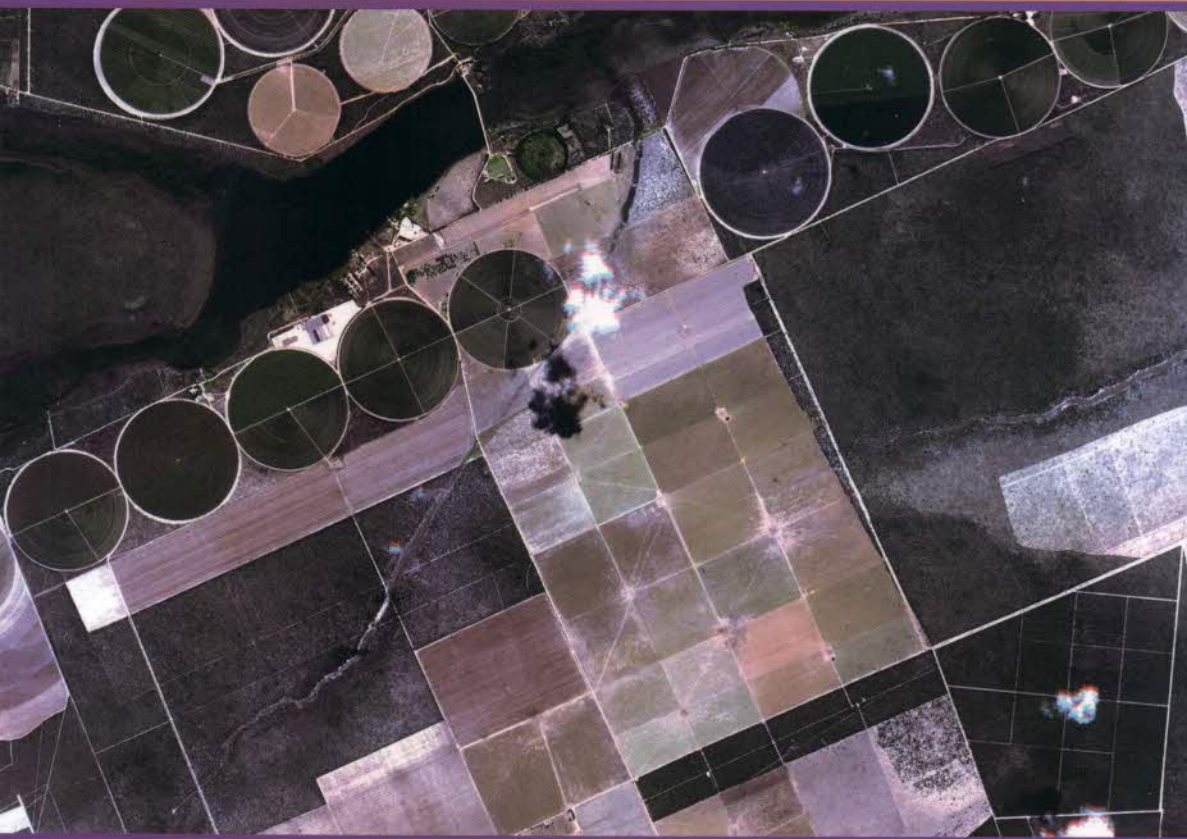


Sensoriamento Remoto em agricultura



Antonio Roberto Formaggio
Ieda Del'Arco Sanches

Sensoriamento Remoto em **agricultura**

Antonio Roberto Formaggio
Ieda Del'Arco Sanches

oficina de textos

Copyright © 2017 Oficina de Textos
1ª reimpressão 2021

Grafia atualizada conforme o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990, em vigor no Brasil desde 2009.

Conselho editorial Arthur Pinto Chaves; Cylon Gonçalves da Silva;
Doris C. C. K. Kowaltowski; José Galizia Tundisi;
Luis Enrique Sánchez; Paulo Helene;
Rozely Ferreira dos Santos; Teresa Gallotti Florenzano

Capa e projeto gráfico Malu Vallim
Diagramação Douglas da Rocha Yoshida
Preparação de figuras Alexandre Babadobulos
Preparação de textos Hélio Hideki Iraha
Revisão de textos Renata de Andrade Sangeon
Impressão e acabamento BMF gráfica e editora

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Formaggio, Antonio Roberto
Sensoriamento remoto em agricultura / Antonio
Roberto Formaggio, Ieda Del'Arco Sanches. --
São Paulo : Oficina de Textos, 2017.

