

## **CURSO DE SENSORIAMENTO REMOTO**

---

### **1º PERÍODO**

#### **Obrigatórias (para o Mestrado)**

<b>SER-210-3-</b>	Princípios Físicos de Sensoriamento Remoto
<b>SER-216-3-</b>	Introdução aos Sensores Remotos

#### **Optativas**

<b>SER-212-1</b>	Metodologia da Pesquisa Científica
<b>SER-214-3</b>	Estatística: Aplicação ao Sensoriamento Remoto
<b>SER-221-0</b>	Seminários em Sensoriamento Remoto I
<b>SER-300-4</b>	Introdução ao Geoprocessamento
<b>SER-320-3</b>	Ecossistemas Terrestres ( <i>anos pares</i> )
<b>SER-435-3</b>	Fotogeologia com Imagens Orbitais

### **2º PERÍODO**

#### **Obrigatória (para o Mestrado)**

<b>SER-330-3</b>	Interpretação de Imagens
------------------	--------------------------

#### **Optativas**

<b>SER-222-0</b>	Seminários em Sensoriamento Remoto II
<b>SER-301-3</b>	Análise Espacial
<b>SER-311-3</b>	Sensoriamento Remoto do Clima
<b>SER-307-3</b>	Sensoriamento Remoto da Hidrosfera
<b>SER-318-2</b>	Sensores Imageadores Ativos em Microondas
<b>SER-308-3</b>	Comportamento Espectral de Alvos
<b>SER-329-3</b>	Métodos Estatísticos Multivariados e Algumas Aplicações ao Sensoriamento Remoto
<b>SER-403-3</b>	Mudanças Globais: Princípios, Processos e Modelagem
<b>SER-406-3</b>	Sensoriamento Remoto Agrícola
<b>SER-445-3</b>	Tectônica e Estrutural na Prospecção Mineral e de Água Subterrânea
<b>SER-309-3</b>	Sistemas e Sensores Avançados para Observação da Terra e de seus Ambientes

### 3º PERÍODO

#### Obrigatória (para o Mestrado)

<b>SER-437-3</b>	Processamento Digital de Imagens de Sensores Remotos
------------------	--

#### Optativas

<b>SER-223-0</b>	Seminários em Sensoriamento Remoto III
<b>SER-302-2</b>	Radar e a Integração Digital com Dados Auxiliares Aplicada à Geologia ( <i>anos pares</i> )
<b>SER-316-3</b>	Banco de Dados Geográficos
<b>SER-305-3</b>	Processamento de Imagens Radar
<b>SER-313-3</b>	Hidrologia de Florestas
<b>SER-404-3</b>	Mecanismos de interação de radar com ambientes terrestres ( <i>anos ímpares</i> )
<b>SER-405-2</b>	Sensoriamento Remoto em Geomorfologia e Meio Ambiente
<b>SER-436-2</b>	Avaliação de Mapas Temáticos ( <i>anos pares</i> )
<b>SER-438-3</b>	Tópicos Avançados em Processamento de Imagens
<b>SER-455-3</b>	Tópicos Especiais em Florestas: Fitogeografia e Aplicações de Sensoriamento Remoto
<b>SER-314-3</b>	Transformações radiométricas de dados orbitais
<b>SER-319-3</b>	Sensoriamento Remoto Hiperespectral

**Outros trabalhos e atividades para o programa de Pós-Graduação e suas respectivas identificações:**

<b>EST</b>	<b>Estudo Orientado em Sensoriamento Remoto</b>
<b>SER-730</b>	<b>Pesquisa de Mestrado em Sensoriamento Remoto</b>
<b>SER-750</b>	<b>Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto</b>
<b>SER-780</b>	<b>Pesquisa de Doutorado em Sensoriamento Remoto</b>
<b>SER-800</b>	<b>Tese de Doutorado em Sensoriamento Remoto</b>

## EMENTAS DAS DISCIPLINAS DO

### 1º PERÍODO LETIVO

<b>SER-210-3</b>	<b>Princípios Físicos de Sensoriamento Remoto</b>
------------------	---

*Obrigatória (para o Mestrado)*

*Pré-requisitos: não há*

Energia Radiante. Espectro eletromagnético. Grandezas radiométricas. Atenuação atmosférica. Radiometria. Práticas de radiometria. Radiação termal: leis de Planck, Steffan-Boltzmann, Wien, Kirchhoff, corpo negro, emissividade, aplicações.

#### **Bibliografia**

Maul, G.A *Introduction to satellite Oceanography*. Martinus Njhoff Publishers. 1985.

Novo, E.M.L.M. *Sensoriamento Remoto, Princípios e Aplicações*. Ed. Edgar Blucher. 1989.

Rees, W.G. *Physical Principles of Remote Sensing*. Cambridge Univ. Press. 1990.

Reeves, R.G. et al. *Manual of Remote Sensing*. American Society of Photogrammetry. 1975.

Slater, P.N. *Remote sensing: optics and optical systems*. Reading, MA: Addison Wesley, 1980. 575p.

Swain, P.H. & Davies, S.M. *Remote Sensing: the quantitative approach*. McGraw-Hill. 1978.

<b>SER-216-3</b>	<b>Introdução aos Sensores Remotos</b>
------------------	--

*Obrigatória (para o Mestrado)*

*Pré-requisitos: não há*

Metodologia Científica. Conceituação do Sensoriamento Remoto. Histórico. Sensoriamento como sistema de aquisição de informações. Níveis de aquisição de dados: campo, laboratório, aeronave e orbital. Sistemas fotográficos. Câmeras fotográficas. Filmes e filtros fotográficos. Tipos de fotografias aéreas. Escalas de fotografias aéreas. Resolução fotográfica. Sensores de microondas: equação radar, princípios de radar de abertura sintética (SAR). Características dos sistemas orbitais de sensoriamento remoto LANDSAT, SPOT, CBERS, EOS, Sistemas Radares, Satélites Ambientais; outros sistemas. Aplicações de sensoriamento remoto em recursos naturais no mundo e no Brasil.

Visita ao Laboratório de geração e processamento de imagens.

#### **Bibliografia**

Asrar, G. ed. *Theory and applications of optical remote sensing*. New York, NY, Wiley, 1990. 735p.

Colwell, R.N. ed. *Manual of remote sensing*. 2. ed. Falls Church: VA, ASP, 1983. v.1/2.

Curlander, J.C.; Mcdonough, R.N. *Synthetic aperture radar: systems and signal processing*. New York, NY: Wiley, 1991. 647p.

Elachi, C. *Spaceborne radar remote sensing: applications and techniques*. New York, NY: IEEE Press, 1988. 255p.

Henderson, F.M.; Lewis, A.J. *Principles and applications of imaging radar*. New York. John Wiley. 1998. 860 p.

Lillesand, T.M.; Kiefer, R.M. *Remote sensing and image interpretation*. New York, NY: Wiley, 2000. 770pp.

Novo, E.M.L.M. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 308p.

Szekiela, K. *Satellite monitoring of the Earth*. New York, NY: Wiley, 1988. 326p.

Ulaby, F.T., Moore, R.K.; Fung, A. *Microwave remote sensing: active and passive*. Boston, MA: Artech House, 1981. v.1/3.

Wolf, P.R. *Elements of photogrammetry*. New York, NY: McGraw-Hill, 1983. 628pp.

<b>SER-212-1</b>	<b>Metodologia da Pesquisa Científica</b>
------------------	---

*Optativa*

*Pré-requisitos: não há*

O conhecimento científico: natureza do conhecimento científico, o conhecimento e seus níveis, a formação do espírito científico. O método científico: noção e importância do método, critério de verdadeiro, procedimento racional, processos do método científico. A pesquisa: noções gerais. Formas de trabalhos científicos. observações metodológicas referentes aos trabalhos de pós graduação. Fases de uma pesquisa. Como redigir o projeto de pesquisa.

### **Bibliografia**

Cervo, A.L.; Bervian, P.A. *Metodologia científica*. São Paulo: McGraw-Hill, 1978.

Galliano, A.G. *O método científico*. São Paulo: Harbra, 1986.

Gil, A.C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 1991.

Rey, L. *Planejar e redigir trabalhos científicos*. São Paulo: Edgard Blücher, 1987.

