



COLETA DE DADOS, 15

CAP. 1 - Fonte de Radiação, 17

Relação entre Energia e Calor, 18
Natureza da Radiação Solar, 20
Considerações Sobre Ondas, 23
Algumas propriedades das ondas, 24
Ondas eletromagnéticas, 25
Unidades de Medida da Radiação Eletromagnética, 29
Grandezas Radiométricas, 29
Leis da Radiação, 32
Lei de Planck, 32
Lei de Stefan-Boltzmann, 34
Lei do deslocamento de Wien ou lei de Wien, 36
Lei de Kirchoff, 36
Lei de Rayleigh-Jeans, 37
Memorização, 38

CAP. 2 - Atmosfera Terrestre e Sua Interação com a Radiação Solar, 39

Interação da Radiação Solar com a Atmosfera Terrestre, 41
Espalhamento, 43
Espalhamento molecular, ou Rayleigh, 44
Espalhamento Mie, 45
Espalhamento não seletivo, 45
Absorção Atmosférica, 45
Memorização, 48

CAP. 3 - Interação da Radiação Solar com Alvos da Superfície Terrestre, 49

Fração Absorvida, 50
Fração Transmitida, 50
Fração Refletida, 50
Solo, 52
Composição do solo, 53
Constituintes minerais, 54
Material orgânico, 55
Água do solo, 55
Ar no solo, 56
Interação da radiação eletromagnética com os constituintes do solo, 56
Transição intra-atômica, 56
Transferência de carga ou transição interelementos, 57
Transições da banda de valência à banda de transição, 57
Absorção de origem molecular, 57
Comportamento espectral dos solos, 58
Óxidos de ferro, 58
Matéria orgânica, 64
Rugosidade e formação de crosta superficial, 65
Umidade do solo, 66
Distribuição dos tamanhos de partículas, 68

CAP. 4 - Vegetação, 69

Anatomia da Planta, 69
Órgãos de nutrição, 69
Órgãos de reprodução, 69
Raiz, 70
Caule, 71
Folhas, 71
Dossel de Vegetação, 72
Interação da Radiação Solar com a Planta, 72
Porção absorvida da radiação solar, 73
Utilização da energia na fotossíntese, 74
Reações escuras, 80
Porção refletida da radiação solar, 80
Região do visível, 81
Região do infravermelho, 82
Fatores que interferem na reflectância da folha, 83
Fatores morfológicos, 84
Fatores fisiológicos ou funcionais, 85
Idade da planta, 85
Conteúdo de água na folha, 86
Nutrientes, 89

Interação da Radiação Solar com o Dossel da Vegetação, 90
Memorização, 95

CAP. 5 - Água, 97

Estrutura Molecular da Água, 97
Interação da Radiação Eletromagnética com a Água, 98
Fatores que Interferem na Reflectância da Água, 100
Memorização, 104

CAP. 6 - Radiômetros, 105

Classificação, 106
Quanto à fonte de radiação, 106
Quanto ao princípio de funcionamento, 106
Radiômetros não imageadores, 107
Radiômetros imageadores, 107
Quanto ao tipo de produto, 108
Quanto à região espectral em que operam os radiômetros, 108
Radiômetros que operam nas regiões do visível e infravermelho próximo e médio, 108
Radiômetros que operam na região do infravermelho termal, 111
Radiômetros que operam na região de micro-ondas (> 1 mm), 111
Quanto aos níveis de coleta de dados espectrais, 112
Nível terrestre, 113
Descrição de alguns tipos de radiômetros utilizados em nível terrestre, 113
Nível suborbital, 123
Sistemas fotográficos, 124
Tipos de filmes, 125
Filme preto e branco, 125
Filmes coloridos, 126
Sistemas hiperespectrais, 128
Avisis, 129
Hydice, 130
Videografia, 131
Características dos equipamentos de videografia, 132

CAP. 7 - Sensores Utilizados em Nível Orbital, 136

O que é um Satélite?, 137
Categoria de satélites, 138
Satélites militares, 139
Satélites científicos, 139
Satélites de telecomunicações, 140
Satélites meteorológicos, 142
Satélites de recursos naturais, 144
O que é uma Órbita?, 146
Sistemas Sensores Passivos, 147
Quanto à faixa espectral de atuação dos sensores orbitais, 149
Quanto ao sistema de varredura, 149
Varredura transversal à linha de voo, 149
Sistema sensor MSS, 150
Sistema sensor TM, 151
Sistema de varredura ao longo da linha de voo, 154
Imageador HRV, 154
Quanto ao domínio de resolução dos sistemas sensores, 157
Resolução espectral, 157
Resolução espacial, 159
Resolução radiométrica, 163
Resolução temporal, 164
Sensores Ativos, 165
História do radar, 165
Considerações sobre radar, 166
Tipos de sistemas de radar, 170
O que é o ruído speckle?, 173
O que é o efeito do padrão de antena?, 173
Quais distorções geométricas estão presentes em imagens de radar?, 173
O que é a conversão slant to ground range?, 174
Aplicações de dados de radar em ciências ambientais, 177

TRATAMENTO DE DADOS, 179

CAP. 8 - Metodologia de Análise de Dados Espectrais Coletados em Solo e no Nível Suborbital, 181
Coleta de Dados no Solo, 182
Índices de vegetação – determinação a partir de dados de radiometria de campo, 182
Radiação fotossinteticamente ativa absorvida pelo dossel de vegetação – determinação através de dados de radiometria de campo, 185
Cálculo da RFAA por meio do NDVI, 186
Eficiência do uso da radiação, 188
Dados Suborbitais, 189
Metodologia de interpretação de fotografias aéreas, 189
Fotointerpretação propriamente dita, 190

