



**ipt**  
Instituto  
Politécnico  
de Tomar

**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**  
**Área Interdepartamental de Física e Departamento de Fotografia**

**Curso de Fotografia**

**DISCIPLINA DE SENSITOMETRIA**

**2º Ano**      **Regime:** Anual  
**Ano Lectivo:** 2009/2010

T	TP	OT	ECTS
60	-	10	6

**Docente:** Eq. a Assistente do 2º Triénio - *Mestre* - Rui Manuel Domingos Gonçalves

**OBJECTIVO**

Aprender os conceitos e as técnicas envolvidas na escolha e manuseamento de materiais fotossensíveis, quer quimicamente quer fisicamente, de modo a podermos obter os melhores e mais precisos resultados.

**PROGRAMA**

**1 - Conceitos Fundamentais**

**1a. Conceitos Matemáticos Fundamentais**

Coordenadas Cartesianas. Funções Exponencial e Logaritmica. Representação gráfica de funções; em escala linear e logaritmica. Noção de Fluxo. Ângulo Sólido.

**1b. Conceitos Físicos Fundamentais**

Grandezas Físicas relacionadas com a Luz; Intensidade Luminosa, Fluxo luminoso, Iluminância e Luminância. Unidade no Sistema Internacional (S.I.).

**2 - Luz Natural e Fontes Artificiais de Luz**

**2a. Luz Natural**

Registo fotográfico da Luz. Ondas electromagnéticas e suas características. Espectro Electromagnético e Luz "visível". Lei de radiação de Planck. Corpo Negro. Temperatura de Cor. Caracterização da Luz Natural e da Luz Solar. Constante Solar. O efeito da Atmosfera; Absorção, Emissão e Difusão luminosa. Distribuição da Radiação Solar na Superfície do Globo Terrestre. Distribuição da Radiação Solar em Portugal Continental.

**2b. Luz Artificial**

Fontes artificiais de Luz. Caracterização quanto ao seu espectro, temperatura de cor rendimento luminoso.

**3 - Olho Humano**

O Olho Humano como detector primário e base de comparação. Funcionamento do Olho Humano; óptica ocular e detecção de intensidade luminosa, movimento e cor, resolução espacial e temporal. Funcionamento em ambientes luminosos e em condições de penumbra. Deficiências na detecção de cores.

RS

## 4 - Sensitometria

### **4a. Densitómetros**

Realidade *versus* imagem registada fotograficamente. Técnicas para obter uma “imagem real”. Informação Sensitométrica e passos necessários para a obtenção dessa informação. Sensitómetros. Medição de densidade fotográfica. Densidade especular e difusa. Coeficiente; de Callier, de cor. Densitometria de cor e densidade por reflexão. Vários tipos de Densitómetros e registo de resultados.

### **4b. Resultados Sensitométricos**

Curvas características e suas derivadas. Contraste; gama, gradiente médio e índice de contraste. Curvas de gama em função do tempo. Gráficos de temperatura em função do tempo. Sensibilidade do filme.

### **4c. Aplicações Sensitométricas**

Controlo de Processo. Sensitometria dos raios X. Espectrosensitometria. Reprografia. Factores de Filtro. Aplicações da curva gama em função do tempo e da curva sensibilidade em função do tempo. Reprodução Tonal.

### **4d. Fotometria Fotográfica**

Princípios; passos da calibração, precauções, iluminação da imagem, neutralidade nos bordos. Aplicações; determinação da espessura do filme líquido, determinação da densidade de impressão efectiva, dosimetria e fotometria estelar.

## 5 - Efeito Fotoelétrico

Descoberta experimental do efeito fotoelétrico. Explicação teórica do efeito. Natureza dual da luz. Quantificação. Implementação tecnológica do efeito.