Salomon, D.V. *Como fazer uma monografia*. Belo Horizonte: Interlivros, 1973.

Severino, A.J. *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo: s/ed., 1982.

Soares, M.C. *Redação de trabalhos científicos*. São Paulo: Cabral, 1995.

Vargas, M. *Metodologia da pesquisa científica*. Porto Alegre: Globo, 1985.

<b>SER-214-3</b>	<b>Estatística: Aplicação ao Sensoriamento Remoto</b>
------------------	---

*Optativa*

*Pré-requisitos: não há*

Introdução à Probabilidade: Teoria de Conjuntos. Espaço amostral e eventos. Freqüências absoluta e relativa. Definição de probabilidade. Técnicas de contagem: permutação, arranjo combinação. Teoremas da Probabilidade: eventos independentes; eventos mutuamente exclusivos. Probabilidade condicional. Teorema da probabilidade total. Teorema de Bayes. Variáveis Aleatórias: Conceito. Variáveis aleatórias discretas e contínuas. Função de probabilidade. Função densidade de probabilidade. Variáveis aleatórias bidimensionais. Medidas de tendência central e de dispersão. Covariância e coeficiente de correlação. Propriedades de algumas variáveis aleatórias discretas. Algumas variáveis aleatórias contínuas importantes: normal, t de Student, F de Fisher, Qui-Quadrado. Soma de variáveis aleatórias: lei dos grandes números e teorema do limite central. Propriedades da média amostral. Inferência Estatística: Estimativa pontual e por intervalo. Casos da média, variância, diferença entre médias, razão de variâncias, proporção, diferenças entre proporções. Dimensionamento da amostra. Erro máximo de estimativa. Teste de Hipóteses: Erros dos tipos I e II. Teste de hipóteses para a média, variância, igualdade de medias, igualdade de variâncias. Teste de independência. Teste de

aderência. Seminários Especiais: Algumas distribuições importantes para sensoriamento remoto de radar. Estatísticas Kappa e Tau.

### **Bibliografia**

DeGroot, M.H. *Probability and Statistics*. Addison-Wesley Publishing Company, 1975.

Hoel, P.G.; Port, S.C.; Stone, C.J. *Introduction to Probability Theory*. Houghton Mifflin Company, Boston, 1971.

Meyer, P.L. *Probabilidade: aplicações à estatística*. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1977.

Wonnacott, T.H.; Wonnacott, R.J. *Introdução à Estatística*. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1980.

<b>SER-221-0</b>	<b>Seminários em Sensoriamento Remoto I</b>
------------------	---

*Optativa*

Esta disciplina, ministrada sob a forma de seminários, visa trazer à discussão assuntos relevantes na área de sensoriamento remoto. Terá o enfoque de apresentação/debates, de onde possíveis temas de dissertações/teses poderão emergir. Será coordenada por um ou mais docentes.

<b>SER-300-4</b>	<b>Introdução ao Geoprocessamento</b>
------------------	---------------------------------------

*Optativa*

*Pré-requisitos: não há*

Introdução. Conceitos básicos: Sistemas de Informação Geográfica (SIG), mapas e análise de mapas. Sistemas de coordenadas e georreferenciamento projeções e transformações. Visão geral de um SIG: capacidades de análise e processamento. Formatos de dados: matricial, vetorial, modelos de terreno. Descrição e uso das funcionalidades de um SIG. Entrada de dados: mapas, dados sócio-econômicos e ambientais. Armazenamento de dados: bancos de dados geográficos, modelos de dados, relacionamentos entre objetos espaciais. Análise temática: modos vetorial e matricial. Modelagem de terreno: geração e uso. Exemplos de projetos de uso de geoprocessamento: agricultura, floresta, geologia, qualidade de água, planejamento urbano. Análise comparativa do mercado. Tendências futuras. OBS: O curso terá ênfase em Laboratórios, com aprendizado prático dos sistemas SGI/INPE, ARC/INFO e SPRING.

### **Bibliografia**

Aronoff, S. *Geographic information systems: a management perspective*. Ottawa: WDL Publications, 1989. 300p.

Burrough, S. *Principles of geographical information systems for land resources assessment*. Oxford: Oxford University Press, 1989, 200p.

Camara, G.; Casanova, M. A.; Hemerly, A.; Medeiros, C. B. M; Magalhães, G. C. *Anatomia de sistemas de informação geográfica*. Campinas: SBC/ Escola de Computação, 1996.

Star, J.; Estes, J. *Geographical information systems: an introduction*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1990., 300p.

<b>SER-320-3</b>	<b>Ecosistemas Terrestres</b>
------------------	-------------------------------

*Optativa (Disciplina oferecida nos anos pares)*

*Pré-requisitos: não há*

Conceito de ecossistema: Histórico do conceito; Componentes de um ecossistema: Fatores bióticos e abióticos; Conceito de escala em relação aos ecossistemas; Mecanismos de controle nos ecossistemas. Estrutura dos ecossistemas: Nutrientes e biomassa; Fatores climáticos e edafológicos; Produtores; Consumidores; Decompositores. Processos em ecossistemas: Interações com fatores bióticos e abióticos; Fluxo de energia: Fotossíntese, produtividade e respiração, leis da termodinâmica aplicadas em ecossistemas; Ciclagem de material: Ciclos da água e do carbono, Ciclos do N e do S, Ciclos sedimentares (P, K, Ca, Fe, Mg, etc.), Metabolismo de poluentes nos ecossistemas. Dinâmica de ecossistemas: Sucessão primária; Sucessão secundária; Perturbações naturais e antrópicas: Degradação e resiliência Classificação de ecossistemas: Principais biomas; Ecossistemas tropicais. Modelagem de ecossistemas.

### **Bibliografia**

- Aber, J.D.; Melillo, J.M. *Terrestrial ecosystem*. Philadelphia, PA: Saunders College Publishing, 1991.
- Barbour, M.G.; Burk, J.H.; Pitts, W.D. *Terrestrial plant ecology*. Menlo Park, CA: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc, 1980.
- Bormann, F.H.; Likens, G.E. *Patterns and process in a forested ecosystem*. New York, NY: Springer-Verlag, 1979.
- Etherington J.R. *Environment and plant ecology*. 2. ed, Chichester, R.U: John Wiley and Sons, 1982.
- Jordan, C.F. (Ed) *An Amazonian rain forest*. Paris, França: UNESCO, 1989.
- Margalef, R. *Ecología*, Barcelona, Espanha: Ediciones Omega, 1989.
- Odum, E.P. *Fundamentals of ecology*. 3. ed., Philadelphia, PA: Saunders Company, 1971.
- Sarmiento, G. *The ecology of neotropical savannas*. Cambridge, R.U: Harvard University Press, 1984.
- Schlesinger, W.A. *Biogeochemistry - an analysis of global change*. San Diego, CA: Academic Press, 1991

<b>SER-435-3</b>	<b>Fotogeologia com Imagens Orbitais</b>
------------------	--

*Optativa*

*Pré-requisitos: não há*

Introdução. Produtos disponíveis: imagens MSS/RBV/TM do sistema LANDSAT; imagens multiespectrais e pancromáticas do sistema SPOT; formatação e recursos avaliáveis. Atributos adaptados: noção de relevo. Metodologia de fotointerpretação: definição das feições menores; propriedades das formas; propriedades das feições menores. Fotoanálise: delineamento das feições menores; associação das feições; limites de zonas homólogas. Fotointerpretação: descoberta do significado geológico e definição dos contatos geológicos. Elaboração de mapas: identificação das deformações friáveis e dúcteis; empilhamento cronoestratigráficos; definição de unidades litoestruturais inferências tectônicas/ geotectônicas. Exemplos de aplicação: mapeamento básicos com as finalidades de suporte para a pesquisa mineral e geologia de engenharia. Exercícios práticos.

