

# CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO (PGSER)

---

---

## Coordenador Acadêmico

Elisabete Caria Moraes, Doutora, INPE, 2002

## Conselho do Curso

Elisabete Caria Moraes - Presidente  
Flávio Jorge Ponzoni - Membro  
Evlyn Márcia Leão de Moraes Novo - Membro  
Cláudio Clemente Faria Barbosa – Membro  
Cesare di Girolamo Neto – Representante Discente

## Corpo Docente Permanente

Antônio Miguel V. Monteiro, Ph. D., Univ. Sussex, 1993  
Antonio Roberto Formaggio, Dr., USP, 1989  
Camilo Daleles Rennó, Doutor, INPE, 2003  
Cláudia Maria de Almeida, Doutora, INPE, 2003  
Cláudio Clemente Faria Barbosa, Doutor, INPE, 2005  
Dilce de Fátima Rossetti, Ph. D., Univ. Colorado, USA, 1996  
Diógenes Salas Alves, Doutor, Univ. de Paris, 1983  
Douglas Fco. Marcolino Gherardi, Ph.D., Royal Hol. Univ. London, 1996  
Elisabete Caria Moraes, Doutora, INPE, 2002  
Evlyn Márcia Leão de Moraes Novo, Doutora, USP, 1984  
Flávio Jorge Ponzoni, Doutor, UFPR, 1993  
Hermann Johan Heinrich Kux, Ph.D., Univ. Freiburg, 1976  
Ieda Del´Arco Sanches, Doutora, Massey Univ., Nova Zelândia, 2009  
João Antonio Lorenzetti, Ph.D., Univ. of Miami, USA, 1985  
João Roberto dos Santos, Doutor, UFPR, 1988  
José Luiz Stech, Doutor, USP, 1990  
Leila Maria Garcia Fonseca, Doutora, INPE, 1999  
Lênio Soares Galvão, Doutor, USP, 1994  
Luciano Ponzi Pezzi, P.D., Univ. of Southampton, 2003  
Luciano Vieira Dutra, Doutor, INPE, 1989  
Luiz Eduardo Oliveira e Cruz de Aragão, INPE, 2004  
Márcio de Morisson Valeriano, Doutor, UNESP, 1999  
Maria Isabel Sobral Escada, Doutora, INPE, 2003  
Maurício Alves Moreira, Doutor, ESALQ, 1997  
Milton Kampel, Doutor, USP, 2003  
Silvana Amaral Kampel, Doutora, USP, 2003  
Thales Sehn Körting, Doutor, INPE, 2012  
Waldir Renato Paradella, Doutor, USP, 1983  
Yosio Edemir Shimabukuro, Ph.D., Colorado State Univ., 1987

## Corpo Docente Colaborador

Fábio Furlan Gama, Doutor, INPE, 2007  
José Claudio Mura, Doutor, INPE, 2000  
Laura De Simone Borma, Doutora, COPPE/UFRJ, 1998  
Liana Oighenstein Anderson, Doutora, Univ. Oxford, Inglaterra, 2011  
Sidnei João Siqueira Sant´Anna, Doutor ITA, 2009

# CATÁLOGO DE DISCIPLINAS DA PGSER

## PRIMEIRO PERÍODO

### **DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS**

SER-333-3	Princípios Físicos de Sensoriamento Remoto
SER-216-3	Introdução aos Sensores Remotos

### **DISCIPLINAS OPTATIVAS**

SER-300-4	Introdução ao Geoprocessamento
SER-202-3	Estatística: Aplicação ao Sensoriamento Remoto
SER-730-0	Pesquisa de Mestrado em SER
SER-780-0	Pesquisa de Doutorado em SER

## SEGUNDO PERÍODO

### **DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS**

SER-413-4	Processamento Digital de Imagens de Sensores Remotos
SER-222-0	Seminários em Sensoriamento Remoto II

### **DISCIPLINAS OPTATIVAS**

SER-311-3	Sensoriamento Remoto do Clima
SER-403-3	Mudanças Globais: Princípios, Processos e Modelagem
SER-406-3	Sensoriamento Remoto Agrícola
SER-332-2	Radar Imageador: Princípios e Aplicações
SER-335-3	Comportamento Espectral de Alvos
<b>SER-415-3</b>	<b>Deteção e Análise de Padrões de Mudanças de Uso e Cobertura da Terra</b>
SER-456-3	Processos Hidrológicos
SER-457-3	População, Espaço e Meio Ambiente
SER-730-0	Pesquisa de Mestrado em SER
SER-780-0	Pesquisa de Doutorado em SER

## TERCEIRO PERÍODO

### **DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS**

SER-304- 3	Interpretação de Imagens
SER-223- 0	Seminário em Sensoriamento Remoto III

### **DISCIPLINAS OPTATIVAS**

SER-301-3	Análise Espacial
SER-314-3	Transformações Radiométricas de Dados Orbitais
SER-319-3	Sensoriamento Remoto Hiperespectral
SER-339-3	Métodos de Reconhecimento de Padrões e Aprendizagem Computacional para Sensoriamento Remoto
SER-340-3	Sensoriamento Remoto dos Oceanos
SER-324-3	Estudos do Meio Físico em Sistemas Agrícolas
SER-338-3	Modelagem Dinâmica Espacial
SER-410-3	Processamento de Imagens SAR
SER-411-3	Tópicos Avançados em Processamento de Imagens
SER-455-3	Tópicos Especiais em Florestas: Fitogeografia e Aplicações de Sensoriamento Remoto
SER-341-3	Sensoriamento Remoto e Técnicas de Análise de Dados Espectrais em Ecossistemas Aquáticos
SER-342-3	Modelagem Ambiental para Conservação da Biodiversidade
SER-730-0	Pesquisa de Mestrado em SER
SER-780-0	Pesquisa de Doutorado em SER

# EMENTA DAS DISCIPLINAS

## 1º PERÍODO LETIVO

### 1. SER-333-3 - Princípios Físicos de Sensoriamento Remoto

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina obrigatória:** para o Mestrado

**Pré-requisitos:** não há

**Responsável:** Dra. Elisabete Caria Moraes

**OBJETIVO:**

Fornecer ao aluno os conhecimentos básicos sobre a radiação eletromagnética, as atenuações da radiação e a interação da radiação solar com alvos da superfície terrestre. Além disso, mostrar ao aluno maneira de medir e avaliar parte da radiação que é refletida e emitida, através da radiometria. Finalmente, mostrar e discutir a radiação termal e as leis da radiação, o balanço da energia Terra-Atmosfera.

**PROGRAMA:**

**Fundamentos da Radiação para Aplicações Atmosféricas e Caracterização da Superfície Terrestre:** A natureza da energia radiante. Energia radiante. Espectro eletromagnético. Grandezas radiométricas. Fontes de radiação eletromagnética (REM). Interação da radiação eletromagnética com os objetos terrestres. **Radiometria:** Instrumentação. Fator de reflectância. Práticas radiométricas de laboratório e de Campo. **Radiação termal:** Leis da radiação termal. Introdução à transferência radiativa. Constituição da atmosfera. Atenuação atmosférica. Absorção e emissão seletiva dos gases atmosféricos. Equação de transferência radiativa. Lei de Beer-Bouguer-Lambert: Formulação da absorção dos fluxos radiativos. Equações de Schwarzschild e sua solução. Equação da transferência da radiação infravermelha: absorção e emissão. Equação de transferência radiativa em atmosfera plano paralela. Modelo de equilíbrio radiativo. **Balanço da radiação no sistema Terra-Atmosfera:** Radiação solar incidente no topo da atmosfera. Radiação solar incidente no topo da atmosfera. Constante Solar. Distribuição da irradiância solar na superfície terrestre. Emissão radiativa de planetas do sistema solar. Balanço do fluxo de energia radiativa global. **Prática de campo. Fundamentos do Sensoriamento Remoto Ativo.**

**BIBLIOGRAFIA:**

- Hartmann, Dennis L. Global physical climatology, Academic Press, 1994, 411p.  
Iqbal, M. An Introduction to Solar Radiation. Academic Press, 1983, 390p.  
Jensen, J.R. Remote sensing of the environment na earth resource perspective. Prentice-Hall, International (UK) Limited, 544.  
Liou, K.N. An Introduction to Atmospheric Radiation (second edition). Academic Press, 2002, 583p.  
Meneses, P.R.; Madeira Netto, J.S. Sensoriamento Remoto: Reflectância dos Alvos Naturais. Ed. Univ. de Brasília, 2001, 262p.  
Moraes, E.C. Princípios físicos ópticos de sensoriamento remoto. Notas de aula, para o Curso Internacional de Sensoriamento Remoto de 1998.  
Moreira, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. Editora Universidade Federal de Viçosa. 250 p  
Novo, E. M. L. M. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. Edgard Blücher Ltda., 1988. 307p.

- Rees, W. G. Physical Principles of Remote Sensing, Cambridge Univ. Press, 1990.
- Steffen, C. A.; Moraes, E.C.; Gama, F.F. Fundamentos de Radiometria e Comportamento Espectral. VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Bahia, 14-19 de Abril de 1996.
- Steffen, C. A.; Moraes, E.C. Introdução à radiometria. VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba, 10-14 de maio de 1993. Tutorial 2, Radiometria espectral, 12p.
- Slater, P.N. Remote sensing: optics and optical systems. Reading, MA, Addison-Wesley, 1980. 575p.

