - Geração de números pseudo-aleatórios.
  - Geração de distribuições de probabilidade, métodos de Monte-Carlo.
- 6.5) Unidade 5: Coleta e tratamento de dados para simulação [6 horas-aula]
  - Introdução, amostragem, síntese estatística, fundamentos e definições.
  - Coleta de dados, amostragem, suavização.
  - Testes de aderência e identificação de distribuições de probabilidade.
- 6.6) Unidade 6: Simulação discreta orientada a eventos [20 horas-aula]
  - Princípios da simulação discreta, mecanismos de avanço do tempo simulado, orientação a eventos e a processos, definições.

- Simulação orientada a eventos: básica, intermediária e avançada, estudos de casos.
  - Verificação e validação de modelos.
- 6.7) Unidade 7: Experimentação e análise de resultados [6 horas-aula]
- Introdução, inferência estatística, análise de variância.
  - Experimentação e projeto de experimentos.
  - Análise de resultados de sistemas terminais e não-terminais.

## 7) Bibliografia Básica

- Freitas Filho, P. J. Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas, 2ª Ed, Visual Books, 2008
- Law, A. M., Kelton, W. D., Simulation Modeling and Analysis, McGraw-Hill, 2006.
- FELDMAN, Richard M.; VALDEZ-FLORES, Ciriaco. Applied probability and stochastic processes. 2nd ed. Berlin: Heidelberg: Springer, c2010. xv, 397 p. ISBN 9783642051555
- Kelton e outros; Simulation with Arena, McGraw-Hill, 1998/2007
- Montgomery, Douglas C. Design and Analysis of Experiments, 9th Edition. ISBN: 978-1-119-11347-8 May 2017
- Apostila de aula do professor, disponível online

## 8) Bibliografia Complementar

- Marvin S. Seppanen Sammer Kumar Charu Chandra. Process Analysis and Improvement: Tools and Techniques. Editora McGraw-Hill. ISBN 978-0072857122. 2004
- SAATY, Thomas L. Elements of queueing theory ; with applications. New York: McGraw-Hill, 1961. 423p
- Manuel D. Rossetti. Simulation Modeling and Arena. Editora Wiley. ISBN 0470097264. 2009
- Claudius Ptolemaeus, Editor. System Design, Modeling, and Simulation using Ptolemy II. Publisher: Ptolemy.org, 2014.([https://ptolemy.berkeley.edu/books/Systems/PtolemyII\\_DigitalV1\\_02.pdf](https://ptolemy.berkeley.edu/books/Systems/PtolemyII_DigitalV1_02.pdf))
- José M. Garrido. Object Oriented Simulation: A Modeling and Programming Perspective (<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4419-0516-1>)
- François E. CellierErnesto Kofman. Continuous System Simulation. (<https://link.springer.com/book/10.1007%2F0-387-30260-3>)
- Ronald W. ShonkwilerFranklin Mendivil. Explorations in Monte Carlo Methods. (<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-0-387-87837-9>)