## **Bibliografia**

- Anjos, C.E. dos *Tectônica da borda da bacia do Paraná e de seu embasamento na região do Itajaí-Lages - Santa Catarina: uma abordagem com imagens fotográficas do sistema Lansat e mosaicos de radar*. (Tese de Doutorado) - IG/USP, 1986.
- Mattos, J.T. de *Caracterização do comportamento geológico-estrutural na região da represa de Furnas (MG) com dados de sensoriamento remoto*. (Tese de Doutorado)-IG/USP, São Paulo, 1986.
- Rivereau, J.C. *Notas de aula do curso de fotointerpretação*. Ouro Preto, Soc. Inter. Cult. Esc. Geol., 1972. XI Semana de Estudos.
- Soares, P.C.; Fiori, A.P. Lógica e Sistemática na Análise e Interpretação de Fotografias Aéreas em Geologia. *Notícias Geomorfológicas*, 16(32):71, 1976.
- Veneziani, P.; Anjos, C.E. dos *Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações em Geologia*. São José dos Campos, INPE, 1982 (INPE-2227-MD 1014).

## EMENTAS DAS DISCIPLINAS DO

### 2º PERÍODO LETIVO

#### Obrigatória (para o Mestrado)

<b>SER-330-3</b>	<b>Interpretação de Imagens</b>
------------------	---------------------------------

*Obrigatória (para o Mestrado)*

*Pré-requisitos: SER-210-3, SER-308-3*

Introdução à fotointerpretação. Fases de fotointerpretação. Aspectos metodológicos na fotointerpretação de dados de S.R.. Características espectrais dos produtos de S.R. disponíveis. Métodos de fotointerpretação: intuitivo, chaves, sistemático. Resolução dos produtos disponíveis: recurso avaliável. Fotoleitura, fotoanálise e fotointerpretação. Elementos de fotointerpretação. Fatores que controlam a textura, estrutura, tonalidade e/ou cor das imagens fotográficas. Métodos das chaves. Método sistemático. Aulas práticas: aplicação dos métodos. Aplicação nas áreas de recursos naturais.

#### **Bibliografia**

Ricci, M.; Petri, S. *Princípios de aerofotogrametria e fotointerpretação geológica*. São Paulo: Editora Nacional. 1965. 226p.

Valério Filho, M.; Epiphânio, J.C.N.; Formaggio, A.R. *Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em pedologia*. São José dos Campos, INPE, 1981 (INPE-221-MD/008).

Veneziani, P.; Anjos, C.E. *Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações em Geologia*. São José dos Campos, INPE, 1982 (INPE-2227-MD/014).

#### **Optativas**

<b>SER-222-0</b>	<b>Seminários em Sensoriamento Remoto II</b>
------------------	--

*Optativa*

Esta disciplina, ministrada sob a forma de seminários, visa trazer à discussão assuntos relevantes na área de sensoriamento remoto. Terá o enfoque de apresentação/debates, de onde possíveis temas de dissertações/teses poderão emergir. Será coordenada por um ou mais docentes.

<b>SER-301-3</b>	<b>Análise Espacial</b>
------------------	-------------------------

*Optativa*

*Pré-requisitos: SER-300-4*

O problema da análise espacial. Componentes da análise espacial: exploração, consulta, manipulação e modelagem. Tipos de análise espacial. Referências. Análise de dados pontuais: "Kernel estimation", Função-K. Testes de CSR. Análise de Superfícies por Geo-Estatística: análise exploratória, Variografia, Krigeagem e suas diversas formas; estudos de caso. Análise de Dados de Área: matriz de proximidade, correlação espacial, métodos bayesianos. Indicadores de autocorrelação (globais e

locais). Estimação Empírica de Bayes. Regressão Espacial: Modelos de regressão ordinária, autoregressivos, regimes espaciais. Estudos de caso. Representação de Incerteza: Geoestatística e Medidas de Incerteza. Krigeagem por indicação como estimador da distribuição de probabilidade de variável aleatória. Incerteza de campos numéricos e temáticos. Simulação Estocástica.

#### Bibliografia

Bailey, T.; Gatrell, A. *Interactive Spatial Data Analysis*. London, Longman Scientific and Technical, 1995.

Câmara, G. et al., *Geoprocessamento: Teoria e Aplicações*. INPE, 2000 (on-line: <http://www.dpi.inpe.br/livro>)

Longley, P.; Batty, M. (eds) *Spatial analysis: modelling in a GIS environment*. Cambridge: Geoinformation International), 1997.

<b>SER-311-3</b>	<b>Sensoriamento Remoto do Clima</b>
------------------	--------------------------------------

*Optativa*

*Pré-requisitos: não há*

Radiação solar: características físicas, equações governantes. Balanço de energia e radiação no sistema Terra/Atmosfera e suas implicações climáticas. O papel dos constituintes atmosféricos nas bandas de absorção. Tipos de sensores. Fotogrametria de nuvens. Sensoriamento remoto da radiação de ondas longas e precipitação: dados infravermelho, microondas e Radar. Variabilidade espacial e temporal dos índices de vegetação (NDVI) e suas conexões com clima. Análises e processamentos de imagens de ozônio estratosférico.

#### **Bibliografia**

Kidder, S.Q., T.H.Vonder Haar. *An Introduction to Satellite Meteorology*. Academic Press, San Diego, California, USA. 1995.

Gurbey, R.J.; Foster, J.L.; Parkinson, C.L. *Atlas of satellite observations related to global change*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993, 220p.

Liou, K.N. 1992. *Radiation and cloud processes in the Atmosphere*. Oxford University Press. New York. 487 pp. 1992.

Rao, P. Krishna; Holmes, S.J.; Anderson, R.K.; Winston, J.S.; Lehr, P.E. *Weather satellites: systems, data, and environmental applications*. Boston: American Meteorological Society, 1990, 503p.

Trewartha, Glenn T. *An introduction to climate*. Tokio: McGraw-Hill Kogakusha, 1968, 408p.

<b>SER-307-3</b>	<b>Sensoriamento Remoto da Hidrosfera</b>
------------------	---

*Optativa*

*Pré-requisitos: não há*

1. Introdução: Histórico do uso de dados de satélite para o monitoramento da Hidrosfera. Princípios físicos do sensoriamento remoto da hidrosfera (interação da radiação eletromagnética com corpos aquáticos e princípios de correção atmosférica). Espectro visível e infravermelho próximo. Espectro termal. Espectro de microondas.

2. Aplicações de sensoriamento remoto ao estudo de ecossistemas lóticos, lênticos, e no monitoramento dos recursos hídricos. 3. Aplicações de sensoriamento remoto ao estudo de ecossistemas costeiros. 4. Estimativas da temperatura da superfície do mar (TSM). 5. Aplicações de microondas ao monitoramento oceânico. 6. Aplicações de sensoriamento remoto ao estudo da produtividade primária e ciclos biogeoquímicos. 7. Missões de Campo como suporte ao sensoriamento remoto da Hidrosfera. 8. Seminários.

### **Bibliografia**

- Curlander, J.C. & Medonough, R.N. 1991 *Synthetic Aperture Radar: systems and signal processing*. New York, NY: Wiley. 647 p.
- Gonzales, R.C. & Woods, R.E. 1993. *Digital image processing*. Massachusetts: Addison Wesley.
- Kirk, J.T.O. *Light and photosynthesis in aquatic systems*. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Lewis, O.J. *Geomorphic and Hydrologic applications of Active Microwave remote sensing*. In: (Handerson & Lewis) Principles & Applications of Imaging RADAR; Manual of Remote Sensing. 3<sup>rd</sup> Edition. V. @. Chap. 11. 1998.
- Maul, G.A. *Introduction to satellite oceanography*. Boston, MA: Martins Nighoff, 1985. 606p.
- Morel, A. et al. 1998. *Minimum requirements for an operational ocean-colour sensor for the open ocean*. IOCCG Report Nr. 1. 46 p.
- Morel, A. et atl. 1999. *Status and plans for satellite ocean-colour missions: considerations for complementary missions*. IOCCG Report Nr 2. 46 p.
- Robinson, I.S. *Satellite oceanography*. New York, NY: John Wiley & Sons, 1985. 445p.
- Ulaby, F.T.; Moore, R.K.; Fung. A 1981. *Microwave remote sensing: active and passive*. Boston, MA. Artech House. V. 1/3.
- Victorov, S. 1996. *Regional satellite oceanography*. Taylor & Francis Ltd. 306 p.

<b>SER-318-2</b>
------------------

<b>Sensores Imageadores Ativos em Microondas</b>
--

*Optativa*

*Pré-requisitos: não há*

Sensores de microondas : antenas, equação radar, Radar de Abertura Sintética (SAR). Características geométricas de sistemas radar. Radares altímetros. Aplicações.