## **2. SER-216-3 - Introdução aos Sensores Remotos**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina obrigatória:** para o Mestrado

**Pré-requisitos:** não há

**Responsáveis:** Dr. Flávio Jorge Ponzoni  
Dr. Fábio Furlan Gama

### **PROGRAMA:**

Histórico do sensoriamento como sistema de aquisição de informações. Níveis de aquisição de dados: campo, laboratório, aeronave e orbital. Características dos sistemas orbitais de sensoriamento remoto. LANDSAT, SPOT, CBERS, Sistemas Radares, Satélites Ambientais, Sistemas de Alta Resolução, outros sistemas. Aplicações de sensoriamento remoto em recursos naturais no mundo e no Brasil. Sensores de microondas: equação radar, princípios de radar de abertura sintética (SAR).

### **BIBLIOGRAFIA:**

- Asrar, G. ed. Theory and applications of optical remote sensing. New York, NY, Wiley, 1990. 735p.
- Booth, W.C.; Colomb, G.G.; Williams, J.M. The craft of research. Chicago, Univ. of Chicago Press, 3rd edition, 2008. 317p.
- Colwell, R.N. ed. Manual of remote sensing. Falls Church, ASP, 2nd edition, 1983. v.1/2.
- Elachi, C. Introduction to the physics and techniques of remote sensing. New York, Wiley, 2nd edition, 2006. 584p.
- Henderson, F.M.; Lewis, A.J. Principles and applications of imaging radar. New York, Wiley, 1998. 860p.
- Jensen, J.R. Remote sensing of the environment. Pearson – Prentice Hall, 2nd edition, 2007, 592p.
- Lillesand, T.M.; Kiefer, R.M.; Chipman, J.W. Remote sensing and image interpretation. New York, Wiley, 6th edition, 2008. 770p.
- Novo, E.M.L.M. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. São Paulo, Edgard Blücher, 3ª edição, 2008. 358p.
- Ulaby, F.T., Moore, R.K.; Fung, A Microwave remote sensing: active and passive. Boston, MA: Artech House, 1981. v.1/3.
- Warner, T.A.; Nellis, M.D.; Foody, G.M. The SAGE handbook of remote sensing. Los Angeles, Sage, 2009. 520p.

### **3. SER-300-4 - Introdução ao Geoprocessamento**

**Carga Horária:** 60 horas-aulas

**Total de créditos:** 4 (Quatro)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Responsáveis:** Dr. Antonio Miguel Vieira Monteiro  
Dr. Claudio Clemente Faria Barbosa

**PROGRAMA:**

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.

### **SER-202-3 - Estatística: Aplicação ao Sensoriamento Remoto**

**Carga Horária:** 45 horas/aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Responsável:** Dr. Camilo Daleles Rennó

**PROGRAMA:**

Revisão sobre conceitos básicos de estatística: variáveis aleatórias, distribuições discretas e contínuas. Teorema do limite central. Inferência Estatística: conceitos; estimativas tendenciosas; exatidão e precisão, distribuições amostrais. Intervalo de confiança e Teste de hipóteses. Erros dos Tipos I e II. Análise de Variância. Análise de Regressão. Componentes Principais. Análise de agrupamento. Teoria de Amostragem. Técnicas de reamostragem. Avaliação de Classificação: matriz de confusão, exatidão total, índices de concordância e erro. Estatísticas não paramétricas. Simulação estocástica e intervalo de credibilidade.

**Bibliografia**

Chatfield, C.; Collins, A.J. Introduction to multivariate analysis. London: Chapman and Hall, 1986. 246p.

- Cochran, W. G. 3. ed. Sampling techniques. John Wiley & Sons, 1977.
- Degroot, M. H. 2. ed. Probability and statistics. Reading, Addison Wesley, 1986.
- 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. 2. ed. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1983.
- Montgomery, D.C.; Runger, G.C. Applied Statistics and Probability for Engineers. Wiley, New York, 1994.
- Neter J.; Kutner, M.H.; Nachtsheim, C.J.; Wasserman, W. Applied Linear Statistical Models. 4. ed. McGraw-Hill, 1996.
- Peternelli, L.A.; Mello, M.P. Conhecendo o R: uma Visão Estatística. Editora UFV, 2007. (Cadernos didáticos, 118)
- Siegel, S. Estatística não paramétrica: para as ciências do comportamento. Editora McGraw-Hill do Brasil, 1977.
- Wonnacott, T.H.; Wonnacott, R.J. Introdução à Estatística. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1980.

# EMENTA DAS DISCIPLINAS

## 2º PERÍODO LETIVO

### 1. SER-413-4 - Processamento Digital de Imagens de Sensores Remotos

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 4 (Quatro)

**Disciplina obrigatória:** para o Mestrado

**Responsável:** Dra. Leila Maria Garcia Fonseca  
Dr. Thales Sehn Korting

#### **PROGRAMA:**

**Introdução:** objetivo, aplicações em sensoriamento remoto, fases de processamento, sistemas de imageamento, conceitos de IFOV, EIFOV, pixel, resolução espacial, espectral, temporal e radiométrica, imagens multiespectrais e multi-temporais, Função de Espalhamento Espacial (PSF), Função de Transferência de Modulação (MTF), amostragem e quantização. **Fundamentos Matemáticos:** convolução, Transformada de Fourier, Transformada wavelet; parâmetros estatísticos de uma imagem multiespectral. **Correções radiométrica e geométrica:** correção atmosférica, calibração de detectores, redução de ruído, registro de imagens, transformações geométricas, métodos de interpolação. **Noções de cores:** brilho, contraste, cor, Sistema RGB, tabela de cores. **Realce de Cores:** IHS, pseudocor, falsa cor, decorrelação. **Transformações multiespectrais:** Componentes Principais, operações aritméticas, Modelos Lineares de Mistura. **Fusão de Imagens:** PC, IHS e WT. **Segmentação:** detecção de bordas, crescimento de regiões, métodos baseados em grafos, segmentação paralela e segmentação por classificação. **Classificação:** máxima verossimilhança, distância euclidiana, redes neurais, mapas autoorganizáveis, Bhattacharyya, Isodata, k-Médias, Isoseg (classificação por regiões), árvore de decisão. **Seleção de atributos. Análise orientada a objetos.**

#### **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. 3rd Edition. Springer-Verlag. 1979.
- Campbell, J.B. Introduction to remote sensing, 4th ed. Cracknell, A.P. Introduction to Remote Sensing, Second Edition Faddeeva, V.N. Computational methods of Linear Algebra. Dover, N.Y. 1959.
- Feller, W. An Introduction to probability theory and its application. 2nd 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.
- Kutner, M. et al., Applied Linear Statistical Models -, 5th edition Lillesand, T.M.; Kiefer, R.W. Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons. 6th ed.
- 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.
- Muller, J.P. Digital Image Processing in Remote Sensing. Taylor & Francis. 1988.
- Novo, E.M.L.M. Sensoriamento Remoto: Principios e Aplicações Richards, J.A. Remote Sensing Digital Image Analysis. An Introduction Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Richards, J.A. Remote Sensing Digital Image Analysis. An Introduction Springer-Verlag, 5th edition, 2013. Berlin Heidelberg.
- Schowengerdt, R.A. Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing. Academic Press. N.Y.
- Schowengerdt, R.A. Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing. Academic Press. N.Y.
- Witten, I., & Frank, E. Data Mining: Practical machine learning tools and techniques. Machine Learning. San Francisco, CA. 2nd edition, 2005.
- Wonnacott, T.H.; Wonnacott, R.J. (português). Introductory Statistics. John Wiley. 1977.

## **2. SER-221-0 - Seminários em Sensoriamento Remoto II**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 0 (Zero)

**Disciplina obrigatória:** para o Mestrado e Doutorado

**Responsáveis:** Dra. Elisabete Caria Moraes

Dr. Flávio Jorge Ponzoni

### **PROGRAMA**

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. Além disso, visa orientar o aluno na forma de apresentar um trabalho. O seminário será coordenado por um ou mais docentes.

## **3. SER-311-3 - Sensoriamento Remoto do Clima**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Responsável:** Dr. Milton Kampel

### **PROGRAMA:**

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. Sensoriamento remoto da radiação de ondas longas e precipitação. Séries temporais de produtos de satélites para estudos climáticos: índices de vegetação, queimadas, temperatura da superfície do mar, cor do oceano, precipitação, vento em superfície. Técnicas de análise de séries temporais para estudos sobre a variabilidade espacial e temporal e conexões com o clima. Aplicações do sensoriamento remoto e modelagem climática em saúde.

### **BIBLIOGRAFIA:**

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

- Hartman, D.L. Global physical climatology. San Diego: Academic Press, 1994. 408p.
- King, M.; Parkinson, C.L. Partington, K.C.; Williams, R.G. Our changing planet: the view from space. New York: Cambridge University Press, 2007, 390p.
- Qu, J.J.; Gao, W.; Kafatos, M.; Murphy, R.E.; Salomonson, V.V. Earth science satellite remote sensing: science and instruments. New York: Springer Berlin. 2006. 418p.
- Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Marquis, M.; Averyt, K.; Tignor, M.M.B.; Miller Jr., H.L.R.; Chen, Z. Climate change 2007: the physical science basis. New York: Cambridge University Press, 2007. 996 p.

