

AGOSTO DE 2024

# **SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL**

*Aplicações em Transporte Aéreo*

Marcelo Xavier Guterres, Ph.d

Mauro Caetano de Souza, Ph.d

**Produzido por:**

Marcelo Xavier Guterres, Ph.d  
Mauro Caetano de Souza, Ph.d

Direitos autorais da MXG.

**Aprovado por:**

---

Marcelo Xavier Guterres  
Professor Associado II do Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

# Sumário

<b>1</b>	<b>Sumário Executivo</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Plano de Ensino</b>	<b>2</b>
2.1	Identificação . . . . .	2
2.2	Ementa . . . . .	3
2.3	Objetivo . . . . .	3
2.4	Objetivos específicos . . . . .	3
2.5	Recursos e Métodos . . . . .	3
2.6	Avaliação . . . . .	4
2.7	Referências Bibliográficas . . . . .	5
2.8	Agendamentos . . . . .	6
2.9	Material Online . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Diretrizes do Artigo</b>	<b>7</b>
3.1	Estrutura do Documento . . . . .	7
3.2	Cronograma de Entregas . . . . .	7
3.3	Conteúdo das Entregas . . . . .	8
3.4	Estrutura do Trabalho Final . . . . .	8
3.5	Orientações Importantes . . . . .	9
3.6	Formatação . . . . .	9
<b>4</b>	<b>Cronograma</b>	<b>10</b>

# Lista de Figuras

# Lista de Tabelas

4.1 Cronograma IT 213 (2024) . . . . . 10

# 1. Sumário Executivo

A disciplina IT-213, intitulada **Simulação de Monte Carlo Aplicada a Transporte Aéreo**, será oferecida no 2º período de 2024. O curso, com uma carga horária de 3 horas semanais de teoria e 5 horas de estudo, será ministrado pelos Professores **Marcelo Xavier Guterres** e **Mauro Caetano de Souza**. O objetivo principal é capacitar os alunos a compreender e aplicar os princípios teóricos e práticos de modelagem e simulação de sistemas, com um foco especial na simulação computacional aplicada ao transporte aéreo.

Os principais tópicos abordados incluem uma introdução à simulação computacional, programação em R e Python, geração de números aleatórios e variáveis aleatórias, modelagem de dados de entrada, simulação de Monte Carlo, elaboração, verificação e validação de modelos, análise estatística de resultados, técnicas de redução de variância, e aplicações específicas em transporte aéreo.

A metodologia adotada consiste em aulas expositivas interativas, listas de exercícios, uso de programas e linguagens computacionais, e o desenvolvimento de um artigo científico. A avaliação será dividida em dois bimestres: no primeiro bimestre, haverá uma prova (30%) e um relatório parcial do artigo (70%); no segundo bimestre, a avaliação seguirá o mesmo formato. O exame final consistirá no relatório final do artigo científico, que valerá 100% da nota final.

Um diferencial deste curso será a combinação de teoria e prática, culminando na produção de um artigo científico individual sobre simulação computacional no transporte aéreo brasileiro. Esse formato busca preparar os alunos tanto para a pesquisa acadêmica quanto para aplicações práticas na indústria, proporcionando uma formação robusta e aplicada na área de simulação.

## 2. Plano de Ensino

### 2.1 Identificação

---

**Matéria:** Simulação de Monte Carlo Aplicada a Transporte Aéreo.

**Código:** IT-213.

**Carga horária semanal:**

- Teoria: 3
- Exercícios: 0
- Laboratório: 0
- Estudo: 5

**Pré-requisitos:** Não há

**Período:** 2º período

**Ano:** 2024

**Docente(s):** Professores Marcelo Xavier Guterres e Mauro Caetano de Souza.

**Horários:** segundas-feiras, 09:00-12:00 hs

## 2.2 Ementa

---

Introdução ao processo de simulação computacional. Linguagens de programação R e Python. Geração de números aleatórios. Modelagem dos dados de entrada com auxílio do R. Introdução à simulação de Monte Carlo. Geração de variáveis aleatórias. Simulação de distribuições de probabilidade com o R. Elaboração do modelo conceitual. Elaboração do modelo computacional. Verificação e validação dos modelos. Dimensionamento, aquecimento e replicações. Análise estatística dos resultados de uma simulação. Técnicas de redução de variância. Simulação de problemas em transporte aéreo.