Cálculo de área, 191
Contagem, 191
Pesagem, 192
Planimetragem, 192
Uso de computador, 193
Interpretação de Dados Videográficos, 193
Captura das cenas de interesse, 193
Memorização, 195

CAP. 9 - Tratamento de Dados Orbitais, 197

Interpretação de Imagens de Satélites, 199
Noções Básicas de Geoprocessamento, 202
Sistema de Informação Geográfica, 203
Características dos SIGs, 204
Representação matricial, 205
Representação vetorial, 205
Configuração de um SIG, 206
Banco de Dados Geográficos (BDG), 207
Modelos de base de dados, 209
Tabelas ou relações ou entidades, 210
Registros ou tuplas, 210
Colunas ou atributos, 210
Chave, 210
Gerência de dados em um SIG, 211
Arquitetura dual, 211
Sistema Gestor de Base de Dados (SGBD), 211
Requisitos fundamentais de um SGBD, 212
Tipo de dados geográficos, 212
Representação espacial dos dados geográficos, 212
Objetos não espaciais, 215
Memorização, 215

CAP. 10 - Método Híbrido: Fase Computacional, 217

Classificação de Imagem Digital, 217
Etapas de processamento digital de imagens, 218
Pré-processamento, 219
Restauração de imagem, 219
Realce de imagem, 222
Correção geométrica e georreferenciamento ou registro, 224
Uso de cartas topográficas, 225
Uso de pontos coletados através do GPS, 225
Uso do mosaico de imagens ortorretificadas da Nasa, 225
Redução da dimensionalidade, 226
Correção radiométrica, 227
Transformações de imagens digitais, 231
Rotação espectral, 231
Imagem NDVI, 232
Modelo linear de mistura espectral, 233
Transformação RGB-IHS, 234
Como executar uma transformação IHS, 236
Etapa de classificação da imagem, 236
Classificação supervisionada, 237
Máxima verossimilhança, 237
Maxver-ICM, 241
Método do paralelepípedo, 241
Distância euclidiana, 243
Classificação não supervisionada, 244
Classificadores por regiões, 244
Algoritmos de classificação, 245
Memorização, 248

CAP. 11 - Método Híbrido: Interpretação Visual, 250

Elementos Fotointerpretativos, 251
Padrão espectral, 251
Textura, 253
Forma e tamanho, 254
Tonalidade, 256
Cor, 257
Observador – o olho humano, 258
Mistura de cores, 260
Cor no processamento digital de imagem, 261
Sombra, 265
Fatores que Contribuem para o Êxito da Interpretação de Imagens de Satélite, 267
Época de obtenção das imagens de satélite, 267
Tipo de produto, 269
Escala de trabalho, 269
Uso do critério multitemporal, 271

Restauração dos dados digitais, 272
Uso de dados auxiliares – o caso do Google Earth, 273
Experiência do intérprete, 274
Memorização, 275

CAP. 12 - Classificação de Imagens no Spring, 276

Módulos do Spring, 276
Módulos Auxiliares, 276
Imagens no Formato Digital, 276
Trabalhando no Módulo Impima, 277
Trabalhando no Módulo Spring, 282
Georreferenciamento de imagens de satélites no Spring, 285
Uso de uma imagem georreferenciada, 286
Usando imagens ortorretificadas da Nasa, 294
O que é o formato MrSID?, 294
Importar imagens para o módulo Spring, 303
Banco de dados geográficos, 303
Criar o projeto no Spring, 304
Definir modelos de dados, 306
MNT (Modelo Numérico de Terreno), 307
Categoria temática, 308
Categoria rede, 308
Categoria cadastral, 308
Importar a imagem, 308
Assunto complementar, 310
Um Pouco sobre Projeção Cartográfica, 310
Forma da Terra, 310
Origem das coordenadas (ou datum planimétrico), 312
Datum, 312

CAP. 13 - Transformação de Imagens Digitais, 314

Imagem NDVI, 314
Usando operações aritméticas, 316
Emprego do programa Legal, 319
Aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral, 320
Como executar um modelo de mistura, 321
Criar o modelo, 321

CAP. 14 - Classificação por Regiões: Iseleg, 328

Segmentação, 329
Extração de Regiões, 334
Classificação, 336
Mapeamento, 338

CAP. 15 - Edição Matricial, 341

Memorização, 348

Referências, 349

Apêndice A - Confiabilidade do Mapeamento, 356

Tipos de Amostragem, 358
Unidade de Amostragem, 358
Tamanho da Amostra, 359
Validação da Exatidão do Mapeamento, 360

Apêndice B - Uso de Dados Orbitais na Estimativa de Produtividade de Culturas Agrícolas, 372

Processando Imagens Modis, 375
Análise do Perfil Temporal de uma Cultura Agrícola Utilizando Segmentos Quadrados, 375
Procedimentos Necessários para Utilizar o Modelo Agrometeorológico-Espectral, 382
Preparo dos dados meteorológicos, 382

Apêndice C - Exercícios Complementares, 419

Princípios físicos, 419
Sensoriamento remoto hiperespectral, 419
Processamento de imagens de sensoriamento remoto, 419
Sensoriamento remoto e a agricultura (para engenheiros-agrônomo), 420
Noções de SIG, 420
Relação entre variáveis agrônomicas, pedológicas e espectrais
(especialmente para engenheiros-agrônomo), 420
Planejamento de experimento agrônomico em sensoriamento remoto (para engenheiros-agrônomo), 421
Sensoriamento remoto na agricultura de precisão (para engenheiros-agrônomo), 421
Impacto ambiental da agricultura e suas relações com sensoriamento remoto
(para engenheiros-agrônomo), 421
Complemento, 422