#### **4. SER-403-3 - Mudanças Globais: Princípios, Processos e Modelagem**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Responsável:** Dr. Diógenes Salas Alves

**PROGRAMA:**

##### **I. Introdução**

Mudanças ambientais e mudanças climáticas globais.  
Sensoriamento Remoto no estudo de Mudanças Ambientais.  
A Terra como um Sistema. Interdisciplinaridade em estudos ambientais.  
Balanço radiativo. Gases de efeito estufa.  
Mudanças climáticas no passado.  
Detecção e atribuição das mudanças climáticas.

##### **II. Quadro institucional**

A Convenção Quadro sobre Mudanças Climáticas. Outras convenções internacionais no campo ambiental. Princípios utilizados nos acordos internacionais.  
Quadro institucional no Brasil.  
A instituição do *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. A instituição de organismos similares nacionais e internacionais.  
Impactos, vulnerabilidade, adaptação e mitigação.

##### **III. A Terra como um Sistema**

Teoria Geral de Sistemas e modelos climáticos, hidrológicos e biogeoquímicos.  
Evolução da geosfera e ciclo do carbono. Ciclo da água. Ciclos biogeoquímicos.  
Detecção e atribuição de mudanças climáticas – dimensões metodológicas.

##### **IV. Gases de efeito estufa (GEE)**

GEE de ocorrência natural (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>).  
GEE regulados pelo Protocolo Montreal (CFCs, HFCs).  
Alterações de concentração e emissões. Os artigos 2 e 3 da Convenção do Clima.

##### **V. Dinâmica de uso da terra**

Definições: cobertura e uso da terra. Considerações teóricas: Malthus, Boserup e outros.  
Uso da terra e emissões de GEE. Desflorestamento em regiões temperadas e tropicais.

Uso da terra e ciclos biogeoquímicos.

A questão da terra e a questão ambiental no Brasil. Quadro institucional.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

Relatórios dos WG1, WG2 e WG3 do IPCC, disponíveis em <http://www.ipcc.ch>, em particular:

IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Bindoff, N.L., P.A. Stott, K.M. AchutaRao, M.R. Allen, N. Gillett, D. Gutzler, K. Hansingo, G. Hegerl, Y. Hu, S. Jain, I.I. Mokhov, J. Overland, J. Perlwitz, R. Sebbari and X. Zhang, 2013: 10. Detection and Attribution of Climate Change: from Global to Regional. In: **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2014: Summary for policymakers. In: **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.

IPCC, 2014: Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

J. ABER & J. MELILLO, 2001. **Terrestrial Ecosystems** (2nd. ed) ISBN: 978-0120417551

ALVES, D.S., 2002. Space time dynamics of deforestation in Brazilian Amazonia. **International Journal of Remote Sensing**, 23, 2903-2908

ALVES, D.S., ESCADA, M.I.S. et al., 2003 Land use intensification and abandonment in Rondônia, Brazilian Amazônia. **International Journal of Remote Sensing**, 24, 899-903

ALVES, D.S. MORTON, D. et al., 2009. The Changing Rates and Patterns of Deforestation and Land Use in Brazilian Amazonia. In: **Amazonia and Global**

**Change** [M. Keller, M. Bustamante, J. Gash, and P. Silva Dias (eds)] American Geophysical Union: Washington, D.C., pp.11-23, DOI: 10.1029/GM186

ALVES, D.S., 2014. Pesquisa Interdisciplinar em Estudos Ambientais. In: **Ambiente e Sociedade na Amazônia: Uma abordagem interdisciplinar** [Ima Célia Guimarães Vieira, Peter Mann de Toledo, Roberto Araújo Oliveira Santos Junior (eds.)] Garamond: Rio de Janeiro, pp.53-77

BERTHA BECKER; DIOGENES ALVES; WANDERLEY DA COSTA. (Org.), 2007. **Dimensões Humanas da Biosfera-Atmosfera na Amazônia**. São Paulo: EDUSP, 2007

FERREIRA, M.P., ALVES, D.S., SHIMABUKURO, Y.E., 2015. Forest dynamics and land-use transitions in the Brazilian Atlantic Forest: the case of sugarcane expansion. **Regional Environmental Change**, DOI: 10.1007/s10113-014-0652-6

GEIST, H. & LAMBIN, E. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. **Bioscience**; 52, 143-150

HARDIN. H., 1968. The Tragedy of the Commons. **Science**, 162, 1243-1248

MALHI, Y., ARAGÃO, L.E.O.C, et al., 2009. Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change-induced dieback of the Amazon rainforest. doi: 10.1073/pnas.0804619106

MCGUFFIE, K. & HENDERSON-SELLERS, A., 2001. Forty Years of Numerical Modeling. **Int. J. Climatol.** 21: 1067–1109

MORAN, E.F. & OSTROM E. (orgs), 2009. **Ecosistemas Florestais: Interação homem-ambiente**. Trad. D.S. Alves & M. Batistella. SENAC/EDUSP: São Paulo.

MORTIMORE, M., 1993. Population Growth and land degradation. *GeoJournal* 31.1 15-21

WILLIAM H. SCHLESINGER & EMILY S. BERNHARDT, 2014. **Biogeochemistry : An Analysis of Global Change** (3<sup>rd</sup>. ed) ISBN: 978-0-12-385874-0

## 5. SER-406-3 - Sensoriamento Remoto Agrícola

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Responsável:** Dra. Ieda Del'Arco Sanches

**PROGRAMA:**

**Parte Teórica:** Comportamento espectral de alvos agrícolas (vegetação, palhada e solo). Interpretação de imagens orbitais para agricultura. Dinâmica temporal dos alvos agrícolas. Características de níveis de coleta de dados: laboratório, campo, aéreo e orbital. Sensoriamento remoto hiperespectral aplicado à agricultura. Índices espectrais de vegetação (dados multiespectrais e hiperespectrais). Estatísticas agrícolas e previsões de safras. Agricultura de Precisão. Monitoramento de culturas agrícolas. Monitoramento da intensificação agrícola (e.g. safrinha). Perspectivas futuras da agricultura brasileira e mundial.

**Parte Prática:** Visita a campo (1 dia) em região agrícola para a prática de preparação de trabalho de campo e de interpretação de imagens orbitais para a agricultura.

**BIBLIOGRAFIA:**

- 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.
- Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A. et al. Solutions for cultivated planet. Nature, 478, p. 337-342, 2011.
- Jensen, J.R. Remote Sensing of the Environment: an earth resource perspective. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2000, 544p. (Prentice Hall Series in Geographic Information Science).
- Rencz, A.N. Remote Sensing for the Earth Sciences. New York, ASPRS and John Wiley. 1999. 720 p. (Manual of Remote Sensing, 3rd edition).
- Thenkabail, P.S., Lyon, J.G., Huete, A. ed. Hyperspectral remote sensing of vegetation. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York. 688p.

## **6. SER-332-2 - Radar Imageador: Princípios e Aplicações**

**Carga Horária:** 30 horas-aulas

**Total de créditos:** 2 (Dois)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Responsável:** Dr. Waldir Renato Paradella

### **PROGRAMA:**

Histórico do uso de radar. O Radar imageador, vantagens e desvantagens. Ondas eletromagnéticas, onda senoidal, conceitos de fase, de polarização, de comprimento de onda. O espectro eletromagnético e das microondas. Radar de Abertura Real (RAR) e Sintética (SAR). A Equação de radar para um pulso. Geometria de imageamento. Grandezas angulares (depressão, visada, incidência, incidência local, azimute de visada). Range (alcance) e Azimute. Deslocamento topográfico (foreshortening, layover, sombra de radar). Resolução espacial. Célula de resolução. Amostragem digital. Resolução espacial em range e em azimute. Macro-topografia (forma e orientação dos alvos/antena). Rugosidade superficial e mecanismos de espalhamento superficial e volumétrico. Refletores de canto. Constante dielétrica. O ruído speckle. Representação de dados digitais SAR. Radares convencionais, polarizados e polarimétricos. Sistemas de SAR orbitais convencionais (ERS-1, ERS-2, JERS-1, RADARSAT-1) polarizados (ENVISAT ASAR) e polarimétricos (ALOS/PALSAR, RADARSAT-2). Polarimetria. Representação de assinaturas polarimétricas. Interferometria orbital. Os sistemas polarimétricos ALOS/PALSAR e RADARSAT-2. Impacto esperado nas aplicações (ALOS/PALSAR, TerraSAR-X, RADARSAT-2). Potencial em Aplicações de Cartografia, Geologia, Florestas, Agricultura., Hidrologia e Urbanismo.

### **BIBLIOGRAFIA:**

Lewis, A.J.; Henderson, F.M. 1998: Principles and Applications of Imaging Radar. Manual of Remote Sensing. Vol. 2, Third Edition.  
Werle, D. 1992. Radar Remote Sensing: A Training Manual. Dendron Resources Survey.

## **7. SER-339-3 - Métodos de Reconhecimento de Padrões e Aprendizagem Computacional para Sensoriamento Remoto**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Responsáveis:** Dr. Luciano Vieira Dutra

Dr. Sidnei João Siqueira Sant'Anna

### **PROGRAMA:**

Introdução; seqüência típica de um sistema de aprendizado computacional para aplicações em análise de imagens de sensoriamento remoto; tipos de classificadores: estatísticos, determinísticos, hierárquicos; classificação pontual e por regiões; máquinas de suporte vetorial; uso de contexto na classificação pontual; métodos de extração e seleção de atributos espaciais para dados hiper-espectrais, multi-resolução, alta resolução espacial, e imagens de radar polarimétricas; segmentação de imagens multi e hiper espectrais e imagens de radar; extração de atributos de forma; classificação de segmentos; aplicações em planejamento urbano e dinâmica de ocupação; sistemas de classificação de imagens segmentadas; extração automática de arruamentos e crescimento urbano; avaliação de resultados; índices de concordância.

