

## Informações gerais

- **Prof. Responsável/Regente** (contactos)

Manuel Cabral Morais (Tel. 21-8417047 ou Ext.1047; maj@math.ist.utl.pt; Piso 5 – Sala 5.49 – Pav. Matemática)

- **Página da disciplina**

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/disciplinas/PEstatisticad736/2024-2025/2-semester>

## Aulas

- **Teórico-práticas**

2as. e 3as., 10:00–11:30, anfiteatro IA.

- **Práticas**

3as., 15:00–16:00, salas V1.06 e V1.33;

4as., 12:00–13:00, sala V1.16.

Deverão levar computador pessoal para as duas primeiras aulas práticas e recomendamos que instalem previamente o seguinte *software*: R; R Studio.

Para uma instalação bem sucedida, é favor ler as instruções na 5a. página do ficheiro pdf disponível *aqui*.

- **Dúvidas**

Os horários de dúvidas realizam-se presencialmente (na sala de dúvidas do DM) ou remotamente (por zoom) e vigoram de 24/02/2025 a 07/07/2025, com exceção do período de férias de páscoa, 21/04/2024 a 25/04/2025.

Estes horários estão anunciados em

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/disciplinas/PEstatisticad736/2024-2025/2-semester/horarios-de-duvidas><sup>1</sup>

## Programa detalhado

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/homepage/ist13114/programa-detalhado>

## Bibliografia

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/disciplinas/PEstatisticad736/2024-2025/2-semester/bibliografia>

- **Principal**

– ...

---

<sup>1</sup>Na ausência de alunas(os), cada período de esclarecimento de dúvidas termina 30 minutos após o seu início.

- Morais, M.C. (2023/2020). *Probabilidades e Estatística: Teoria, Exemplos & Exercícios* (2a./1a. edição). IST Press – Coleção Ensino da Ciência e da Tecnologia. A forma mais expedita de adquirir este livro é através da loja online da *IST Press*:<sup>2</sup> Empréstimo de exemplares: *Bibliotecas IST (Alameda, Tagus)*; MCMorais. *Livros manuseados da IST Press*:<sup>3</sup> à venda na AEIST (Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico) *Errata da: 2a. edição; 1a. edição.*

## Material didáctico base

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/disciplinas/PEstatisticad736/2024-2025/2-semester/material-didactico-base>

- **Material básico**

- *Programa detalhado*
- *Colectânea de exercícios*
- *Formulário* (idêntico ao que será fornecido nas provas de avaliação)
- *Tabelas estatísticas* (que as(os) alunas(os) deverão levar para as provas de avaliação).
- *Introdução ao R* (Profas. Conceição Amado e Isabel Rodrigues)

- **Provas de avaliação**

- *Semestre corrente*
- *2024/25 (1o. Semestre), 2023/24, 2022/23, 2021/22, 2020/21, 2019/20, 2018/19, 2017/18, 2016/17.*

- **Projecto computacional**

- *Resoluções de projectos computacionais em R*

## Material didáctico complementar

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/disciplinas/PEstatisticad736/2024-2025/2-semester/material-didactico-complementar>

- *Informações gerais*
- *Programa detalhado de PE vs. Índice Livro PE IST Press*

## Método de avaliação

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/disciplinas/PEstatisticad73/2023-2024/2-semester/metodos-de-avaliacao>

---

<sup>2</sup>Com desconto imediato de 10% e portes gratuitos. Alternativamente, o livro poderá ser adquirido na FNAC do IST (com desconto de 10% com cartão FNAC) ou noutras livrarias físicas ou *online* (Almedina, Bertrand, Wook, etc.). Importa notar que, por forma a diminuir o preço do livro e a promover a disseminação de conhecimento a preços módicos, o autor não receberá qualquer participação sobre o preço do mesmo.

<sup>3</sup>Livros ligeiramente danificados, devolvidos pelas livrarias, mas em perfeitas condições de leitura, vendidos com desconto especial. Limitado ao stock existente.

## Estatísticas

- 2o. semestre 2023/24
- 1o. semestre 2023/24
- 2o. semestre 2022/23
- 1o. semestre 2022/23

## Questões frequentes

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/disciplinas/PEstatistica736/2024-2025/2-semester/questoes-frequentes>

## Prémio de Mérito A.T. Kearney Class Excellence Award

A *A.T. KEARNEY* atribui anualmente um prémio de mérito académico à(ao) melhor aluna(o) da unidade curricular de Probabilidade e Estatística do Departamento de Matemática do IST. São candidatas(os) a este prémio todas(os) as(os) estudantes do IST inscritas(os) nesta unidade curricular dos vários cursos de licenciatura do IST em cada ano lectivo.

Para mais informações acerca deste prémio clique *aqui*.

