



# Deteção Remota Multiespectral

Mestrado em Engenharia Geoespacial

João Catalão / Ana Navarro

2024/2025

---

## Cap. 1 A Deteção Remota

- O que é da Deteção Remota
- Radiação Eletromagnética
- Interação com atmosfera
- Interação Radiação-Alvo
- Assinatura Espectral
- Deteção Passiva vs Ativa
- Sensores Óticos
- Características das imagens
- Resolução Espacial, Espectral, Radiométrica e Temporal
- Formato dos dados

## Cap. 2 Princípios Físicos da Deteção Remota

- Características da radiação eletromagnética
- Equações de Maxwell
- Quantidades radiométricas
- Interação da radiação com a matéria
- Radiação Térmica
- Fontes de radiação eletromagnética
- Radiação Solar
- Interação com a atmosfera
- Conversão DN para radiância
- Correção radiométrica e Geométrica de imagens

## Cap. 3 Satélites e Sensores

- Satélites Meteorológicos
  - GOES, NOAA AVHRR, Outros satélites
- Satélites de Observação do Mar
- Altimetria Espacial
- Missões Geopotenciais Espaciais
- Missões na banda do visível
  - LANSAT, SPOT, IRS, IKONOS, QuickBird, GeoEye-1



#### Cap. 4 Classificação de Imagem

- Índices de Vegetação
- O Processo de Classificação
  - Classificação de Máxima Verosimilhança (supervisionada paramétrica)
  - Classificador Distância mínima
  - Classificador Paralelepípedo
  - Classificador Mahalanobis
  - Método não supervisionado (K-Means , ISODATA)
- Avaliação da precisão da classificação

#### Cap. 5 Aprendizagem Automática

- Aprendizagem automática (Machine Learning)
- Classificação binária
- Conceito de aprendizagem
- Modelos em árvore (decision tree, random forest)
- Modelos lineares (Perceptron, SVM,
- Modelos baseados na distancia (NN, K.means)
- Convolutional Neural Networks

#### Bibliografia:

---

- Fundamentals of Remote Sensing, Canada Centre for Remote Sensing. [http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index\\_e.php](http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index_e.php)
- Ana Duarte Fonseca, João Cordeiro Fernandes, “Detecção Remota”. LIDEL.
- R.A. Schowengerdt, “Remote Sensing. Models and Methods for Image Processing”, Academic Press ed.
- Remote Sensing Digital Image Analysis, An Introduction. Hohn A. Richards. Springer-Verlag.
- Principles and Applications of Imaging Radar. Manual of Remote Sensing, Third Edition, Vol. 2. Edited by Floyd M. Henderson and Anthony J. Lewis.
- Remote Sensing of the Earth Sciences. Manual of Remote Sensing, Third Edition, Vol. 3. Edited by Andrew N. Rencz.
- Detecção Remota. Princípios e Aplicações. João Catalão Fernandes, DEGGE, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

#### Avaliação

---

Exame Escrito	50%
Apresentação e discussão de um artigo científico (Deep Learning)	10%
Relatório do trabalho prático	40%



A data limite para entrega do trabalho prático é dia **27 de março de 2025**, e a data da discussão do trabalho é **dia 28 de março de 2025** (após o exame teórico). Os manuscritos devem ser submetidos através da **plataforma MOODLE** (<https://moodle.ciencias.ulisboa.pt>), em **formato PDF**, até ao final desse dia.

### **Trabalho Prático**

---

Os temas para os trabalhos práticos serão comunicados aos alunos no decorrer do semestre. Os trabalhos são individuais. Os resultados dos trabalhos deverão ser reportados na forma de artigo científico, usando para tal o seguinte template: <https://www.mdpi.com/journal/remotesensing/instructions>.