### **BIBLIOGRAFIA:**

Bishop, C.M. Pattern Recognition and Machine Learning. 1st ed. Springer, 2006.  
Duda, R.O., Hart, P.E., Stork, D.G. Pattern Classification. 2nd Ed. John Wiley & Sons, New York, NY, 2001.  
Theodoridis, S., Koutroumbas, K. Pattern Recognition, 3rd ed., Academic Press, 2006.  
Fukunaga, K. Introduction to Statistical Pattern Recognition. 2nd Ed. Academic Press, Boston, 1990.  
Everitt, B.S., Landau, S., Leese, M. Cluster Analysis. 4th ed. Edward Arnold, Ltd., London, UK, 2001.  
Heijden, F. Image Based Measurement Systems. John Wiley & Sons, New York, NY, 1994.  
Kuncheva, L.I. Combining Pattern Classifiers: Methods and Algorithms. Willey, June, 2004.  
Mitchell, T. Machine Learning, McGraw Hill, 1997.  
Webb, A.R. Statistical Pattern Recognition, John Wiley & Sons; 2nd edition, Oct. 2002

## **8. SER-335-3 - Comportamento Espectral de Alvos**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** SER-333-3 Princípios Físicos de Sensoriamento Remoto

**Responsáveis:** Dr. Flávio Jorge Ponzoni

Dra. Evlyn Márcia Leão de Moraes Novo  
Dra. Elisabete Caria Moraes  
Dr. Lênio Soares Galvão  
Dr. Cláudio Clemente Faria Barbosa

**PROGRAMA:**

Interação da energia radiante com a matéria. Conceitos e métodos radiométricos. Reflectância espectral de folhas isoladas. Reflectância espectral de dosséis. Modelos de reflectância de dosséis. Reflectância espectral da água pura e de corpos d'água naturais. Comportamento espectral de minerais e rochas. Comportamento espectral de solos. Métodos de análise de dados espectrais. Seminários. Aulas práticas e experimentos de campo e laboratório.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Asrar, G. Theory and applications of optical remote sensing. New York, NY: John Wiley & Sons, 1990. 860p.
- Dekker, A. G., Detection of optical water quality parameters of eutrophic waters by high resolution remote sensing, PhD Thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam, The Netherlands, 1993.
- 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.
- Goodin, D. G., Han, L., Fraser, R. N., Rundquist, C., Stebbins, W. A. Schalles, J. F. Analysis of Suspended Solids in Water using Remotely Sensed High Resolution Derivative Spectra. Photogramm. Eng. Remote Sensing. Vol. 59, n. 4, pp. 505 – 510. Abr. 1993.
- Gordon H. R., A. Morel, Remote assessment of ocean color for interpretation of satellite visible imagery, a review. Lecture notes on coastal and estuarine studies. Springer-Verlag ed., 114, 1983
- 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.
- Kirk, J. T. O. Light & Photosynthesis in Aquatic Ecosystems, London, Cambridge University Press, 1983.
- Kumar, R. Radiation from plants - reflection and emission: a review. West Lafayette, IN: Purdue University, 1972. 88p. (Research project, 5543).
- Louchard, E. M.; Reid, R. P.; Stephens, C. F. Derivative analysis of absorption features in hyperspectral remote sensing data of carbonate sediments. Optical express 10:26, 1573, 2002.
- Mobley, C. D. Light and Water: Radiative Transfer in Natural Waters. San Diego. Academic Press. 1994.
- Morel, A.; Prieur, L. Analysis of variations in ocean colour. Limnology and Oceanography, 22, 709–722, 1977.
- 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.
- Rencz, A.N. Remote sensing for the Earth Sciences. New York: John Wiley, 1999. 707 p.
- Rundquist, D. C., Han, L., Schalles, J. F., Peake, J. S. Remote measurement of algal chlorophyll in surface waters: the case for the first derivative of reflectance near 690 nm. Photogramm. Eng. Remote Sensing. 62:2, pp. 192, 1996

- Sathyendranath, S.; Bukata, R.P. Arnone, R.; Colour of Case 2 waters: in Remote Sensing of Ocean Colour, Coastal, and Others Optically-Complex, Waters, Reports of the International Ocean-Colour Coordinating Group-Report Number 3, 2000.
- 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)
- Meneses, P.R.; Madeira Neto, J. da S. Sensoriamento Remoto: reflectância de alvos naturais. Brasília. Editora UnB/EMBRAPA. 262p., 2001.
- Van der Meer, F.D.; de Jong, S.M. Imaging Spectrometry: Basic Principles and Prospective Applications. London: Kluwer Academic Publishers, 2003. 403p.

## **9. SER - 415-3 Detecção e Análise de Padrões de Mudanças de Uso e Cobertura da Terra**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Responsáveis:** Dra. Maria Isabel Sobral Escada

### **Programa:**

A preocupação com as mudanças de uso e cobertura da terra emergiu nas agendas de pesquisa globais há algumas décadas, devido principalmente à sua influência sobre as mudanças climáticas em escalas locais e globais. As atividades humanas são as maiores responsáveis pelas mudanças de uso e cobertura da terra que resultam quase sempre em um mosaico de paisagens, com uma mistura de fragmentos naturais com antrópicos, os quais variam de tamanho, forma e arranjo. Compreender a influência humana sobre a paisagem, além das consequências diretas e indiretas dos padrões espaciais de uso e cobertura da terra sobre os processos ecológicos, é de fundamental importância para a gestão do território e para estudos de modelagem da dinâmica de uso e cobertura da terra. Dados multitemporais de sensoriamento remoto, aliados às técnicas de reconhecimento de padrões, conceitos e métricas de ecologia da paisagem e mineração de dados constituem um ferramental importante para o estudo de padrões de uso e cobertura da terra. O objetivo desta disciplina é capacitar alunos de Ciência do Sistema Terrestre para compreender e discutir conceitos e metodologias para estudo de padrões de mudança do **19** uso e cobertura da terra, não apenas como resultado dos processos de ocupação humana sobre a superfície terrestre, mas também como componente dos sistemas terrestres, que modificam e são modificados por componentes abióticos e bióticos.

### **Ementa**

1. Padrões e processos de mudanças de uso e cobertura da terra: Bases conceituais e teóricas.
2. Sistemas de classificação de uso e cobertura da terra.
3. Ecologia da Paisagem: Conceitos, abordagens e fatores que influenciam na estruturação da paisagem.

4. Uso de métricas de ecologia da paisagem para a detecção de padrões de mudanças de uso e cobertura da terra.
5. Dados para análise de padrões de mudanças de uso e cobertura da terra: monitoramento da cobertura florestal por satélites - PRODES, DETER e DEGRAD.
6. Uso de geotecnologias e sua importância para a detecção de padrões de mudanças de uso e cobertura da terra.
7. De padrões a Processos: Reconhecimento de Padrões e Mineração de Dados
8. Estratificação da paisagem para Modelagem computacional de Padrões e Processos em LUCC.

### **Bibliografia**

Escada, M. I. S.; Monteiro, A. M. V.; Aguiar, A. P. D.; Carneiro, T. G. S.; Câmara, G. Análise de padrões e processos de ocupação para a construção de modelos na Amazônia: Experimentos em Rondônia. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 2973-2984

Food and Agriculture Organization of the United Nations - **FAO Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts and User Manual**. Versão 2.0. Roma. Di Gregorio, A.; Jansen, L.J.M., 2004, 179 p.

Forman, R. T. T. **Land Mosaics - The ecology of landscapes and regions**. Cambridge: Cambridge University Press: 1997., 632 p.

Jensen, J. R. **Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective**. Pearson Prentice Hall. 3a ed.. 2005. 526 p.

Lambin, E. F., H. J. Geist, Et Al. Dynamics of land-use and land-cover change in Tropical Regions. **Annual Review of Environment and Resources**, v.28, p.205-241. 2003.

Metzger, J. P. O que é ecologia de paisagem? Campinas. **Biota Neotropica**, v.1, n1/2, dez. 2001. 9 p.

Mcgarigal, K. & Marks, B.J.. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. U.S. Forest Service General Technical Report PNW, 199,5351p.

Meyer W. E Turner, B. L (EDS). **Changes in land use and land cover: A global perspective**, Cambridge University Press. 1994.

Silva, M. P. S.; Câmara, G.; Escada, M. I. S.; Souza, R. C. M. Remotesensing image mining: detecting agents of land-use change in tropical forest areas. **International Journal of Remote Sensing**, v.29, n.16, p. 4803-4822, 2008. **20**

Turner, M. G. Gardner, R. H. **Quantitative Methods in Landscape Ecology**. Springer Verlag. 1990. 536 p.

Wood, C.; Porros, R. (eds). **Patterns and Process of Land Use Change and Forest Change in the Amazon**. University Wood, C.; Porros, R. (Eds of Florida Press, Gainesville. 2002.