## 6 - Detector Digital

O detector tipo CCD. Caracterização e funcionamento do CCD: área física e elemento fotosensor (pixel), capacidade de armazenamento de electrões nos fotosensores, eficiência quântica, espectro de resposta e resposta linear à luz. Modos de leitura dos pixels em sensores bidimensionais (matriciais). O sistema e a representação binária. Conversão entre o sistema decimal e o sistema binário. Operações aritméticas de números binários. Conversão do sinal analógico em digital: os conversores ADC (8, 12 e 16-bits), ruído de leitura. O ruído electrónico e térmico do *chip* CCD. Enviesamento (*bias*) e Corrente Negra (*dark frame*), modo de os obter e corrigir. Principais defeitos dos *chip* CCD: *hot* e *cold* pixels, degradação com a idade. Defeitos como *impressão digital* do sensor. Mapa de luz uniforme (*flat-field*) para correção de *vignetting* nas nossas imagens ópticas, modo de o obter. Dinâmica real nas nossas imagens digitais. Tempo de leitura do sensor CCD e tamanho das imagens (*files*), junção de pixels (*binning*) e formatos comprimidos e não comprimidos das imagens.

O detector tipo CMOS. Características comparativas em relação ao CCD. Principais vantagens e desvantagens comparativas.

## 7 - Actuais CCD a cores

O CCD a cores. Modo de obter uma imagem de cor: multi-imagem em multi-sensor, multi-imagem em sensor multi-filtro, imagem em sensor tri-filtrado. Filtros integrados no sensor, RGB ou complementar. Técnicas e algoritmos de calculo da cor. Os vários formatos dos pixels, sensores Mega-pixels. Cor e resolução. Técnicas de redução de ruído. Estrutura das actuais máquinas digitais.

## 8 - Performance Digital

Actuais conversores analógico-digital, de 8, 10 e 12-bit. Contagem de pixels nos CCD; pixels usados para formar imagem, para correções e interpolações. Factor de preenchimento e microlentes. Artefactos nas imagens digitais; *blooming*, aberração cromática, *jaggies*, *maze* e *moiré*, indefinição dos bordos, ruído e compressão *jpeg*. Redução de ruído na máquina digital, por elevado ISO e por longa integração. O formato *RAW*, *TIFF* e *JPEG*, compressão das imagens. Meios de registo; os actuais cartões de memória. Funções de interpolação de pixels / de informação, sua aplicação no *zoom* digital. “Erros e Mitos” comuns relacionados com a imagem /máquina digital.

## 9 - Exemplo de Aplicação Científica da Imagem

Imagem Planetária. Fotometria e Astrometria de objecto estelares.

### AVALIAÇÃO

A classificação é de 0 a 20 valores. O aluno é aprovado à disciplina se obtiver uma classificação final igual ou superior a 10 valores. A avaliação continua é efectuada por duas frequências (provas escritas), uma no final de cada semestre, ambas com uma ponderação de 45% na classificação final. A presença e participação em aula têm uma ponderação de 10% na classificação final. O aluno será excluído da avaliação contínua se não obtiver em frequência um mínimo de 7,5 valores. O exame final ou exame de recurso, tem uma ponderação de 95% na classificação final e a presença e participação em aula, uma ponderação de 5% na classificação final. Data da primeira frequência: 17 de Dezembro 2009, 14h-16h, sala B254.

### BIBLIOGRAFIA

#### Em Inglês:

- [1I] “*Applied Photography*”, C. Arnold, P. Rolls, J. Stewart, Edited by D. Spencer 1971, Focal Press Limited  
[2I] “*Sensitometry for Photographers*”, Jack Eggleston 1990, Focal Press (Reprint). (CDA 13302 e 13303)

#### Em Francês:

- [1F] “*Chimie et Physique Photographiques*” - Deuxième Partie, Pierre Glafkidès 1987, Edition de L’Usine. (CDA 2651)

#### Em Português:

- [1P] “*Sensitometria Fotográfica*”, António de Figueiredo Cabral Europa-América, Colecção Saber - nº 128  
[2P] “*A Radiação Solar e o Ambiente*”, José Pinto Peixoto 1981, Comissão Nacional do Ambiente  
[3P] “*Sistema Internacional de Unidades (S.I.)*”, Guilherme de Almeida 1988 (1ªEd.) (CDA 12603 e 15415), 1997 (2ªEd.) (CDA 18791), 2002 (3ªEd.) Plátano Edições Técnicas  
[4P] “*Fotografar o Céu*”, Pedro Ré 2002, Plátano (Ed. Téc.)

(CDA – Centro de Documentação e Arquivo – Biblioteca do IPT)