### **Bibliografia**

- Cowell, R.N. *Manual of Remote Sensing*. 2.ed. Falls Church, VA, ASP, 1983. v.1/2.
- Elachi, C. *Spaceborne radar remote sensing: applications and techniques*. New York, NY: IEEE Press, 1988. 255p.
- Curlander, J.C.; McDonough, R.N. *Synthetic aperture radar: systems and signal processing*. New York, NY: John Wiley & Sons, 1991. 647p.
- Slater, P.N. *Remote sensing: optics and optical systems*. London: Addison-Wesley, 1980. 575p.
- Ulaby, F.T., Moore, R.K.; Fung. A *microwave remote sensing: active and passive*. Boston, MA: Artech House, 1981. v.1/3.

<b>SER-308-3</b>	<b>Comportamento Espectral de Alvos</b>
------------------	---

*Optativa*

*Pré-requisitos: SER-210-3*

Interação da energia radiante com a matéria. Métodos radiométricos. Reflectância espectral de folhas. Reflectância espectral de dosséis. Modelos de reflectância da vegetação. Reflectância espectral da água pura e de corpos d'água naturais. Comportamento espectral de minerais e rochas. Comportamento espectral de solos. Seminários. Trabalhos práticos.

### **Bibliografia**

Asrar, G. *Theory and applications of optical remote sensing*. New York, NY: John Wiley & Sons, 1990. 860p.

Braga, C.Z.F.; Abdon, M.M. *Sensoriamento remoto aplicado a estudos de qualidade da água em regiões costeiras: uma revisão bibliográfica*. In: Congresso Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente, 3., Rio de Janeiro, 24-28 Jul, 1989. Anais. Pp. 632-648. (INPE-4935-PRE/1525).

Gausman, H.DW. *Plant leaf optical properties in visible and near-infrared light*. Lubbock, TX: Texas Tech, 1985. 78p.

Goel, N. S. Models of vegetation canopy reflectance and their use in estimation of biophysical parameters from reflectance data. *Remote Sensing Reviews*, n.4, p.1-212, 1988.

Hunt, G.R. Electromagnetic radiation - the communication link in remote sensing. In: Siegal, G. ed. *Remote sensing in geology*. New York, NY: John Wiley & Sons, 1980. cap.2, p.5-45. 650p.

Kumar, R. *Radiation from plants - reflection and emission: a review*. West Lafayette, IN: Purdue University, 1972. 88p. (Research project, 5543).

Moreira, R.C. *Influência do posicionamento e da largura de bandas de sensores remotos e dos efeitos atmosféricos na determinação de índices de vegetação*. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Dissertação de Mestrado. (INPE-7528-TPI/735). 2000.

Novo, E.M.L.M.; Braga, C.Z.F. *Relatório do projeto Sensoriamento remoto de sistemas aquáticos*. São José dos Campos, INPE, 1991. (INPE-5271/PRP-159).

Slater, P.N. *Remote sensing: optics and optical systems*. New York, NY: Addison-Wesley, 1980. 515p.

Stoner, E.R.; Baumgardner, M.F. *Physicochemical, site, and bidirectional reflectance factor characteristics of uniformly moist soils*. West Lafayette, IN: Purdue University, 1980. 94p. (LARS Technical Report, 111679)

<b>SER-329-3</b>	<b>Métodos Estatísticos Multivariados e Algumas Aplicações ao Sensoriamento Remoto</b>
------------------	--

*Optativa*

*Pré-requisitos: SER-214-3*

Análise de Regressão Multivariada: Modelos, estimadores, inferências sobre parâmetros da regressão, problemas na análise de modelos de regressão múltipla. teste de hipóteses. Regressão polinomial. Análise de Componentes Principais: Derivação dos componentes principais, análise de componentes principais para dados normais multivariados. Análise Fatorial: Modelo de análise fatorial, estimativa dos fatores. Análise Discriminantes: Regra da máxima verossimilhança; regra de Bayes; regra da razão de verossimilhança. Probabilidades de erros de classificação. Análise de Agrupamento: Princípios básicos - medidas de distância e similaridade entre agrupamentos. Classificação dos processos de agrupamento; principais algoritmos. Obs.: Cada tópico será discutido dentro do contexto de aplicações aos dados de sensoriamento remoto.

### **Bibliografia**

- Bouroche, J.-M.; Saporta, G. *Análise de Dados*. RJ, Zahar Editores, 1980.
- Chatfield, C.; Collins, A.J. *Introduction to multivariate analysis*. London: Chapman and Hall, 1986. 246p.
- Chatfield, C.; Collins, A.J. *Introduction to Multivariate Analysis*. London: Chapman & Hall, 1986.
- Davis, J.C. *Statistics and data analysis in geology*. New York, NY: Wiley, 1973. 550p.
- Duda, R.O.; Hart, P.E. *Pattern classification and scene analysis*. New York, NY: Wiley, 1973. 482p.
- Gnanadesikan, R. *Methods for statistical data analysis of multivariate data*. New York, NY: Wiley, 1977. 311p.
- Hartigan, J.A. *Clustering Algorithms*. New York, NY: Wiley, 1975. 351p.
- Mardia, D.V.; Kent, J.T.; Bibby, J.M. *Multivariate Analysis*. New York, NY: Academic, 1982. 521p.
- Neter J.; Wasserman, W. *Applied Linear Statistical Models*. Chicago, IL: Richard D. Irwin, 1974. 842p.

<b>SER-403-3</b>	<b>Mudanças Globais: Princípios, Processos e Modelagem</b>
------------------	--

*Optativa*

*Pré-requisitos: não há*

1. Introdução: A Terra como um Sistema. Forçamento radiativo (FR). Gases de efeito estufa (GEE). Quadro institucional. 2. Alterações climáticas: Alterações de temperatura. Alterações hidrológicas. 3. Alteração do forçamento radiativo: GEE de ocorrência natural (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>); GEE Protocolo Montreal (CFCs, HFCs); Aumento FR dos principais gases. Aumento FR do setor industrial, agricultura e uso da terra. Emissões no Brasil. 4. Evolução dos ecossistemas terrestres 5. Modelagem do ciclo biogeoquímico 6. Modelagem do ciclo hidrológico 7. Parametrização em modelagem de ecossistemas 8. Dinâmica de uso da terra: Cobertura e uso da terra; Cobertura da terra e funcionamento dos ecossistemas; Uso da terra e emissões de GEE; Expansão da fronteira agrícola no Brasil; Ocupação da Amazônia: PIN, PND, concentração e inércia; Desflorestamento nos trópicos: modelos e casos de estudo. 9. Quadro institucional: CQMC, Protocolo de Quioto; Convenção Quadro sobre Mudanças Globais (UN FCCC); Inventários de emissões antropogênicas de GEE.

## **Bibliografia**

- Asrar, G. e Dozier, J. *EOS: Science strategy for the Earth Observing System*. New York: American Institute of Physics Press, 1994. 119 p.
- Gurney, R.J., Foster, J.L.; Parkinson, C.L. *Atlas of satellite observations related to global change*. New York: Cambridge University Press, 1993. 470 p.
- Houghton, J.T., Callander, B.A.; Varney, S.K. *Climate change 1992: the supplementary report to the IPCC scientific assessment*. New York: Cambridge University Press, 1992. 200 p.
- International *Geosphere-Biosphere Programme (IGBP)*. Série de relatórios "IGBP: Global Change Reports" Várias datas.
- Schlesinger, W.H. *Biogeochemistry: An Analysis of Global Change*. Academic Press, San Diego, 1991.
- World Resources Institute. *World Resources 1990-91: Special focus on Climate Change, Latin America, plus essential data on 146 countries - A guide to global environment*. New York: Oxford University Press, 1990. 383 p.

<b>SER-406-3</b>
------------------

<b>Sensoriamento Remoto Agrícola</b>
--------------------------------------

*Optativa*

*Pré-requisitos: SER-210-3*

Parte Teórica: Comportamento espectral de culturas agrícolas. Uso e interpretação de mapas de solos. Características morfológicas e de cultivo das principais culturas. Análise de crescimento de plantas. Espectroscopia de alvos agrícolas. Características de níveis de coleta de dados (laboratório, campo, aeronave, satélite). Modelos de reflectância. Modelos de produtividade. Índices Espectrais de Vegetação. Extração de informações de imagens orbitais, para Agricultura (teoria e prática). Aplicações gerais. Análises de dados obtidos em experimentos de radiação da cena agrícola. Sensoriamento Remoto da Produção Agrícola. Estatísticas Agrícolas e Previsões de Safras. Imagens microondas para Agricultura. Parte Prática: Acompanhamento do ciclo de uma cultura através de coleta e medições de parâmetros agrônômicos e espectrais.