## **10. SER-456-3 – Processos Hidrológicos**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Responsáveis:** Dr. Camilo Daleles Rennó

Dra. Laura de Simone Borma

### **PROGRAMA:**

O ciclo hidrológico: o modelo clássico, componentes do ciclo hidrológico e o ciclo hidrológico global. Fundamentos de física do solo: características físicas dos solos, relações entre a massa e o volume das componentes do solo,

propriedades da água em relação ao meio poroso, água no solo (conteúdo e potencial), fluxo de água no meio saturado, fluxo de água no meio não saturado e equação de Richards. Armazenamento e redistribuição de água no solo, fluxo em macroporos, limitações nas formulações clássicas. Hidrologia de vertentes: mecanismos de geração de escoamento, técnicas isotópicas. Evaporação e transpiração: conceitos básicos, métodos aerodinâmicos e combinados, parametrização das equações para diferentes usos da terra. Dados hidrometeorológicos básicos (precipitação, temperatura e umidade do ar, etc), principais provedores, conceitos básicos de hidrometria, estimativa de vazão, curva chave. Métodos estatísticos aplicados a hidrologia: preenchimento de falhas, análises de séries temporais. Introdução à Eco-hidrologia.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

- ASCE Task Committee on Hydrology Handbook of Management Group D. Hydrology Handbook. 2 ed. ASCE Press, 1996. (ASCE manuals and reports on engineering practice, 28)
- Beven, K. Rainfall-Runoff Modelling: The Primer. 2 ed. John Wiley & Sons, Chichester, 2001
- Brutsaert, W. Hydrology: An Introduction. Cambridge University Press, Cambridge, 2005.
- Dingman, S.L. Physical Hydrology. 2 ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, 2002.
- Hornberger, G.M., Raffensperger, J.P., Wiberg, P.L., Eshleman, K.N. Elements of physical hydrology. The John Hopkins University Press, Baltimore, 1998.
- Tucci, C.E.M. (org.) Hidrologia: Ciência e Aplicação. Editora Universitária UFRGS ABRH, Porto Alegre, 1993.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, L.W. Applied Hydrology. McGraw-Hill, New York, 1988.

## **11. SER-457-3 População, Espaço e Meio Ambiente**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Responsáveis:** Dra. Silvana Amaral Kampel

Dr. Antônio Miguel V. Monteiro

#### **RESUMO:**

Os impactos das atividades humanas sobre os sistemas terrestres contribuem com significantes modificações sobre os ciclos hidrológicos, ecológicos, geomorfológicos climáticos e biogeoquímicos. Uma maneira de se promover interações entre as ciências sociais e as ciências da terra bem-sucedidas, se dá ao trabalhar com dados e previsões socioeconômicas quantitativas e de alguma forma, representadas no espaço geográfico. Para relacionar as ciências sociais e as ciências naturais, ferramentas de geoinformática, dados de sensoriamento remoto e técnicas de análise espaciais têm contribuído com esforços para integrar estes dados provenientes das diferentes ciências e portanto, de naturezas diversas.

Padrões da paisagem ou informações ambientais que podem ser extraídas a partir de dados de sensoriamento remoto (SR) podem fornecer informações que auxiliem os estudos de elementos dinâmica populacional, como migração e formação de núcleos familiares, bem como estudos sobre a distribuição espacial da população. Estimativas de contagem populacional e projeções são

outras duas áreas com boas oportunidades para o uso integrado de SR e técnicas de geoinformática. Em estudos de densidade de população urbana, o sensoriamento remoto é uma ferramenta indispensável para inicialmente visualizar a extensão espacial das manchas urbanas e evoluções das mesmas. Diferentes modelos matemáticos têm sido propostos para calcular densidade de população urbana através de imagens de sensoriamento remoto de alta resolução. Alguns indicadores econômicos, tais como os que refletem qualidade de vida, índices de desenvolvimento e sustentabilidade, etc., também podem ser inferidos ou construídos a partir de dados de sensoriamento remoto integrados a dados censitários.

#### **OBJETIVO:**

Capacitar os alunos em teorias e tecnologias de geoinformação, sensoriamento remoto e análise espacial adequadas para a manipulação e tratamento de dados das ciências sociais representados no espaço geográfico.

#### **PROGRAMA:**

Dados socioeconômicos e demográficos: origem, indicadores e indexação espacial. Análise espacial aplicada a estudos de processos socioeconômicos e demográficos. Integração espacial: dados socioeconômicos, demográficos e dados de sensoriamento remoto. Efeito da Escala: escala de inventário e escala de integração. Agregação/desagregação de dados e estrutura de dados em sistema de informação geográfica. Métodos de integração: da pesquisa de campo a superfícies de probabilidade. Exemplos de aplicações para saúde, segurança, urbanismo, uso e ocupação do solo, demografia, outras. Variáveis socioeconômicas e demográficas para análise de cenários em estudos de mudanças globais.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

- Martin, D. (1996). *Geographic Information Systems and their Socioeconomic Applications*, London: Routledge.
- Martin, D. (2000) Towards the geographies of the 2001 UK Census of Population Transactions of the Institute of British Geographers 25, 321-332
- Rees, P., Martin, D. and Williamson, P. (2002) *The Census Data System*, Chichester, UK, Wiley, 389pp. Disponível em [<http://cdu.mimas.ac.uk/censusdatasystem/>]
- Flowerdew, R. and Martin, D. (eds.)(2005) *Methods in human geography: a guide for students doing a research project* Second Edition, Harlow: Pearson 366pp
- Martin, D. (2006) Last of the censuses? The future of small area population data Transactions of the Institute of British Geographers 31, 6-18
- Goodchild, M.F., Anselin, L.& Deichmann, U. (1993). A framework for the areal interpolation of socioeconomic data. *Environment and Planning A*, 25, 383-397.
- Harvey, J.F. (2002). Population estimation models based on individual TM pixels. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 68, 1181-1192.
- Jensen, J.R.Cowen, D.C. (1999). Remote Sensing of Urban/Suburban Infrastructure and Socio-Economic Attributes. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 65, 611-622.
- Liverman, D., Moran, E.F., Rindfuss, R.R. and Stern, P.C. (editors) 1998 *People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science*. National Academy Press, Washington, DC.
- Dennis, R. A.; Mayer, J.; Applegate, G.; Chokkalingam, U.; Colfer, C. J. P.; Kurniawan, I.; Lachowski, H.; Maus, P.; Permana, R. P.; Ruchiat, Y., et al. Fire, people and pixels: Linking social science and remote sensing to

understand underlying causes and impacts of fires in Indonesia. *Human Ecology*, v.33, n.4, Aug, p.465-504. 2005.

Torres, Haroldo & Costa, Heloisa (organizadores). (2000). *População e Meio Ambiente: Debates e Desafios*. São Paulo: Editora SENAC. ISBN: 85-7359-104-8. pp. 351.

REBEP- *Revista Brasileira de Estudos de População*, vol. 24, n. 2, jul./dez. 2007, número especial: *População, Espaço e Ambiente*. [acesso on-line em [http://www.abep.org.br/usuario/GerenciaNavegacao.php?caderno\\_id=590&nivel=1](http://www.abep.org.br/usuario/GerenciaNavegacao.php?caderno_id=590&nivel=1)]. ISSN 0102-3098 versão impressa.

**DINÂMICA DO CURSO:**

O curso será ministrado na forma de aulas presenciais teóricas com a apresentação de conceitos e discussão de artigos referentes a temas específicos. Também serão executados laboratórios para exercitar técnicas de integração de dados em pacotes de software para geoinformação. Será previsto um trabalho prático ao final do curso. As notas serão função de seminários e do trabalho prático.

# EMENTA DAS DISCIPLINAS

## 3º PERÍODO LETIVO

### 1. SER-304-3 - Interpretação de Imagens

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina obrigatória:** para o Mestrado

**Pré-requisitos:** não há. Porém é aconselhável ter conhecimentos do conteúdo das seguintes disciplinas: Princípios Físicos de Sensoriamento Remoto (SER 333); Introdução aos Sensores Remotos (SER 216); Introdução ao Geoprocessamento (SER 300).

**Responsável:** Dr. Maurício Alves Moreira

**OBJETIVO:**

Fornecer ao aluno do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto o embasamento necessário para interpretar imagens de satélites, extraíndo delas informações úteis que permitam solucionar problemas relacionados com a sua área de formação ou de atuação. O curso será ministrado por meio de aulas teóricas e atividades práticas, conforme apresentado a seguir.

**PROGRAMA:**

**Parte Teórica:** Importância do Sensoriamento Remoto nos dias atuais; Produtos gerados a partir de interpretação de dados de sensoriamento remoto para monitorar o meio ambiente (atmosfera, hidrosfera e terrestre); Revisão sobre a interação da radiação eletromagnética com a matéria (solo, vegetação e água); Como é formada uma imagem de satélite; Formação de imagem; Finalidade da interpretação; Resumo sobre o histórico de interpretação de imagens de satélites; Método Híbrido de interpretação: Visual e Digital; Elementos e chaves de interpretação de imagens; Interpretação de dados topográficos e variáveis derivadas; Interpretação de imagens de radar; Seleção de dados de sensoriamento remoto.

**Atividades Práticas:** Cada grupo de alunos (definidos pelos professores) terá formular uma proposta de trabalho de interpretação de imagens de satélites, sobre o tema de interesse ou de formação do grupo. A área de estudo e a metodologia deve ser definida pelo grupo. A proposta deve ser submetida aos professores para uma prévia avaliação da relevância e originalidade da pesquisa.