### **Artigo Científico**

---

Apresentação de um artigo científico sobre o uso de inteligência artificial na classificação de imagem multiespectral

Keywords: Machine learning, Deep learning, Neural networks, CNN

### **Exame Escrito (data sujeita a alteração, consultar calendário)**

---

1ª época: 18 junho 2025, 9:00, sala 6.2.45

2ª época: 4 julho 2024, 9:00, sala 6.2.45

## Deteção Remota Multiespectral 2024/2025

### Aula Prática (PL21)

**Terça-feira: 08:10 - sala 1.5.10**

**Quarta-feira: 10:12 - sala 1.5.10**

**Quarta-feira: 15:17 - sala 1.2.25**

Data	Descrição
18 Fev.	Não há aula por ainda não ter sido lecionada matéria teórica.
19 Fev.	Plataformas para descarregamento gratuito de imagens de satélite (imagens Landsat e Sentinel). Operações básicas com imagens: reamostragem de bandas, extração de regiões de interesse, operações aritméticas com bandas, junção de bandas multiespectrais, e colocação de imagens. Automatização de processos ( <i>Graph Builder/Batch Processing</i> ).
19 Fev.	Continuação do trabalho iniciado na aula anterior.
25 Fev.	Técnicas de redução da dimensionalidade dos dados: Geração de diferentes tipos de índices (índices de vegetação, índices de solo, índices de água, índices de áreas artificializadas), análise de componentes principais, elementos de textura, métricas temporais. Estabelecimento de limiares para a produção de máscaras binárias.
26 Fev.	Deteção de alterações em imagens de diferentes épocas utilizando a técnica MAD ( <i>Multivariate Alteration Detector</i> ) implementada na aplicação Orfeo Toolbox (OTB). Casos de estudo: (1) deteção de zonas de corte raso em áreas florestais ou (2) deteção de áreas de expansão urbana. Utilização de subprodutos, tais como índices de vegetação e índices de áreas artificializadas. Estabelecimento de limiares de separação entre áreas de alteração/não alteração.
26 Fev.	Continuação do trabalho iniciado na aula anterior.
11 Mar.	Produção de cartografia de uso/ocupação do solo com base na classificação supervisionada de uma série temporal de imagens Sentinel-2 recorrendo a algoritmos de aprendizagem automática ( <i>Machine Learning</i> ). Preparação de uma série temporal com imagens originais e subprodutos derivados dessas imagens. Definição da nomenclatura com a classes de uso/ocupação do solo a adotar para a classificação. Criação das respetivas amostras para treino e validação do modelo de classificação no QGIS.
12 Mar.	Aplicação de diversos algoritmos de aprendizagem automática em Python recorrendo à biblioteca Scikit-learn: Support Vector Machines (SVM), Random Forests (RF), k-Nearest Neighbors (k-NN), e Multi-layer Perceptron (MLP).
12 Mar.	Continuação do trabalho iniciado na aula anterior.
18 Mar.	Validação dos resultados da classificação recorrendo a matrizes de erro. Cálculo de diversas métricas: exatidão global, coeficiente kappa, exatidão balanceada (para amostras não balanceadas), precisão, revocação e F1-score.
19 Mar.	Produção de uma carta com o resultado final da classificação.
19 Mar.	Produção de uma carta com o resultado final da classificação.



## **Deteção Remota Multiespectral 2024/2025**

### **Calendarização das aulas Teóricas**

**Terça-feira: 10:12 - sala 8.2.13**

**Quarta-feira : 8:10 - sala 8.1.64**

**Quarta-feira : 13:15 - sala 8.1.64**

<b>Data</b>	<b>Descrição</b>
18 Fev.	Apresentação da Disciplina. Avaliação.
19 Fev.	A Deteção Remota
19 Fev.	A Deteção Remota. (Assinatura Espectral, Formato dos dados)
25 Fev.	Princípios Físicos da Deteção Remota (até interação atmosfera)
26 Fev.	Princípios Físicos da Deteção Remota (exercícios)
26 Fev.	Satélites e Sensores: Satélites Meteorológicos: GOES, NOAA AVHRR, Outros satélites, Altimetria Espacial, Missões Geopotenciais Espaciais
11 Mar.	Satélites e Sensores: Observação da Terra
12 Mar.	Classificação Imagem
12 Mar.	Classificação Imagem
18 Mar.	Classificação Imagem (exercícios)
19 Mar.	Aprendizagem automática
19 Mar.	Apresentação pelos alunos de um artigo científico