## 2.3 Objetivo

---

Ao final do curso, o aluno deverá estar apto a compreender os princípios teóricos e práticos da modelagem e simulação de sistemas como um processo computacionalmente implementável, ou factível de ser realizado utilizando o auxílio de softwares e linguagens de simulação.

## 2.4 Objetivos específicos

---

1. Compreender os conceitos que envolvem a modelagem e simulação de sistemas;
2. Analisar e tratar os dados para simulação;
3. Verificar e validar modelos de simulação;
4. Projetar experimentos com modelos de simulação;

## 2.5 Recursos e Métodos

---

1. Aulas expositivas com interação aluno/professor em classe;



2. Listas de exercícios;
3. Textos de apoio;
4. Uso de programas e linguagens computacionais; e
5. Redação científica.

## 2.6 Avaliação

---

A avaliação da disciplina será composta por três etapas principais, distribuídas ao longo do semestre:

### Primeiro Bimestre

- Prova presencial sem consulta (30% da nota do bimestre);
- Relatório parcial do artigo científico (70% da nota do bimestre);

### Segundo Bimestre

- Prova presencial sem consulta (30% da nota do bimestre);
- Relatório parcial do artigo científico (70% da nota do bimestre);

### Exame Final

- Relatório final do artigo científico (100% da nota do exame);

### Cálculo da Nota Final

A nota final da disciplina será calculada da seguinte forma:

1. Calcule a média de cada bimestre:

$$\text{Nota Bimestral} = (0,3 \times \text{Nota da Prova}) + (0,7 \times \text{Nota do Relatório Parcial})$$

2. Calcule a média dos dois bimestres:

$$\text{Média Bimestral} = \frac{\text{Nota do 1º Bimestre} + \text{Nota do 2º Bimestre}}{2}$$

3. A nota final será a média aritmética entre a Média Bimestral e a nota do Exame Final:

$$\text{Nota Final} = \frac{\text{Média Bimestral} + \text{Nota do Exame Final}}{2}$$

### **Observações importantes:**

- Todas as notas são expressas em valores de 0,0 a 10,0.
- A nota mínima necessária para aprovação na disciplina tem como referência a ICA 37-356 .
- A nota final será arredondada para uma casa decimal.
- Exame Final consistirá exclusivamente na entrega de um artigo científico. Os resultados do artigo devem ser oriundos de uma aplicação de simulação computacional com dados estatísticos do transporte aéreo brasileiro. Este artigo deve ser produzido individualmente pelos discentes.

Esta estrutura de avaliação visa proporcionar um acompanhamento contínuo do desempenho do aluno, combinando avaliações teóricas (provas) com a aplicação prática dos conhecimentos (relatórios do artigo científico).

## **2.7 Referências Bibliográficas**

---

ROBERT, Christian; CASELLA, George. Introducing Monte Carlo Methods with R. New York: Springer Science & Business Media, 2009. ISBN 9781441915757. DOI: 10.1007/978-1-4419-1576-4.

STRACK, Jorge. GPSS: modelagem e simulação de sistemas. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1984. ISBN 8521800660.

SOARES, Luiz Fernando Gomes. Modelagem e simulação discreta de sistemas. São Paulo: USP, Instituto de Matemática e Estatística, 1990. 250 p.

SOUZA, Emanuel Fernando Maia de; PETERNELLI, Luiz Alexandre; MELLO, Márcio Pupin de. Software Livre R: aplicação estatística. Viçosa: EdUFV, 2007. ISBN 9788572694211.

VERZANI, John. A First Course in Statistical Programming with R. Boca Raton: CRC Press, 2014. ISBN 9781466590736. DOI: 10.1201/b16396.

## 2.8 Agendamentos

---

### **Prof. Marcelo Xavier Guterres**

- Gabinete do Professor: Sala 2133
- Telefone: 12-39476817
- email: m.guterres@gmail.com

### **Prof. Mauro Caetano de Souza**

- Gabinete do Professor: Sala 2135
- Telefone: 12-39476835
- email: caetano@ita.br

O plano de aulas é uma proposta, pois podem ocorrer mudanças nas datas

## 2.9 Material Online

---

Todo o material da disciplina será disponibilizado no sítio eletrônico do Prof. Guterres, cujo endereço eletrônico é <https://marceloguterres.github.io/>.

## 3. Diretrizes do Artigo

O acompanhamento da redação do artigo será de responsabilidade do **Prof. Mauro Caetano de Souza**. A versão preliminar deverá ser redigida em Word e em inglês. Ao final, quando o artigo for submetido ao periódico alvo do aluno, ele deverá ser convertido para o formato LaTeX do periódico, garantindo uma melhor tipografia do documento.