**BIBLIOGRAFIA:**

- AGUIAR, D. A.; RUDORFF, B. F. T.; ADAMI, M.; SHIMABUKURO, Y. E. Imagens de sensoriamento remoto no monitoramento da colheita da cana-de-açúcar. Engenharia Agrícola (Impresso), v. 29, n. 3, p. 440-451, 2009. doi: <10.1590/S0100-69162009000300011.
- ANDERSON, P. S, ed. Fundamentos para fotointerpretação. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Cartografia, 1982 (Fotointerpretação: teoria e métodos, v.1).
- BARROS, M. A ; MOREIRA, M. A. ; RUDORFF, B. F. T. . Processo analítico hierárquico na identificação de áreas favoráveis ao agroecossistema cafeeiro em escala municipal. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, p. 1769-1777, 2007.
- BLASCHKE, T.; KUX, H. Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: Novos Sistemas Sensores, Métodos Inovadores - 2a. Edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

- FERREIRA, N. J. (cor.) Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROS-N. São Paulo, Oficina de Textos, 2004.
- FLORENZANO, T. G. (Org.). Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais. São Paulo, Oficina de Textos, 2008.
- FONSECA, L. M. G., Restauração de imagens do satélite Landsat por meio de técnicas de projeto de filtros FIR. São José dos Campos. 148p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 1988.
- JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres. Tradução da 2a. edição. J. C. N. EIPHANIO (org.). São José dos Campos: Parêntese Editora. 672 p.
- LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W. Remote sensing and image interpretation, 6ª ed., New York, John Wiley & Sons, 2008.
- MANTOVANI, J.E. Comportamento espectral da água: faixas de maior sensibilidade do fitoplâncton na presença de matéria orgânica dissolvida e de matéria inorgânica particulada. São José dos Campos, SP: INPE. [s.d.]. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 98 p. 1993.
- Manual of remote sensing 3ª ed. New York: John Wiley, 1998 v.2 Principles & Applications of imaging radar.
- MELLO, M. P.; RUDORFF, B. F. T.; VIEIRA, C. A. O.; AGUIAR, D. A. Classificação automática da colheita da cana-de-açúcar utilizando Modelo Linear de Mistura Espectral. Revista Brasileira de Cartografia, v. 12, n. 2, p. 181-188, 2010.
- MOREIRA, M.A. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação , 4ª Ed, editora UFV.
- MOREIRA, M. A.; BARROS, M. A.; ROSA, V. G. C.; ADAMI, M. Tecnologia de informação: imagens de satélite para o mapeamento de áreas de café de Minas Gerais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 28, n. 241, p. 27-37, 2007.
- NOVO, E. M. L. de M. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. 3ª edição revista e ampliada. São Paulo, Edgard Blucher, 2008, p. 388.
- NOVO, E.M.L.M; PONZONI, F.J. Introdução ao Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2001, 68 p.
- RUDORFF, B. F. T.; SHIMABUKURO, Y. E.; CEBALLOS, J. C. (Orgs). O sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil. 1ed. São José dos Campos: Parêntese, 2007.
- RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; SUGAWARA, L. M.; ADAMI, M.; MOREIRA, M. A. Studies on the Rapid Expansion of Sugarcane for Ethanol Production in São Paulo State (Brazil) Using Landsat Data. Remote Sensing. 2010; 2(4):1057-1076. doi: <10.3390/rs2041057>.
- SOUZA, R. B. (org.) Oceanografia por Satélites. 2a. Edição. São Paulo, Oficina de Textos, 2009.
- SHIMABUKURO, Y. E.; Smith, J. A. The least-squares mixing models to generate fraction images derived from Remote Sensing multispectral data. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 29, n. 1, p. 16-20, 1991. Parte inferior do formulário.

## **2. SER-223-0 - Seminários em Sensoriamento Remoto III**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 0 (Zero)

**Disciplina obrigatória:** para quem não fez SER-222-0

**Responsáveis:** Dr. Flávio Jorge Ponzoni

Dr. Elisabete Caria Moraes

**PROGRAMA:**

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.

### **3. SER-301-3 - Análise Espacial**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** SER-300-4

**Responsável:** Dr. Antonio Miguel Vieira Monteiro

**Assistente:** Dr. Eduardo Celso Gerbi Camargo

**PROGRAMA:**

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 (online: <http://www.dpi.inpe.br/livro>)

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

### **4. SER-314-3 - Transformações Radiométricas de Dados Orbitais**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** SER-335-3 Comportamento Espectral de Alvos e SER- 333-3 Princípios Físicos de Sensoriamento Remoto.

**Responsável:** Dr. Flávio Jorge Ponzoni

**PROGRAMA:**

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  $\mu\text{m}$  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.
- Ponzone, 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.

## **5. SER-319-3 - Sensoriamento Remoto Hiperespectral**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Responsável:** Dr. Lênio Soares Galvão

Dra. Ieda Del'Arco Sanches

**PROGRAMA:**

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.

## **6. SER-340-3 - Sensoriamento Remoto dos Oceanos**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** SER- 333-3 - Princípios Físicos do SR

**Responsáveis:** Dr. Douglas Francisco Gherardi

Dr. João Antonio Lorenzzetti

Dr. Luciano Ponzi Pezzi

Dr. Milton Kampel

**PROGRAMA:**

1) Introdução à oceanografia. Forças e movimento nos oceanos. Processos oceânicos de grande escala e de mesoescala. 2) Interação da radiação eletromagnética com a água do mar. Cor do mar. 3) Estimativa da temperatura da superfície do mar por satélite, princípios e aplicações. 4) Aplicações de microondas ao monitoramento oceânico. Radar difusômetro, radar de abertura sintética e radar altimétrico. 5) Aplicações de sensoriamento remoto ao estudo de ecossistemas costeiros. Princípios de conservação da biodiversidade e de gerenciamento integrado da zona costeira. 6) Missões de campo como suporte ao sensoriamento remoto dos oceanos. 7) Atividades práticas.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Curlander, J.C.; Medonough, R.N. (1991) *Synthetic Aperture Radar: systems and signal processing*. New York, Wiley, 647 pp.
- Gonzales, R.C.; Woods, R.E. (1992) *Digital image processing*. Massachusetts: Addison-Wesley, 716 pp.
- Green, E.P.; Mumby, P.J.; Edwards, A.J.; Clark, C.D. (2000) *Remote sensing handbook for tropical coastal management* (Ed. A.J. Edwards). Coastal management sourcebooks 3, UNESCO, Paris, 316 pp.
- Ikeda, M.; Dobson, F.W. (1995) *Oceanographic applications of remote sensing*. CRC Press, Boca Raton, 480 pp.
- Kirk, J.T.O. (1994) *Light and photosynthesis in aquatic systems*. Cambridge University Press, Cambridge, 509 pp.

- Henderson, F.M.; Lewis, A.J. (1998) Principles & Applications of Imaging Radar: Manual of Remote Sensing. New York, John Wiley, 860 pp.
- Morel, A. et al. (1998) Minimum requirements for an operational ocean-colour sensor for the open ocean. IOCCG Report, 1, 46 pp.
- Morel, A. et al. (1999) Status and plans for satellite ocean-colour missions: considerations for complementary missions. IOCCG Report, 2, 46 p.
- Robinson, I.S. (1985) Satellite oceanography. New York, John Wiley, 445 p.
- Robinson, I.S. (2004) Measuring the oceans from space, the principles and methods of satellite oceanography, Springer-Praxis Books in Geophysical Sciences, Chichester, 669 pp.
- Souza, R. B. (2005) Oceanografia por Satélite. São Paulo, Oficina de textos, 336 pp.
- Ulaby, F.T.; Moore, R.K.; Fung, A. 1981. Microwave remote sensing: active and passive. Boston, MA. Artech House, V. 1/3, 456 pp.

## **7. SER-324-3 - Estudos do Meio Físico em Sistemas Agrícolas**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisito:** não há

**Responsável:** Dr. Márcio de Morisson Valeriano

### **OBJETIVO:**

Apresentar os fundamentos e as metodologias para a integração de dados de fontes diversas (clima, relevo, solos e cobertura), aplicados a estudos de sistemas agrícolas por geoprocessamento.

### **PROGRAMA:**

1) Contexto: condicionantes naturais e humanos da ocupação agrícola; impactos agrícolas sobre o meio físico; metodologias de planejamento territorial agrícola; unidades e escalas de estudo; microbacias; modelagem de processos agroambientais. 2) Fundamentos: demandas e recursos de geoprocessamento para modelagem do meio físico; modelos lógicos e modelos analíticos; transformações de dados básicos em planos de informação; inserções do sensoriamento remoto. 3) Relevo: efeitos; formas e escalas de estudo; fontes de dados topográficos; pré-processamento; obtenção de variáveis topográficas; demandas de pesquisa. 4) Solos: fontes de dados; metodologias de preparo; aplicações de sensoriamento remoto ao levantamento de tipos e variáveis de solo; demandas de pesquisa. 5) Cobertura/uso do solo: variáveis de interesse; métodos e alternativas; demandas de pesquisa. 6) Clima: demanda e especificação de dados; pré-processamento; uso de dados do relevo; obtenção de variáveis de interesse; demandas de pesquisa.