## Exemplos de disciplinas de LEAer que requerem conhecimentos de PE

*Licenciatura Bolonha em Engenharia Aeroespacial (LEAer)*

- *Termodinâmica I*  
*Entropia.*  
*Breve introdução à termodinâmica estatística.*
- *Controlo Multivariável, Não-Linear e Ótimo.*  
*Problema Linear Quadrático Gaussiano (LQG) e filtro de Kalman.*
- *Estimação e Controlo Preditivo Distribuído.*  
*Modelos de predição lineares e não lineares.*  
*Filtro de Kalman: estendido; unscented.*  
Exemplos de aplicação de estimação e controlo preditivo.

*Mestrado Bolonha em Engenharia Aeroespacial (MEAer)*

- *Controlo de Sistemas Ciberfísicos*  
Amostragem.  
Modelos de ruído e interação entre sistemas lineares e processos estocásticos.  
Identificação de sistemas e estimação de parâmetros por mínimos quadrados e máxima verosimilhança.  
Controlo estocástico de sistemas lineares (variância mínima e variância mínima dessintonizada).

- *Fundamentos de Telecomunicações*  
Sinais aleatórios.  
Variáveis aleatórias.  
Processos estocásticos.  
Estacionariedade e ergodicidade.
- *Gestão de Tráfego Aéreo*  
Gestão do fluxo de tráfego aéreo.  
Modelo de capacidade do sistema de pistas de um aeroporto.
- *Sensores e Sistemas*  
Calibração de sistemas de instrumentação.  
A importância do tempo para a correlação dos dados.
- *Inteligência Artificial e Sistemas de Decisão*  
Modelos probabilísticos: redes Bayesianas, teoria da decisão, modelos de Markov.
- *Materiais Compósitos Laminados*  
Controlo de qualidade, volume de fibra e porosidade.
- *Sistemas de Controlo de Tráfego*  
Critério de Neyman-Pearson para deteção de alvos.  
Processos ARMA.  
Filtragem de Kalman. Processos e cadeias de Markov. Filtro de Kalman linear (KF).  
Filtro de Kalman generalizado (EKF).
- *Guiamento, Navegação e Controlo*  
Filtro de Kalman.
- *Processamento Digital de Sinais*  
Sinais aleatórios.  
Estimação de parâmetros: método de mínimos quadrados, método de máxima verosimilhança, inferência bayesiana.
- *Sistemas Autónomos*  
Representação probabilística da incerteza: modelos probabilísticos de observação e ação.  
Inferência Bayesiana. Filtro de Bayes e seus casos particulares.  
Localização bayesiana.  
Mapeamento probabilístico por grelha de ocupação.  
Planeamento de tarefas: planeamento clássico; planeamento sob incerteza: processos de decisão de Markov (MDPs).
- *Sistemas de Radar*  
Radares de Impulsos: PRF e ambiguidade; estatística do ruído; sinal mínimo detectável; probabilidade de deteção e de falso alarme.

## Duas referências de PE aplicadas a Eng. Aeroespacial

Rheinfurth, M.H. and Howell, L.W. (1998). Probability and Statistics in Aerospace Engineering. National Aeronautics and Space Administration (NASA); Marshall Space Flight Center.

Middleton, J.A. (2022). *Experimental Statistics and Data Analysis for Mechanical and Aerospace Engineers*. Boca Raton: CRC Press.

- **Preface / Chapter 1 — Introduction**

*Data have always been important for human beings to make informed decisions.* (p. xiii)

*Data and its analysis have four primary roles in the design process, to:*

- Help us **understand** phenomena;
- Help us **predict** values of dependent variables given values of independent variables;
- Help us **control** events and processes;
- Help us **make decisions** based on evidence (as opposed to dogma/ideology/tradition); and
- Help us **improve** quality, productivity, applicability, etc. (p. 5)

- **Chapters 2, 3, 5, and 7**

*If you randomly drew a propeller from the population Merchant studied, would you be surprised to get a propeller that shows a performance of 7,100 RPM? What about 6,000 RPM?* (p. 53, Problem 2-9)

*Given the combined data..., which turbine seems to be the most reliable? Which of the Geared Drive turbines presents the best bargain, assuming the initial cost and repair costs of the turbines are approximately equal?* (p. 80, Problem 3-9)

*A sample of 20 shafts of the flywheel in a robotic micro-copter motor has been measured to be 0.2508 inches on average by the company who manufactures it. If the diameter has historically been measured to be  $0.2500 \pm 0.0015$  inch, how would you find the probability that the manufacturing process systematically produces shafts of 0.2508 inches or more?* (p. 136, Problem 5-7)

*Flaws occur in parachute canopy material (ripstop nylon) on average about 0.1 per in every 1 square meter of fabric. If 25 square meters were inspected, what is the probability that there are 1 or fewer flaws?* (p. 187, Problem 7-2)