Bibliografia.
ISBN 978-85-7975-277-3

1. Agricultura - Sensoriamento remoto I. Sanches,
Ieda Del'Arco. II. Título.

17-07384

CDD-630

Índices para catálogo sistemático:

1. Sensoriamento remoto : Agricultura 630

Todos os direitos reservados à **Editora Oficina de Textos**
Rua Cubatão, 798
CEP 04013-003 São Paulo SP
tel. (11) 3085-7933
www.ofitexto.com.br
atend@ofitexto.com.br

sumário

INTRODUÇÃO

- I.1 Contextualização – 13
 - I.2 Antecedentes – 18
 - I.3 Satélites disponíveis – 23
 - I.4 Calendário agrícola, fenologia e séries multitemporais – 26
 - I.5 Sistemas e *softwares* de processamento de imagens – 29
- QUESTÕES – 31

1 SISTEMAS SENSORES E SENSORIAMENTO REMOTO AGRÍCOLA – 33

- 1.1 Níveis de coleta de dados – 34
 - 1.2 Características das plataformas orbitais – 37
 - 1.3 Resoluções dos sensores – 42
 - 1.4 Sistemas de sensoriamento remoto – 49
 - 1.5 Satélites de órbitas quase polares – 50
 - 1.6 Satélites de órbitas geoestacionárias – 52
 - 1.7 Perspectivas – 54
- QUESTÕES – 55

2 COMPORTAMENTO ESPECTRAL DE CULTURAS AGRÍCOLAS – 59

- 2.1 Interação da REM com os materiais – 61
 - 2.2 Comportamento espectral da vegetação agrícola – 67
 - 2.3 Propriedades refletivas das folhas verdes – 68
 - 2.4 Propriedades refletivas de dosséis – 75
 - 2.5 Variáveis biofísicas das culturas agrícolas – 84
- QUESTÕES – 93

3 ÍNDICES ESPECTRAIS DE VEGETAÇÃO × AGRICULTURA – 95

- 3.1 Índices intrínsecos ou simples – 100
- 3.2 Índices que utilizam a linha do solo – 100
- 3.3 Índices atmosféricamente corrigidos – 104
- 3.4 O índice NDWI – 105
- 3.5 O índice ideal – 108
- 3.6 Influências da relação angular do sistema fonte-alvo-sensor nos índices espectrais de vegetação – 109
- 3.7 Índices de bandas estreitas (hiperespectrais) – 110

-
- 3.8 O índice *red-edge* – 112
 - 3.9 Avaliação dos índices para a estimativa de variáveis bioquímicas das plantas – 113
 - QUESTÕES – 119

 - 4 INTERPRETAÇÃO VISUAL DE IMAGENS OBTIDAS POR SENSORES REMOTOS ORBITAIS PARA ANÁLISE DE ALVOS AGRÍCOLAS – 121
 - 4.1 Tonalidade – 122
 - 4.2 Cor – 125
 - 4.3 Forma – 129
 - 4.4 Tamanho – 130
 - 4.5 Padrão – 130
 - 4.6 Sombra – 132
 - 4.7 Textura – 133
 - 4.8 Localização geográfica (características da região) – 135
 - QUESTÕES – 135

 - 5 DINÂMICA AGRÍCOLA E SENSORIAMENTO REMOTO – 139
 - 5.1 Trajeto Mogi Guaçu-Mococa – 143
 - 5.2 Dinâmica do comportamento espectro-temporal de alvos agrícolas – 144
 - 5.3 Culturas anuais – 145
 - 5.4 Culturas semiperenes – 155
 - 5.5 Culturas perenes – 157
 - 5.6 Espécies florestais plantadas – 159
 - 5.7 Pastagem e feno – 160
 - QUESTÕES – 165

 - 6 MONITORAMENTO AGRÍCOLA VIA SENSORIAMENTO REMOTO – 169
 - 6.1 Mapeamento de áreas agrícolas e identificação de espécies ou tipos de cultura – 170
 - 6.2 Acompanhamento do desenvolvimento de culturas (avaliação qualitativa) – 175
 - 6.3 Avaliação quantitativa – 175
 - 6.4 Outras questões – 181
 - QUESTÕES – 182

7 SENSORIAMENTO REMOTO HIPERESPECTRAL

APLICADO AOS ALVOS AGRÍCOLAS – 187

7.1 Sensores hiperespectrais – 189

7.2 Processamento e análise de dados hiperespectrais – 191

7.3 Aplicações – 194

QUESTÕES – 202

8 SENSORIAMENTO REMOTO PARA AGRICULTURA DE PRECISÃO – 205

8.1 Dados de satélites em agricultura de precisão – 208

8.2 Estimativa da população de plantas – 211

8.3 Estimativa de produtividade – 211

8.4 Necessidade de aplicação de fertilizantes e de defensivos – 212

8.5 Alerta de ataque de pragas – 215

8.6 Uso de SIG em agricultura de precisão – 215

8.7 Sistema GPS – 219

8.8 VANTs na agricultura de precisão – 220

8.9 Perspectivas da agricultura de precisão – 223

8.10 Agricultura de precisão no Brasil – 224

QUESTÕES – 225

9 PERSPECTIVAS FUTURAS DA AGRICULTURA BRASILEIRA E MUNDIAL – 227

9.1 Sensores de contato e sensores proximais – 234

9.2 Sensores de campo – 236

9.3 Sensores subaéreos – 237

9.4 Sensores aéreos – 237

9.5 Sensores orbitais – 238

9.6 Sensores orbitais hiperespectrais – 239

9.7 Sensores termais – 240

9.8 Sensores micro-ondas (radar) – 241

9.9 A necessidade de sistemas *all-weather* – 243

9.10 A necessidade de sistemas baseados em amostragem – 243

9.11 Constelações de pequenos satélites – 244

9.12 Perspectivas e cenários futuros – 247

QUESTÕES – 251

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS – 255

SOBRE OS AUTORES – 285