### **BIBLIOGRAFIA:**

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. 3.<sup>a</sup> ed. São Paulo, Editora Ícone, 1992. 395p.
- BONHAM-CARTER, G. F. Geographic Information Systems for geoscientists: Modelling with GIS. In: Computer methods in geosciences, s.l.: Pergamon/Elsevier, 1994.
- LEPSCH, I. F., BELINAZZI JR., R., BERTOLINI, D., ESPINDOLA, C. R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4.a. aproximação. Campinas: SBCC, 1991. 175p.

- PAEZ, M. L. Diseño de Practicas de Conservacion con la Ecuacion Universal de Perdida de Suelo. 2.ed. Mérida: Venezuela, 1992. 130p.
- RAMALHO FILHO, A., BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3.ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1994. 65 p.
- SUMMER, W.; WALLING, D.E. Modelling erosion, sediment transport and sediment yield. IHP-VI Technical Documents in Hydrology, n.o.60. UNESCO, Paris, 2002. 264p.
- (<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001278/127848e.pdf>)
- VALENZUELA, C. R. Data analysis and models In: BELWARD, A. S.; VALENZUELA, C. R. Remote Sensing and Geographical Information Systems for Resource Management in Developing Countries. Euro Courses: Remote Sensing, Netherlands:Kluwer, 1991. v.1, cap. 18,p. 335-48.

## **8. SER-338-3 - Modelagem Dinâmica Espacial**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisito:** não há

**Responsável:** Dra. Claudia Maria de Almeida

**PROGRAMA:**

**Questões Teóricas:** Perspectiva histórica de modelos de dinâmicas de uso e cobertura da terra. Autômatos Celulares. Modelos Dinâmicos Espaciais: Noções, conceitos, avanços, estado-da-arte. Modelos Determinísticos: BASS II, SLEUTH, SACI e outros. Modelos Baseados em Agentes: REPAST, MICE, StarLogo e outros. Modelos Estocásticos: Dinâmica EGO, Simlucia, Clue-S, TerraME e outros. Modelos 3-D: PC Raster. Questões Metodológicas em Modelos Estocásticos. Técnicas Estatísticas de Parametrização: Regras lógicas, pesos de evidência, regressão logística, redes neurais artificiais. Métodos de Calibração: Técnicas heurísticas, algoritmo de generalização de linhas, parâmetros fractais. Abordagens para Validação: Coeficientes de ajuste, métodos de múltiplas resoluções, medidas de similaridade fuzzy. Componentes Principais na Modelagem por Passos: Derivação anual da matriz de probabilidades globais de transição. Métodos Estatísticos de Prognóstico: Estacionários (cadeia de Markov) e não-estacionários (regressão linear e extrapolação, séries temporais).

**BIBLIOGRAFIA:**

- Batty, M. GeoComputation using cellular automata. In: Openshaw, S.; Abrahart, R. J. ed. Geocomputation. New York: Taylor & Francis, 2000. Cap. 5, p. 95-126.
- Batty, M.; Longley, P. A. Advanced spatial analysis: the CASA Book of GIS. London: CASA, 2003. 275p.
- Bonham-Carter, G. F. Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling, with GIS. Ontario: Pergamon, 1994. 305 p.
- Briassoulis, H. Analysis of land use change: theoretical and modeling approaches. Lesvos, Greece. Tese (Doutorado em Geografia) - University of Aegean, 2000. Disponível em <<http://www.rri.wvu.edu/W ebBook/Briassoulis/contents.htm>>.
- Burrough, P. A. Dynamic modelling and geocomputation. In: Longley, P. A.; Brooks, S. M.; McDonnell, R.; MacMillan, B. ed. Geocomputation: a primer. Chichester: John Wiley & Sons, 1998. Cap. 9, p. 165-192.

- Parks, B. O. The need for integration. In: Goodchild, M. J.; Parks, B. O.; Steyaert, L. T. ed. Environmental Modelling with GIS. Oxford: Oxford University Press, 1993. p. 31-34.
- Pedrosa, B. M.; Câmara, G. Modelagem dinâmica. In: Druck, S.; Carvalho, M. S.; Câmara, G.; Monteiro, A. M. V. (ed.). Análise espacial de dados geográficos. Brasília: EMBRAPA, 2005. Cap. 6.
- Torrrens, P. M.; O'Sullivan, D. Cellular automata and urban simulation: where do we GO from here? Editorial. Environment and Planning B, v. 28, p. 163-168, 2001.

#### **Leituras Adicionais:**

- Almeida, C. M.; Gleriani, J. M.; Castejon, E. F.; Soares-Filho, B. S. Using neural networks and cellular automata for modeling intra-urban land use dynamics. International Journal of Geographical Information Science, v. 22, p. 943-963, 2008.
- Câmara, G.; Aguiar, A. P.; Escada, I.; Amaral, S.; Carneiro, T. G. S.; Monteiro, A. M.; Araujo, R.; Vieira, I.; Becker, B. Amazon Deforestation Models. Science, v. 307, n. 15, p. 1043-1044, 2005.
- Rennó, C. D. Construção de um sistema de análise e simulação hidrológica: aplicação a bacias hidrográficas. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003.
- Soares-Filho, B. S.; Cerqueira, G. C.; Pennachin, C. L. DINAMICA – A stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier. Ecological Modelling, v. 154, p. 217-235, 2002.
- Verburg, P. H., Soepboer, W., Veldkamp, A., Limpiada, R., Espaldon, V., Mastura, S. S. A. Modeling the spatial dynamics of regional land use: the CLUE-S model. Environmental Management, v. 30, n. 3, p. 391-405, 2002.
- White, R.; Engelen, G.; Uljee, I. Vulnerability assessment of low-lying coastal areas and small islands to climate change and sea level rise . Phase 2: Case study St. Lucia. Kingston, Jamaica: United Nations Environment Programme: Caribbean Regional Co-ordinating Unit, 1998.

## **9. SER-410-3 - Processamento de Imagens SAR**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** SER-332-2 Radar imageador: princípios e aplicações

**Responsáveis:** Dr. José Claudio Mura

Dr. Fábio Furlan Gama

#### **PROGRAMA:**

Radar de Abertura Sintética (SAR). Formação de Imagens SAR. Calibração de imagens de radar. Ruído Speckle. Modelagem estatística de imagens SAR. Filtragem de imagens SAR. Classificação e segmentação de imagens SAR. Polarimetria de imagens SAR. Modelagem estatística de dados polarimétricos. Calibração polarimétrica. Filtragem e classificação polarimétrica. Interferometria e construção de Modelos de Elevação. Interferometria polarimétrica e diferencial.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

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

- Henderson, F., M.; Lewis, A. J., Principles & Applications of Imagins Radar – Manual of Remote Sensing – Third Edition, Vol. 2, John Wiley & Sons, Inc, 1998
- Kingsley, S.; Quegan, S. Understanding radar systems. McGraw Hill, 1992.
- Trevett, J.W Imaging radar for resources surveys. London: Chapman and Hall, 1986.
- Ulaby, F.T., Moore, R.K & Fung, A.K. Microwave Remote Sensing: Active and Passive. Artech House, 1986. v.3.
- Ulaby, F.T.; Moore, R.K.; Fung A.K. Microwave remote sensing. Vols. 1,2,3. Addison Wesley, 1992.
- Oliver, C.; Quegan S., Understanding Synthetic Aperture Radar Images, Artech House, 1998.
- Ulaby, F.T.; Elachi, C., Radar Polarimetry for Geoscience Applications. Artech House, 1990.
- Ghiglia, D., C.; Prit M., D., Two-dimensional Phase Unwrapping- Theory, Algorithms and Software, John Wiley & Sons, Inc, 1998.

## **10. SER-411-3 - Tópicos Avançados em Processamento de Imagens**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** SER-413-3 Processamento Digital de Imagens de Sensores Remotos

**Responsável:** Dra. Leila Maria Garcia Fonseca  
Dr. Thales Sehn Korting

### **PROGRAMA:**

Análise de imagens baseada em objetos. Visualização científica. Segmentação de imagens, Classificação de imagens. Mineração de dados. Reconhecimento de padrões através dos métodos de árvores de decisão, support vector machines, redes neurais, métodos híbridos. Tópicos avançados em registro, filtragem óptica, correção atmosférica, correção radiométrica, restauração, super-resolução, extração de atributos, seleção de atributos, índices de vegetação, fusão de imagens, razões generalizadas. Métodos determinísticos e ad-hoc, segmentação (bidimensional, multicanal, no espaço de cores, por árvore). Classificação bayesiana pontual, euclidiana, contexto, métodos híbridos, redes neurais, compreensão de cenas.

### **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.
- Devijever, 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.