## **Bibliografia**

- American Society of Photogrammetry (ASP). *Manual of Remote Sensing*. Falls Church, VA: Sheridan Press, 1983. v.1/2.
- Asrar, G. ed. *Theory and applications of optical remote sensing*. New York, NY: John Wiley & Sons, 1990. 735p.
- Clevers, J.G.P.W. *Application of remote sensing agricultural field trials*. Wageningen: Agricultural University Press, 1986. 227p.(Wageningen Papers, 86-4).
- Evans, G.C. *The quantitative analysis of plant growth*. Oxford: Blackwell, 1982. 735 p.
- Philipson, W.R. *Manual of photographic interpretation*. Bethesda, MD, ASPRS, 1997. 689 p.

Rencz, A.N. *Remote Sensing for the Earth Sciences*. New York, ASPRS and John Wiley. 1999. 720 p. (Manual of Remote Sensing, 3<sup>rd</sup> edition)

<b>SER-445-3</b>	<b>Tectônica e Estrutural na Prospecção Mineral e de Água Subterrânea</b>
------------------	---

*Optativa*

*Pré-requisitos: SER-435-3*

Conceituação básica: a) classificação de movimentos tectônicos compressivos e distensivos; b) modelos conceituais de zonas de cisalhamento; níveis crustais; fluxo de fluidos; transição friável dúctil; mineralizações associadas; aquíferos subterrâneos; c) zonas de cisalhamento dúcteis, dúcteis rúpteis e rúpteis: estruturas associadas; d) modelos de associações de mineralizações; e) modelos aquíferos subterrâneos em meios fissurados; f) feições diagnósticas identificáveis com a utilização de métodos e técnicas de sensoriamento remoto. Trabalhos práticos de análise tectônica-estrutural em áreas mineralizadas e/ou de aquíferos subterrâneos.

### **Bibliografia**

Anjos, C.E.; Veneziani, P. *Imagens fotográficas orbitais: uma alternativa metodológica para a análise do potencial hidrogeológico de áreas cristalinas*. In: VII Simpósio Latino-Americano de Percepção Remota. Selper, México, 1995.

Bursnall, J.T. (eds.) *Mineralization and shear zones*. Short Courses, v.6. Geol. Association of Canada, Montreal, 1989.

Eisenlohr, B.N.; Groves, D.; Partington, G.A. *Crustal zones and their significance to Archean gold mineralization*. In: Western Australia. Mineral. *Deposita*, n. 24, p.1-8, 1989.

Goodwin, L.; Haneberg, B. *Fluids and fluid flow in faults and shear zones: an episodically evolving bibliography*. (Listagem através da WWW).

Hickman, S.; Sibson, R.; Bruhn, R. Mechanical involvement of fluids in faulting: introduction to special section. *Journal of Geophysical Research*, 100(B7): 12831-12840.

Hodgson, C.S. The structure of shear related veins-type gold deposits: a review. *Ore Geology Review*, n. 4, p.231-273, 1989.

Lareira, E.A. (ed.) *Brazil gold '1991*. Blakens, Totterdan, 1991.

Ramsay, J.G.; Hubert, M.I. *The techniques of modern structural geology*. New York: Academic Press, 1987.

Ribeiro, F. de M. *Contribuição ao conhecimento tectônico-estrutural da região de Caldas Novas (GO) através de técnicas de sensoriamento remoto: uma abordagem ao controle estrutural das ocorrências termais*. INPE, São José dos Campos, 1994. (Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto)

Veneziani, P.; Anjos, C.E. *Prospecção de água termomineral na região de Termas Guarda (SC) com utilização de técnicas de sensoriamento remoto*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7., Curitiba, 1993. Anais. São José dos Campos: INPE, 1993 v. 1, p.152-158.

<b>SER-309-3</b>	<b>Sistemas e Sensores Avançados para Observação da Terra e de seus Ambiente</b>
------------------	--

*Optativa*

*Pré-requisitos: SER-216-3.*

Sensoriamento Remoto da superfície terrestre x os vários domínios espectrais. Evolução dos sistemas de sensoriamento remoto. Desafios atuais e futuros do sensoriamento remoto. Missões, Sistemas e Sensores atuais e futuros. Tendências. ADEOS. ALOS. EOS. IRS. CBERS. JERS. RADARSAT. RESURS. AAHIS. LIDAR.. AIS. AVIRIS. CASI. HYDICE. Microbolometria. Videografia digital.

**Bibliografia:**

Kramer, H.J. Observation of the Earth and its Environment. Survey of Missions and Sensors. Berlin. Springer. 3rd. Edition. 1996. 960 pp.

Wilkie, D.S.; Finn, J.T. Remote Sensing Imagery for Natural Resources Monitoring. Columbia University Press. 1996. 295 pp.

Wright, R. Airborne videography: principles and practice. Photogrammetric Record, 14(81):447-457. 1993.

## EMENTAS DAS DISCIPLINAS DO

### 3º PERÍODO LETIVO E SEQUENTES

#### Obrigatória (para o Mestrado)

SER-437-3	<b>Processamento Digital de Imagens de Sensores Remotos</b>
-----------	---

*Obrigatória (para o Mestrado)*

*Pré-requisito: SER-214-3*

Introdução: problemas, aplicações, fases de processamento. Sistemas de imageamento: conceitos de IFOV, EIFOV, pixel, resolução espacial, temporal e radiométrica; imagens multiespectrais e multi-temporais; Função de Espalhamento Espacial (PSF) e Função de Transferência de Modulação (MTF); amostragem e quantização. Fundamentos Matemáticos: convolução, Transformada de Fourier; parâmetros estatísticos de uma imagem multiespectral. Noções de cores: brilho, contraste, cor, Sistema RGB, equipamento de visualização, tabela de cores. Correções radiométricas e geométricas. Registro de imagens: transformações geométricas, métodos de interpolação. Transformações multiespectrais: Componentes Principais, operações aritméticas. Realce de Cores: IHS, pseudocor, falsa cor, decorrelação. Segmentação: detecção de bordas e crescimento de regiões. Classificação: máxima verossimilhança, distância euclidiana, Bhattacharyya, Isodata, k-Médias, Isoseg (classificação por regiões). Seleção de atributos. Modelos Lineares de Mistura.

#### **Bibliografia**

- Banon, G.J.F.; Barrera, J. *Bases de morfologia matemática para a análise de imagens binárias*. Recife: IX Escola de Computação, Julho de 1994.
- Batschelet, E. *Introduction to Mathematics for Life Scientists*. 3<sup>rd</sup> Edition. Springer-Verlag. 1979.
- Faddeeva, V.N. *Computational methods of Linear Algebra*. Dover, N.Y. 1959.
- Feller, W. *An Introduction to probability theory and its application*. 2<sup>nd</sup> Edition. John Wiley. N.Y.. 1966 (Vol. 1 e 2).
- Jensen, J.R. *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1986.
- Lillesand, T.M.; Kiefer, R.W. *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons. 1994.
- Mascarenhas, N.D.A.; Velasco, F.R.D. *Processamento Digital de Imagens*. 2a. ed. EBAI. IV Escola de Computação. 1989.
- Matter, P.M. *Computer Processing of Remotely-Sensed Images: An Introduction*. New York, NY, John Wiley & Sons, 1999..
- Moik, J.G. *Digital Processing of Remotely Sensed Images*. NASA. Washington. 1980.
- Muller, J.P. *Digital Image Processing in Remote Sensing*. Taylor & Francis. 1988.
- Niblack, W. *An introduction to Digital Image Processing*. Prentice Hall. 1986.

Richards, J.A. *Remote Sensing Digital Image Analysis. An Introduction*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1993.

Schowengerdt, R.A. *Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing*. Academic Press. N.Y. 1983.

Schowengerdt, R.A. *Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing*. Academic Press. N.Y. 1997.