Os temas dos artigos serão escolhidos pelos discentes a partir dos desafios propostos pelo professor. De forma preliminar, os alvos acadêmicos serão os KPIs da MAC 100-22 do DECEA [1]. Portanto, os alunos podem começar a leitura desse manual o mais breve possível.

### 3.1 Estrutura do Documento

---

O processo de avaliação começa com um **formulário de preenchimento de informações básicas** como nome do aluno, curso, área de concentração, tema do estudo, objetivo e referências principais. Esse formulário estará disponível no sítio eletrônico do Prof. Guterres.

### 3.2 Cronograma de Entregas

---

Há cinco entregas (*Deliverables*) programadas de agosto a dezembro. As datas são as seguintes:

- D1: 21 de agosto
- D2: 18 de setembro
- D3: 16 de outubro

- D4: 6 de novembro
- D5: 4 de dezembro

Observações importantes:

- Cada dia de atraso resultará na dedução de 2 pontos na avaliação da respectiva entrega.
- Uma entrega só poderá ser enviada para avaliação após a aprovação da anterior.

### 3.3 Conteúdo das Entregas

---

1. **Deliverable 1:** Tema, objetivo e referências principais.
2. **Deliverable 2:** Métodos de pesquisa.
3. **Deliverable 3:** Base teórica (limitada a 2 páginas).
4. **Deliverable 4:** Análise de resultados.
5. **Deliverable 5:** Documento completo, incluindo título, resumo, introdução e conclusões.

### 3.4 Estrutura do Trabalho Final

---

1. Título, autores e instituições
2. Resumo (até 200 palavras)
3. Introdução
4. Base teórica
5. Métodos
6. Análise de resultados
7. Conclusões
8. Referências

## 3.5 Orientações Importantes

---

- Evitar plágio, usar citações indiretas.
- Modelos de Inteligência Artificial poderão ser empregados para correção gramatical.
- Figuras, tabelas e equações devem ser introduzidas, inseridas e depois discutidas no texto.
- O trabalho final deve ter entre 8 e 15 páginas.

## 3.6 Formatação

---

O documento *template* fornecido pelos professores oferece exemplos de como formatar referências, figuras e equações. Este *template* serve como um guia detalhado para os alunos, mostrando como estruturar e desenvolver seu trabalho acadêmico ao longo do semestre, com ênfase na originalidade, na organização lógica e na contribuição acadêmica.

## 4. Cronograma

Cada bimestre é composto de oito semanas de aulas consecutivas, com uma semana de intervalo para estudos de recuperação. A Tabela 4.1 apresenta a primeira versão de cronograma.

<b>Id</b>	<b>Data</b>	<b>Descrição</b>	<b>Modalidade</b>
1	seg, 05/08/24	O que é Simulação	Presencial
2	seg, 12/08/24	Revisão de Estatística	Presencial
3	seg, 19/08/24	Modelagem dos Dados de Entrada	Presencial
4	seg, 26/08/24	Modelagem dos Dados de Entrada	Presencial
5	seg, 02/09/24	Bases Matemáticas para a Simulação	Presencial
6	seg, 09/09/24	Bases Matemáticas para a Simulação	Presencial
7	seg, 16/09/24	Elaboração do Modelo Conceitual	Presencial
8	seg, 23/09/24	Prova 01	Presencial
9	seg, 30/09/24	Semana de Recuperação	
1	seg, 07/10/24	Simulação Monte Carlo	Presencial
2	seg, 14/10/24	Simulação Monte Carlo	Presencial
3	seg, 21/10/24	Verificação e Validação dos Modelos	Presencial
4	seg, 28/10/24	Dimensionando Aquecimento e Replicações	Presencial
5	seg, 04/11/24	Análise dos Resultados de uma Simulação	Presencial
6	seg, 11/11/24	Amostragem de Distribuições de Probabilidade	Presencial
7	seg, 18/11/24	Simulação de Distribuições de Probabilidade - Técnicas de Redução de Variância	Presencial
8	seg, 25/11/24	Prova 02	Presencial
9	seg, 29/11/24	Semana de Exames – Entrega da Versão Final do Artigo	

Tabela 4.1: Cronograma IT 213 (2024)

## Referências Bibliográficas

- [1] Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). Mca 100-22: Metodologia de indicadores atm do sisceab, 2023.