## **11. SER-455-3 - Tópicos Especiais em Florestas: Fitogeografia e Aplicações de Sensoriamento Remoto**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Responsável:** Dr. Luiz Eduardo Oliveira e Cruz de Aragão

**Assistente:** Dra.Liana Anderson

### **PROGRAMA:**

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. Impactos ambientais e climáticos sobre a vegetação. Contribuição do sensoriamento remoto na detecção do impacto de secas, queimadas e desmatamentos, sobre o funcionamento de florestas

### **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.
- Niewwnhuis, 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 (IJRS); - 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;

## **12. SER-341-3 - Sensoriamento Remoto e Técnicas de Análise de Dados Espectrais em Ecossistemas Aquáticos**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** SER-333-3

**Responsáveis:** Dr. Claudio Clemente Faria Barbosa

Dra. Evlyn Márcia Leão de Moraes Novo

### **PROGRAMA:**

Propriedades físicas, químicas e biológicas de ambientes aquáticos continentais. Classificação dos sistemas aquáticos continentais: sistemas lóticos, lênticos e transição. Interações REM / corpos d'água: análise e caracterização do comportamento espectral de diferentes tipos de água. Propriedades ópticas inerentes e aparentes. Coeficientes e funções de absorção, espalhamento e atenuação. Modelos de irradiância e refletância descendente e ascendente acima da superfície aquática e na coluna d'água. Propriedades espectrais dos componentes opticamente ativos (COA). Modelos empíricos, semi-empíricos e analíticos para estimativa dos COA. Fatores que controlam as Interações REM / ambientes aquáticos. Simuladores de cor da água através de modelos analíticos e semi-analíticos: Hydrolight e WASI. Técnicas de análise de dados hiperespectrais: Análise derivativa, Razão de bandas, mapeamento por ângulo espectral, remoção de contínuo. Instrumentação: princípio de operação e utilização de alguns equipamentos utilizados para monitoramento e estudos de ambientes aquáticos. Sensoriamento Remoto de Ambientes Aquático: Conceitos e modelagem. Exemplos de Aplicações.

### **LABORATÓRIOS:**

Simulação e medidas espectralradiométricas em laboratório de composições da água.

### **FORMA DE AVALIAÇÃO:**

Proposta de Projeto (20 %), Monografia (40 %), Apresentação (40%).

### **BIBLIOGRAFIA:**

- Ackleson, S.G. "Light in shallow waters: A brief research review." *Limnol. Oceanogr.* V.48 (1, part 2). pp. 323-328, 2003.
- Barbosa, C. C. F. "Sensoriamento remoto da dinâmica de circulação da água do sistema planície de Curai/Rio Amazonas." Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto), INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2005.
- Brando, V.E. e A.G. Dekker. "Satellite hyperspectral remote sensing for estimating estuarine and coastal water quality." *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, V.41, N.6: 1378-1387. 2003.
- Bricaud, A.; Morel, A.; Prieur, L. Absorption by dissolved organic matter of the sea (yellow substance) in the UV and visible domains; *Limnol. Oceanogr.*, 26(1): 43-53 1981.

- Bukata, R. P. J., J.H.; Kondratyev, K.Ya.; Pozdnyakov, D.V. Optical properties and remote sensing of inland and coastal waters. Boca Taton: CRC Press LLC, 2000.  
362p.
- Chen, Z.; Curran, P. J., Hansom, J. D. Derivative Reflectance Spectroscopy to Estimate Suspended Sediment Concentration. *Remote Sensing of Environment*, v.40, p.67–77, 1992.
- Dekker, A. G. Detection of optical water quality parameters for eutrophic waters by high resolution remote sensing. Ph.D Thesis - Free University, Amsterdam.
- Esteves, F. A. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- Galvão, L. S.; Pereira, W.; Abdon, M. M.; Novo, E. M. L. M.; Silva, J. S. V.; Ponzoni, F. J. Spectral reflectance characterization of shallow lakes from the brazilian Pantanal wetlands with field and airborne hyperspectral data. *International Journal of Remote Sensing*, v. 24, n.21, p. 4093-4112, 2003.
- Gege, P. The Water Colour Simulator WASI - User manual for version 3
- Gitelson, A. The peak near 700 nm on radiance spectra of algae and water: relationships of its magnitude and position with chlorophyll concentration. *International Journal of remote sensing* , v.13, n.17, p.3367-3373, 1992.
- Goodin, D. G.; Han, L.; Fraser, R. N.; Rundquist, C.; Stebbins, W. A.; Schalles, J. F. Analysis of Suspended Solids in Water using Remotely Sensed High Resolution Derivative Spectra. *Photogramm. Engineering Remote Sensing*. v.59, n.4, p.505–510, 1993.
- Han, L. Estimating chlorophyll-a concentration using first-derivative spectra in coastal water. *International Journal of Remote Sensing*, V.26, N.23. pp. 5235-5244. 2005.
- Kirk, J. T. O. Light and photosynthesis in aquatic ecosystems. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- Mobley, C.D. The optical properties of water. New York: McGraw-Hill Book, 1994.
- Pozdnyakov D.; Grassl H. Colour of inland and coastal waters: a methodology for its interpretation. Praxis publishing, Chichester, UK, 2003. 170p.
- Quibell, G. Estimating chlorophyll concentrations using upwelling radiance from different freshwater algal genera. *International Journal of Remote Sensing*, v.13, n.14, p. 2611-2621, 1992
- Rundquist, D. C.; Han, L.; Schalles, J. F.; Peake, J. S. Remote measurement of algal chlorophyll in surface waters: the case for the first derivative of reflectance near 690 nm. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v.62, n.2, p.195-200, 1996.
- Svab, E., TYLER, A. N., PRESTON, T., PRÉSING, M., BALOGH, K.V. Characterizing the spectral reflectance of algae in lake waters with high suspended sediment concentrations. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 26, N. 5, pp 919-928, 2005.
- Van der Meer, F. Analysis of spectral absorption features in hyperspectral imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5. pp. 55-68. 2004.

### **13. SER-342-3 Modelagem Ambiental para Conservação da Biodiversidade**

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

## **Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Responsável:** Dra. Silvana Amaral Kampel

**Assistente:** Dr. Dalton M. Valeriano

### **OBJETIVO:**

O objetivo desta disciplina é capacitar os alunos para compreender e discutir as diferentes metodologias para estudo da biodiversidade, enquanto componente básico e funcional do sistema terrestre, com foco na conservação.

### **PROGRAMA:**

Biodiversidade - conceitos, importância, causas e padrões globais. Fundamentos de Ecologia e Biogeografia - mecanismos de evolução, dispersão, especiação e extinção. Riqueza de espécies e diversidade filogenética. Métodos diretos e indiretos de avaliação de Diversidade Biológica. Dados bióticos e abióticos para estimativa e modelagem de biodiversidade - contribuição de dados de sensoriamento remoto. Abordagens e técnicas de modelagem da Biodiversidade - contribuição da geoinformação. Modelos baseados em Nicho Ecológico e de distribuição de espécies para estudo de biodiversidade. Técnicas de ordenação e classificação ecológica. Modelagem da ação antrópica sobre a distribuição das espécies. Modelagem de Biodiversidade e mudanças climáticas globais. Perda de habitat, fragmentação espacial e modelos em ecologia de paisagens. Conservação da Biodiversidade.

### **BIBLIOGRAFIA:**

- Begon, M., Harper, J.L., Townsend, C.R. 1996. Ecology: individuals, populations and communities, 3rd edition. Blackwell Science, Oxford.
- Botkin, D.B. et al., 2007. Forecasting the effects of global warming on biodiversity. *Bioscience*, 57(3): 227-236.
- Cox, C.B.; Moore, P.D. 1985. "Biogeography - An Ecological and Evolutionary Approach", Blackwell Scientific Publication, Oxford.
- del Barrio, G. et al., 2006. Integrating multiple modelling approaches to predict the potential impacts of climate change on species' distributions in contrasting regions: comparison and implications for policy. *Environmental Science & Policy*, 9(2): 129-147.
- Drielsma, M., Manion, G. and Ferrier, S., 2007. The spatial links tool: Automated mapping of habitat linkages in variegated landscapes. *Ecological Modelling*, 200(3-4): 403-411.
- Elmendorf, S.C. and Moore, K.A. 2008. Use of community-composition data to predict the fecundity and abundance of species. *Conservation Biology*, 22(6): 1523-1532.
- Ferrier, S. et al., 2004. Mapping more of terrestrial biodiversity for global conservation assessment. *Bioscience*, 54(12): 1101-1109.
- Giulietti, A.M., Harley, R.M., Queiroz, L.P.d., Wanderley, M.d.G.L. and Berg, C.V.D., 2005. Biodiversity and Conservation of Plants in Brazil. *Conservation Biology*, 19(3): 632-639.
- Franklin, J.; Miller, J.A. 2009. "Mapping species distributions", Cambridge Press.
- Giulietti, A.M., Harley, R.M., Queiroz, L.P.d., Wanderley, M.d.G.L. and Berg, C.V.D., 2005. Biodiversity and Conservation of Plants in Brazil. *Conservation Biology*, 19(3): 632-639.
- Lewinsohn, T.M. and Prado, P.I., 2005. How Many Species Are There in Brazil? *Conservation Biology*, 19(3): 619-624.
- Peterson, A.T.; Soberón, J.; Pearson, R.G.; Anderson, R.P.; Martínez-Meyer, E.; Nakamura, M.; Araújo, M.B. 2011. "Ecological Niches and Geographic Distributions", *Monographs in Population Biology*. Levin, A.; Horn, H.S.(eds).

**EST - Estudo Orientado em Sensoriamento Remoto**  
Vale até 4 créditos

**SER-730 - Pesquisa de Mestrado em Sensoriamento Remoto\*\***  
Vale 0 crédito

**SER-750 - Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto**  
Vale 12 créditos

**SER-780 - Pesquisa de Doutorado em Sensoriamento Remoto\*\***  
Vale 0 crédito

**SER-800 – Tese Doutorado em Sensoriamento Remoto**  
Vale 24 créditos

\*\* 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 serão feitas por docente aprovado pelo Conselho do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto.

Catálogo aprovado pelo CPG em 18/11/2015.