Wonnacott, T.H.; Wonnacott, R.J. (português). *Introductory Statistics*. John Wiley. 1977.

### Optativas

<b>SER-223-0</b>	<b>Seminários em Sensoriamento Remoto III</b>
------------------	---

*Optativa*

Esta disciplina, ministrada sob a forma de seminários, visa trazer à discussão assuntos relevantes na área de sensoriamento remoto. Terá o enfoque de apresentação/debates, de onde possíveis temas de dissertações/teses poderão emergir. Será coordenada por um ou mais docentes.

<b>SER-302-2</b>	<b>Radar e a Integração Digital com Dados Auxiliares Aplicada à Geologia</b>
------------------	--

*Optativa (Disciplina oferecida nos anos pares)*

*Pré-requisitos: não há*

Conceituação (ondas eletromagnéticas e o espectro das microondas). Histórico do uso de radar em Geologia. A interação energia/matéria (microondas/superfície). A Equação de Radar. Sistemas RAR e SAR. Os parâmetros dos sistemas de radar (comprimento de onda, polarização, ângulos de incidência e azimutal. Geometria de visada de radar (foreshortening, layover, "shade" e "shadow"). Os parâmetros dos alvos (rugosidade superficial, propriedades elétricas, forma do objeto). Sistemas sensores orbitais (ERS-1, ERS-2, JERS-1, SIR-C, RADARSAT-1). A análise digital de imagens SAR. Características de imagem digital SAR (resolução espacial e o espaçamento do pixel). A correção radiométrica (Padrão de Antena, Ruído Speckle). A correção geométrica (Slant/Ground range, a Orto-retificação). Técnicas de realce imagens SAR (Ampliação de contraste linear e não-linear). Técnicas de realce de bordas. Noções de classificadores por textura. A integração digital SAR com dados auxiliares na Geologia: filosofia, contexto e estado da arte. A abordagem metodológica da integração SAR com dados Ópticos (TM-Landsat). A abordagem metodológica da integração SAR com dados geofísicos (gama e mag). A abordagem metodológica SAR com dados geológicos (litologia e estruturas). Trabalhos práticos.

### Bibliografia

Browden, L. W.; Pruit, E.L. 1975: *Manual of Remote Sensing: Interpretation and Applications*. Falls Church, V.A. American Society of Photogrammetry.

Drury, S. A. 1987 *Image Interpretation in Geology*, Allen & Unwin Publishers Ltd., Londres, p. 243.

Elachi, C. *Spaceborne radar remote sensing applications and techniques*. New York: IEEE Press, 1988. 255 p.

- Harris, J.; Bowie, C.; Rencz, A. Graham, D. *Computer-enhancement technique for the integration of remotely sensed, geophysical and thematic data for geosciences. Canadian Journal of Remote Sensing*, v. 20, n. 3, p. 210-221, 1994.
- JPL.1979 *Radar Geology: An Assessment*. Snowmass, Co, JPL, Radar Geology Workshop (JPL Publication 80-61).
- Lewis, A.J.; Henderson, F.M. 1998 *Radar Fundamentals: The Geoscience Perspective*. In: *Principles and Applications of Imaging Radar*. In: Manual of Remote Sensing. Vol. 2, Chap. 2. Third Edition. Pp. 131-181.
- Paradella, W.R.; Veneziani, P.; Santos, A.R.; Morais, M.C. 2000. *Radar aplicado ao mapeamento geológico e prospecção mineral: Fundamentação*. Vol. 1. Curso da ADIMB. INPE. São José dos Campos (SP). 153 pp.
- PCI Inc. 1993 *Using PCI Software*. Richmond Hill, ON, p. 279 (PCI Committed to Remote Sensing, Version 6.0, Easi-Pace).
- Raney, R.K. 1998. *Radar Fundamentals: Technical Perspective*. In: Principles And Applications of Imaging Radar. Manual of Remote Sensing. Vol. 2, Chap. 1. Third Edition. Pp 9-130.
- Santos, A.R.; Veneziani, P.; Paradella, W.R.; Morais, M.C. 2000. *Radar Aplicado ao Mapeamento Geológico e Prospecção Mineral: Aplicações*. Vol. 2. Curso da ADIMB. INPE. São José dos Campos (SP). 103 pp.
- Werle, D. 1992. *Radar Remote Sensing: A Training Manual*. Dendron Resources Survey.

<b>SER-316-3</b>	<b>Banco de Dados Geográficos</b>
------------------	-----------------------------------

*Optativa*

*Pré-requisitos: não há*

Modelagem de Dados: Modelo entidade e relacionamento, modelo relacional e modelo orientado a objetos. Modelagem de dados Geográficos e Ambientais. Álgebra relacional, linguagem de consulta (SQL) e suas extensões espaciais. Indexação espacial. Bibliotecas digitais. Arquiteturas de Sistemas de Banco de Dados Geográficos. Operadores de consulta espacial. Interoperabilidade. Geoprocessamento e Internet. Modelagem Temporal.

### **Bibliografia**

- Câmara, G.- *Modelos, linguagens e Arquitetura para Banco de Dados Geográficos*, INPE, 1995.
- Date, C.J. *An Introduction to Data Base Systems*. Addison-Wesley, USA, 1985.
- Kurth e Siberschatz - *Data Base Systems*.
- R. Cattell - *The ODMG-93 Standard*. Morgan Kaufman, San Francisco, 1993.
- Stonebraker, M - *Managing Persistent Objects in a Multi-level Storage*. ACM. Feb. 1991 0-89791-425.
- Worboys, MF, Hearnshaw H.M, Maguirre D.J.. Object-Oriented data modelling for spatial data base - *IJGIS*, 1990.

<b>SER-305-3</b>	<b>Processamento de Imagens Radar</b>
------------------	---------------------------------------

*Pré- Optativa*

*requisitos: não há*

Introdução aos sistemas radar imageadores. Fundamentação teórica. A equação radar, parâmetros de sistemas radar (comprimento de onda, polarização, resolução, geometria de radar), parâmetros de alvos. Princípios de SAR: resolução, alcance dinâmico (dynamic range), speckle, processamento de sinal SAR, calibração. Processamento digital de dados SAR e técnicas de análise de imagens: processamento multi-visadas, correção radiométrica de dados SAR digitais. Realce de dados SAR digitais: redução do speckle", realce de bordas, aumento de contraste. Calibração. Introdução à polarimetria. Modelagem estatística de radar. Segmentação de imagens de radar. Interferometria por radar e modelos digitais de elevação. Aplicações de SAR em Geologia. Aplicações de SAR em Oceanografia. Aplicações de SAR em Hidrologia. Aplicações de SAR em Agronomia. Aplicações de SAR em Florestas. Técnicas de interpretação visual de imagens SAR.

### **Bibliografia**

Elachi, C. *Spaceborne radar remote sensing: application and techniques*. IEEE Press 1988.

Kingsley, S.; Quegan, S. *Understanding radar systems*. McGraw Hill, 1992.

Trevett, J.W *Imaging radar for resources surveys*. London: Chapman and Hall, 1986. 313p.

Ulaby, F.T., Moore, R.K & Fung, A.K. *Microwave Remote Sensing: Active and Passive*. Dedham, MA: Artech House, 1986. v.3.

Ulaby, F.T.; Moore, R.K.; Fung A.K. *Microwave remote sensing*. Vols. 1,2,3. Addison Wesley, 1992.

Werle, D. *Radar Remote Sensing: a training manual*. Ottawa: Dendron, 1988.

<b>SER-313-3</b>	<b>Hidrologia de Florestas</b>
------------------	--------------------------------

*Optativa*

*Pré-requisitos: não há*

Introdução; ciclos de água e de energia; morfologia de uma bacia de drenagem; umidade atmosférica e precipitação; água subsuperficial; evaporação e evapotranspiração; água superficial, hidrografia e escoamento superficial; erosão e sedimentação; florestas e inundações; florestas e qualidade da água.

### **Bibliografia**

Hewlett, John D. *Principles of Forest Hydrology*. Athens: University of Georgia Press, Georgia, 1982. 183 p.

Sellers, W.D. *Physical climatology*. Chicago: The University of Chicago Press, 1974. 272p.

Vianello, R.L.; Alves, A.R. *Meteorologia básica e aplicações*. Viçosa MG: Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, 1991. 449 p.

