



Deteção Remota e Processamento Imagem

Licenciatura em Engenharia GeoEspacial
Minor em Tecnologia de Informação Geográfica
João Catalão / Fernando Soares
2026 / 2027

Cap. 1 Introdução

- ❑ Sistema de comunicação. Imagens digitais. Aquisição. Armazenamento. Metadados. Sistemas de cor.

Cap. 2 Imagens digitais

- ❑ Imagens Digitais. Malha digital. Conectividade e vizinhança. Resolução.

Cap. 3 Operações elementares (aritméticas, lógicas e geométricas)

- ❑ Operações aritméticas. Operações lógicas. Operações relacionais. Operações geométricas. Modelos de distorção geométrica. Reamostragem. Anti-aliasing. Estatística elementar. Noção de histograma.

Cap. 4 Operações de realce

- ❑ Expansão linear de contraste. Equalização do histograma. Operadores logarítmico, exponencial e de potência.

Cap. 5 Limiarização

- ❑ Classificação do pixel. Limiarização simples do histograma. Limiarização pelos métodos da média, p-tile, histerese, modal, máxima distância, Otsu e adaptada. Quantização. Look-Up-Table.

Cap. 6 Ruído

- ❑ Noção geral. Signal-to-Noise Ratio (SNR). Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR). Modelos de ruído aleatório (uniforme, gaussiano, impulsivo e multiplicativo). Ruído não-aleatório (padrão fixo, banding e blur).

Cap. 7 Filtragem espacial

- ❑ Filtro digital 2D. Correlação e Convolução. Separabilidade. Propriedades dos filtros digitais. Filtragem espacial. Filtros passa-baixa, passa-alta e passa-banda. Operação de unsharp. Filtro laplaciano. Filtro laplaciano do gaussiano.

Cap. 8 Deteção Remota Multiespectral

- ❑ 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. Distorção geométrica das imagens. Landsat e Sentinel-2.

Cap.9 Órbitas

- ❑ Órbitas e Swaths. Generalidades sobre movimento. Leis de Kepler, Lei da atração Universal. Estudo do movimento do corpo. Equação do movimento no plano. Estudo do movimento na órbita. Os parâmetros da órbita, Perturbação da órbita. Órbitas

usadas para observação da Terra (Geoestacionárias e heliossincronas). Determinação dos parâmetros orbitais

Cap. 10 Detecção Remota MicroOndas

- ❑ Detecção Remota RADAR, Sensores ativos e passivos, Formação das imagens RADAR Interação com a superfície, Geometria e Resolução, Radar de Abertura Sintética, Distorção das imagens SAR, Mecanismos de scattering, Speckle, Interferometria SAR Perspetivas para o radar de abertura sintética

Bibliografia:

- ❑ Fundamentals of Remote Sensing, Canada Centre for Remote Sensing. 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. Principios e Aplicações. João Catalão Fernandes, DEGGE, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Avaliação

A avaliação da disciplina de será feita, para cada aluno, de acordo com a seguinte expressão:

$$\text{NOTA FINAL} = E \times 0.7 + A \times 5 + B \times 1$$

- E = classificação no exame / média dos testes intermédios (0-20).
- A = parcial da componente prática, referente à média das classificações dos exercícios propostos durante as aulas práticas do semestre, entregues e considerados elegíveis (1). Cada exercício será classificado como 1 (resolução plena), 0.5 (resolução aceitável) ou 0 (resolução não aceitável). As datas de entrega dos exercícios práticos serão divulgadas oportunamente. Os atrasos na entrega dos exercícios serão penalizados com 0.
- B = parcial da assiduidade às aulas práticas. B = 1 se o aluno compareceu a pelo menos 60% das aulas previstas. B = 0 em caso contrário. Os alunos com o estatuto de trabalhador estudante têm esta componente majorada.



(1) Para serem considerados elegíveis, os exercícios práticos devem demonstrar uma conduta geral de responsabilidade na execução, sob pena de penalização. A saber:

- a) Apresentar rigor compatível com as orientações solicitadas nos enunciados. Para tal, encoraja-se a sua leitura atenta antes de iniciar o trabalho.
- b) A noção de resolução individual de exercícios é compatível com a discussão aberta entre colegas e não com a cópia integral ou parcial de ficheiros não resolvidos pelos próprios.

A avaliação da componente teórica (E) será efetuada por dois testes intermédios e/ou por frequência no período de exames. Os alunos que realizem pelo menos um dos testes intermédios (com ou sem aproveitamento) só podem participar na segunda época de exames. Os alunos devem obter uma classificação mínima de 5.0 valores em cada um dos testes e a média dos dois testes deve ser superior a 9.5 valores.