Wallace, J.M.; Hobbs, P.V. *Atmospheric Science: an introductory survey*. New York: Academic Press, 1977. 467 p.

<b>SER-404-3</b>	<b>Mecanismos de interação de radar com ambientes terrestres</b>
------------------	--

*Optativa (Disciplina oferecida nos anos ímpares)*

*Pré-requisitos: SER-318-2; SER-308-3*

Elementos de eletromagnetismo: ondas planas; refletividade; propriedades dielétricas de materiais; interação de onda eletromagnética com superfícies lisas, sólidos geométricos e meio difusos. Modelagem de retroespalhamento de solos: modelos de espalhamento de superfícies; técnicas de inversão; condições de validade. Modelagem de retroespalhamento de cobertura vegetal: propriedades dielétricas de órgãos vegetais; modelagem da estrutura da vegetação; mecanismos de interação de microondas com cobertura vegetal: interação simples, múltipla, tronco-solo, copa-solo; simulação de retroespalhamento com os modelos "Santa Barbara Canopy Scattering Backscattering Model" e "Michigan Microwave Canopy Scattering Model"; Propostas para inversão de modelos de retroespalhamento de cobertura vegetal; efeito da topografia no retroespalhamento da cobertura vegetal.

### **Bibliografia**

Sun, G. Simonett, D.S.; Strahler, A.H. A radar backscattering model for discontinuous coniferous forest. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. v. 29, n. 4, p. 639-650, 1991.

Ulaby, F.T. More, R.K; Fung, A.K. 1982. *Microwave Remote Sensing: active and passive* - Volume I, II e III, Addison-Wesley Publ. Co, Reading, MS., E.U. Ulaby, F.T.; Senabemdi, K.; McDonald, K. Whitt, M.; Dobson, M.C. Michigan microwave canopy scattering model. *International Journal of Remote Sensing* n.7, p. 1223-1253, 1990.

Wang, Y. Day, J.; Sun G. Santa Barbara microwave backscattering model for woodlands. *International Journal of Remote Sensing*. Vol. 14, n. 8, p. 1477-1493, 1993.

<b>SER-405-2</b>	<b>Sensoriamento Remoto em Geomorfologia e Meio Ambiente</b>
------------------	--

*Optativa*

*Pré-requisitos: não há*

Introdução. Morfologia: morfografia (formas de relevo) e morfometria (parâmetros morfométricos). Morfogênese. Morfodinâmica. Morfocronologia. Cartografia geomorfológica. Cartografia geomorfológica no Brasil. Cartografia ambiental ou de unidades de paisagem (Zoneamento ecológico). Estudos de impacto ambiental. Sensoriamento remoto aplicado a estudos geomorfológicos e integrados: seleção de dados (data, bandas, escala e formato), análise e interpretação de dados. Processamento digital de imagens aplicado a estudos geomorfológicos e integrados. Geoprocessamento aplicado a estudos geomorfológicos e integrados.

### **Bibliografia**

Florenzano, T. G. *Avaliação de dados do MSS-LANDSAT-4 para o mapeamento geomorfológico no semi-árido como suporte ao planejamento regional: uma abordagem integrada (área-teste região de Juazeiro-BA)*. São José dos Campos:

(INPE-3984-TDL/236). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1986.

Meijerink, A.M.J. Data acquisition and data capture through terrain mapping units. *ITC Journal*, n. 1, p. 23-44, 1988.

Pinto, S.A.F. *Sensoriamento remoto e integração de dados aplicados no estudo da erosão dos solos: contribuição metodológica*. São José dos Campos. (INPE-5311-TAE/09). Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1991.

Short, N.M.; Blair, R.W.Jr. ed. *Geomorphology from space: A Global Overview of Regional Landforms*. Washington, DC: NASA, 1986. 717p. (NASA SP-486).

<b>SER-436-2</b>	<b>Avaliação de Mapas Temáticos</b>
------------------	-------------------------------------

*Optativa (Disciplina oferecida nos anos pares)*

*Pré-requisitos: não há*

Introdução. Porquê acessar a exatidão? Delineamento Amostral: esquemas de classificação. Dados discretos e contínuos. Autocorrelação Espacial. Tamanho da Amostral. Quantas amostras? Distribuição Binomial e Multinomial. Como selecionar amostras. Coleta de Dados: fotografias aéreas versus dados "in situ". Independência dos Dados. Controle de Qualidade. Técnicas Básicas de Análise: matriz de erro; representação matemática. Técnicas de Análise: Kappa, Tau, Limites de Confiança. Análise de Diferença na Matriz de Erro. Tópicos Avançados: detecção de mudança; modificando a matriz de erro. Exemplo aplicativo.

### **Bibliografia**

Chen, S.C. *Avaliação da exatidão de mapa temático e medição de área mapeada a partir de dados de satélite*. São José dos Campos, INPE, 1990. (INPE-5223 - NTE/296).

Congalton, R.G.; Oderwald, R.G. *Accuracy of Remotely Sensed Data: Sampling and Analysis Procedures*. Blacksburg, VA, Polytechnic Institute and State University, School of Forestry and Wildlife Resources, 1982. (Remote sensing research report, 82-1).

Congalton, R.G.; Green, K. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. Lewis Publishers. 1999. 131 p.

Dozier, J.; Strahler, A.H. *Ground Investigation in Support of Remote Sensing*. In: Manual of Remote Sensing, 2<sup>nd</sup> ed. Falls Church, VA, ASP, 1983. Cap.23, p. 959-986.

<b>SER-438-3</b>	<b>Tópicos Avançados em Processamento de Imagens</b>
------------------	--

*Optativa*

*Pré-requisitos: SER-437-3*

Tópicos avançados em registro, filtragem óptica e de radar, correção atmosférica, correção radiométrica, restauração, detecção de bordas. Extração de atributos, rugosidade, cor, seleção de atributos, índices de vegetação, fusão de imagens, razões generalizadas, radar (polarimetria, coeficiente de variação). Métodos determinísticos e ad-hoc, segmentação (bidimensional, multicanal, no espaço de cores, por árvore), "clustering". Métodos estatísticos: Classificação bayesiana pontual, euclidiana,

contexto, métodos híbridos Outros métodos: sintáticos, redes neurais, compreensão de cenas. Visualização científica. Síntese de imagens.

### **Bibliografia**

- Bassmann, H.; Besslich, P.W. *Ad oculos: digital image processing*. London: International Thomson, 1995. 431p.
- Devijver, P.A.; Kittler, J. *Pattern recognition: a statistical approach*. Prentice Hall, 1981.
- Fukunaga, K. *Statistical pattern recognition*. San Diego, CA: Academic, 1990. 591p.
- Devijver, P.A.; Kittler, J. *Pattern recognition: a statistical approach*. Prentice Hall, 1981.
- Gomes, J.; Velho, L. *Computação gráfica: imagem*. Rio de Janeiro: IMPA/SBM, 1994. 421p.
- Gonzalez, R.C.; Woods, R.C. *Digital image processing*. Reading, MA: Addison Wesley, 1992. 716p.
- Heidjen, F. *Image based measurement systems*. Chichester, VK: John Wiley, 1994. 338p.
- Gomes, J.; Velho, L. *Computação gráfica: imagem*. Rio de Janeiro (RJ): IMPA/SBM. 1994. 421p.
- Heidjen, F. *Image based measurement systems*. Chichester, VK: John Wiley. 1994. 338 p.
- Jahne, B. *Digital image processing*. Berlin: Springer Verlag, 1995. 383p.
- Jain, A. *Fundamentals of digital image processing*. Englewood Cleffs, NJ: Prentice Hall, 1989. 564p.
- McLachlan, G.J. *Discriminant analysis and statistical pattern recognition*. New York: Wiley Interscience, 1992. 526p.
- Mather, P.M. *Computer Processing of Remotely-Sensed Images: An Introduction*. John Wiley & Sons. 1999.
- Moik, J.G. *Digital Processing of Remotely Sensed Images*. NASA, Washington. 1980.
- Richards, J.A. *Remote Sensing Digital Image Analysis*. An Introduction. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1993.
- Schowengerdt, R.A. *Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing*. Academic Press, N.Y., 1997.