No exame os alunos têm de obter uma classificação superior a 9.5 valores .

A NOTA FINAL será calculada sem arredondar os parciais. O resultado final será arredondado à unidade. A aprovação na UC é obtida com uma NOTA FINAL superior a 9.5 valores.

Quaisquer outras situações extraordinárias serão resolvidas caso a caso.

Testes intermédios e exame escrito

1º teste (processamento de imagem):	28 de outubro de 2026,
2º teste (deteção remota):	16 de dezembro de 2026

1ª época:	11 Jan. 2027, 16:30, 6.2.46/47
2ª época:	22 Jan. 2027, 13:00, 6.2.46/47
Época Espacial	20 julho 2027, 9:00, 8.2.17

Deteção Remota e Processamento Imagem

2026/2027

Aula Prática (PL21): Quarta-feira / 11:00-13:00 / sala 1.2.26

Data	Descrição
16 Set	Resolução de exercícios introdutórios
23 Set	Resolução de exercícios Cap. 3
30 set	Resolução de exercícios Cap. 4
7 Out	Resolução de exercícios Cap. 5
14 Out	Resolução de exercícios Cap. 6
21 Out	Resolução de exercícios Cap. 7
28 Out	Teste PI
4 Nov	Lab01. Características das imagens multiespectrais de satélite. Imagens do satélite Landsat. Operações básicas com imagens multiespectrais
11 Nov	Lab02. Características das imagens multiespectrais de satélite. Imagens do satélite Sentinel-2. Operações básicas de segmentação de imagem
18 Nov	Lab03. Temperatura da superfície
25 Nov	Lab04. Deteção de alterações. Determinação da área ardida com base numa imagem Multiespectral. Estudo de caso: Incendio de Pedrogão (17 junho de 2017), Metodologia: Cálculo de índices de área ardida e índices de vegetação.
2 Dez	Lab05. Desenvolvimento de um programa em python para automatização dos procedimentos do laboratório 2.
9 Dez	Lab06. Imagens SAR
16 Dez	Teste Deteção Remota

Deteção Remota e Processamento Imagem

2026/2027

Aula teórica : Quinta-feira / 11:00-13:00 / sala 1.3.20

Data	Descrição
17 Set	Cap. 1. Introdução. Sistema de comunicação. Imagens digitais. Aquisição. Armazenamento. Metadados. Sistemas de cor. Cap 2. Imagens Digitais. Malha digital. Conectividade e vizinhança. Resolução. Cap. 3. operações elementares (aritméticas, lógicas e geométricas). Operações aritméticas. Operações lógicas. Operações relacionais. Operações geométricas. Modelos de distorção geométrica. Reamostragem. Anti-aliasing. Estatística elementar. Noção de histograma.
24 Set	Cap. 4. Operações de realce. Expansão linear de contraste. Equalização do histograma. Operadores logarítmico, exponencial e de potência.
1 Out	Cap. 5. Limiarização. Classificação do pixel. Limiarização simples do histograma. Limiarização pelos métodos da média, p-tile, histerese, modal, máxima distância, Otsu e adaptada. Quantização. Look-Up-Table.
8 Out	Cap 6. Ruído. Noção geral. Signal-to-Noise Ratio (SNR). Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR). Modelos de ruído aleatório (uniforme, gaussiano, impulsivo e multiplicativo). Ruído não-aleatório (padrão fixo, banding e blur).
15 Out	Cap. 7. Filtragem espacial. Filtro digital 2D. Correlação e Convolução. Separabilidade. Propriedades dos filtros digitais. Filtragem espacial. Filtros passa-baixa, passa-alta e passa-banda. Operação de unsharp. Filtro laplaciano. Filtro laplaciano do gaussiano.
22 Out	Aula de duvidas
29 Out	
5 Nov	A Deteção Remota Multiespectral. Radiação Eletromagnética, Interação com atmosfera, Interação Radiação-Alvo, Assinatura Espectral,
12 Nov	Deteção Passiva vs Ativa, Sensores Óticos, Características das imagens, Resolução Espacial, Espectral, Radiométrica e Temporal, Formato dos dados, Distorção geométrica das imagens.
19 Nov	Missões de Observação da Terra: Landsat e Sentinel-2.
26 Nov	Órbitas
3 Dez	Órbitas
10 Dez	Deteção Remota Microondas
17 Dez	