SER-455-3	<b>Tópicos Especiais em Florestas: Fitogeografia e Aplicações de Sensoriamento Remoto</b>
-----------	---

*Optativa*

*Pré-requisitos: não há*

Definição e conceituação. A vegetação da Terra. Fitogeografia do Brasil. Cartografia da Vegetação. Estudo dos domínios fitogeográficos: Floresta Amazônica, Floresta Atlântica, Cerrado, Caatinga, Floresta de Araucária, Formações litorâneas e Pantanal. Essências florestais exóticas. Impacto ambiental sobre a vegetação: contribuição do sensoriamento remoto na detecção de queimadas, desmatamentos, poluição, pragas e doenças.

### **Bibliografia**

- American Society of Photogrammetry. *Manual of Remote Sensing*. Falls Church, VA: 1975. Vol.2, p.869-2144.
- Eden, M.J.; Parry, J.T. (eds.) *Remote Sensing and tropical land management*. Great Britain: John Wiley & Sons. 1986. 365 p.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). *Atlas do meio ambiente do Brasil*. EMBRAPA-SPI: Terra Viva. Brasília (DF). 2º ed. 160 p.
- Joly, A. B. *Conheça a vegetação brasileira*. EDUSP: Polígono. São Paulo. 182 p.
- Nieuwenhuis, G.J.A. Vaughan, R.A. Molenaar, M. (eds.) *Operational remote sensing for sustainable development*. Rotterdam, Netherlands. A. A. Balkema. 1999. 497 p.
- Walter, H. *Vegetação e Zonas Climáticas: Tratado de Ecologia Global*. São Paulo: EPUSP, 1986. 325p.
- Atualizações: - *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing (PERS)*; - *International Journal on Remote Sensing (IJS)*; - *Remote Sensing of Environment (RSE)*; *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*; - Anais dos Simpósios Brasileiros de S. R.; - Anais dos Simpósios Latinoamericanos de S.R.; - Proceedings: International Symposium on Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS); IGARSS; ERIM;

<b>SER-319-3</b>	<b>Sensoriamento Remoto Hiperespectral</b>
------------------	--

*Optativa*

*Pré-requisitos: SER-210-3; SER-308-3*

Princípios de Espectroscopia de Imageamento e Espectroscopia de Reflectância. Imagens e Espectros. Sensores hiperespectrais. Fatores que Afetam a Aquisição de Dados. Efeitos atmosféricos e sua Correção. Técnicas de Processamento de Dados Hiperespectrais. Identificação de Alvos. Exemplos de Aplicações.

### **Bibliografia**

- Gao, B., Heidebrecht, K.B., e Goetz, A.F.H. (1993), Derivation of scaled surface reflectance from AVIRIS data. *Remote Sensing of Environment*, 44(2/3):165-178.
- Green, R.O., Eastwood, M.L., Sarture, C.M, e Chrien, T.G. (1998), Imaging Spectroscopy and the airborne visible/imaging spectrometer (AVIRIS). *Remote Sensing of Environment*, 65(3):227-248.
- Kruse, F.A., Lefkoff, A.B., Boardman, J.W., Heidebrecht, K.B., Shapiro, A.T., Barloon, P.J., e Goetz, A.F.H. (1993), The Spectral Image Processing System (SIPS) - Interactive visualization and analysis of imaging spectrometer data. *Remote Sensing of Environment*, 44(2/3):145-163.
- Rencz, A. N. (1999), *Remote sensing for the Earth sciences*. New York: John Wiley. 486 pp.
- Vane, G., e Goetz, A.F.H. (1993), Terrestrial imaging spectrometry: current status, future trends. *Remote sensing of Environment*, 44(2/3):117-126.

<b>SER-314-3</b>	<b>Transformações radiométricas de dados orbitais</b>
------------------	---

*Optativa*

*Pré-requisitos: SER-210-3; SER-308-3*

Concepção de um dado radiométrico orbital. Calibração relativa. Calibração absoluta através de um objeto de referência. Cálculo da radiância e da reflectância aparentes.

Correção atmosférica visando cálculo da reflectância de superfície através do método 6S. Retificação radiométrica de séries temporais.

### Bibliografia

- Biggar, S.F.; Slater, P.N.; Gellman, D.I. Uncertainties in the In-Flight Calibration of sensors with reference to measured ground sites in the 0.4-1.1  $\mu$ m range. *Remote Sensing of Environment* 48:245-252, 1994.
- Conesfroy, H; Briottet, X.; Leroy, M.; Lecomte, P.; Santer, R. In field Characterization of Saharian Sites Reflectance Properties for the calibration of satellite Sensors. Sixième Symposium International: Mesures Physiques et Signatures en Teledetection. Proceedings. 12-21 janvier 1994, Val d'Isère/France. p.47 - 56.
- Dinguirard, M.; Slater, P.N. Optical sensors calibration. *Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing*. Guyot&Philip. 1997
- Gu, X.F. Étalonnage et Intercomparaison des Données Satellitaires en Utilisant le Site Test de La Crau. Tese de Doutorado. Université Paris VII. 260p. 1991.
- Hall, F. G.; Strebel, D. E.; Nickeson, J. E; Goetz, S. J. Radiometric rectification: toward a common radiometric response among multitemporal, multisensor images. *Remote Sensing of Environment*, v. 35, n. 1, p. 11-27, 1991.
- Ponzoni, F.J.; Lamparelli, R.; Pellegrino, G. P; Junior Zullo, J. Evaluation of the Salar de Uyuni as radiometric calibration test site for satellite sensors. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*. Vol. XXXIII, Part B1. XIXth ISPRS Congress Amsterdam 2000. 16-23/06/2000. p. 231-238.
- Price, J.C. Radiometric Calibration of Satellite Sensors in the Visible and Near Infrared History and Outlook. *Remote Sensing of Environment*, 21:15-27, 1987.
- Siegel, S. *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. McGraw-Hill. 1956. Cap.8, 184-194p.
- Tanré, D.; Deroo, C.; Herman, M.; Morcrette, J.J.; Perbos, J.; Deschamps, P.Y. *Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum. User's Guide*, L.O.A., Lille. 246p. 1986
- Vermote, E.F., Tanre, D., Deuze, J.L., Herman, M., and Morcrette, J.J., (1997), Second simulation of the satellite signal in the solar spectrum, 6S: An overview., *IEEE Trans. Geosc. and Remote Sens.* 35(3):675-686.
- Zullo, Jr., J. *Correção Atmosférica de Imagens de Satélite e Aplicações*. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia Elétrica/Unicamp. Campinas/SP. 1994. 190p.
- Wu, D.; Yin, Y.; Wang, Z.; Gu, X.; Verbrugghe, M.; Guyot, G. Radiometric characterisation of Dunhuang satellite calibration test site (China). *Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing*. Guyot&Philip. 1997
- Wu, D.; Zhu, Y.; Wang, Z.; Ge, B; Yin, Y. The Building of radiometric calibration test site for satellite in China. Sixième Symposium International: Mesures Physiques et Signatures en Teledetection. Proceedings. 12-21 janvier, 1994, Val d'Isère/France. p.167 - 171.

### Outros trabalhos e atividades do programa de Pós-Graduação:

Os trabalhos auxiliares ou finais de programa de Pós-Graduação são identificados na forma indicada a seguir:

<b>EST</b>	<b>Estudo Orientado em Sensoriamento Remoto*</b>
------------	--

até 3 créditos

<b>SER-730</b>	<b>Pesquisa de Mestrado em Sensoriamento Remoto **</b>
----------------	--

0 crédito

<b>SER-750</b>	<b>Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto</b>
----------------	--

12 créditos

<b>SER-780</b>	<b>Pesquisa de Doutorado em Sensoriamento Remoto**</b>
----------------	--

0 crédito

<b>SER-800</b>	<b>Tese de Doutorado em Sensoriamento Remoto</b>
----------------	--

24 créditos

\* →Recebe número seqüencial referente às matriculas nessa disciplina

\*\* →Atividade obrigatória em cada período letivo, para todo aluno em fase de pesquisa — definida pela oficialização de seu Orientador de Pesquisa, que avaliará o desempenho do aluno nesta atividade. Obrigatória, também, antes da oficialização citada, para o aluno que não esteja matriculado em alguma disciplina. Neste caso, a orientação e avaliação deverá ser feita por docente aprovado pelo Conselho do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto.