

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS  
(INPE)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SENSORIAMENTO  
REMOTO (PGSER)**

---

**Coordenador Acadêmico**

Thales Sehn Körting

**Membros do Conselho do Curso**

Thales Sehn Körting (presidente)  
Ieda Del'Arco Sanches (vice-presidente)  
Lênio Soares Galvão  
Milton Kampel  
Mariana Marques Wolf (Representante Discente)  
Felipe Gomes Petrone (suplente do Representante Discente)

**Corpo Docente**

1. Antônio Miguel V. Monteiro, Ph.D., Univ. Sussex, 1993
2. Camilo Daleles Rennó, Doutor, INPE, 2003
3. Cláudia Maria de Almeida, Doutora, INPE, 2003
4. Cláudio Clemente Faria Barbosa, Doutor, INPE, 2005
5. Douglas Fco. Marcolino Gherardi, Ph.D., Royal Hol. Univ. London, 1996
6. Evlyn Márcia Leão de Moraes Novo, Doutora, USP, 1984
7. Fábio Furlan Gama, Doutor, INPE, 2007
8. Hermann Johann Heinrich Kux, Ph.D., Univ. Freiburg, 1976
9. Ieda Del'Arco Sanches, Ph.D., Massey Univ., Nova Zelândia, 2009
10. João Antonio Lorenzetti, Ph.D., Univ. of Miami, USA, 1985
11. José Claudio Mura, Doutor, INPE, 2000
12. Leila Maria Garcia Fonseca, Doutora, INPE, 1999
13. Lênio Soares Galvão, Doutor, USP, 1994
14. Liana Oighenstein Anderson, Doutora, Univ. Oxford, Inglaterra, 2011
15. Lino Augusto Sander De Carvalho, Doutor, INPE, 2016
16. Luciano Ponzi Pezzi, Ph.D., Univ. of Southampton, 2003
17. Luiz Eduardo Oliveira e Cruz de Aragão, Doutor, INPE, 2004
18. Márcio de Morisson Valeriano, Doutor, UNESP, 1999
19. Marcos Adami, Doutor, INPE, 2010
20. Maria Isabel Sobral Escada, Doutora, INPE, 2003
21. Milton Kampel, Doutor, USP, 2003
22. Sidnei João Siqueira Sant'Anna, Doutor, ITA, 2009
23. Silvana Amaral Kampel, Doutora, USP, 2003
24. Thales Sehn Körting, Doutor, INPE, 2012
25. Yosio Edemir Shimabukuro, Ph.D., Colorado State Univ., 1987

# CATÁLOGO DE DISCIPLINAS DA PGSER

## PRIMEIRO PERÍODO

### DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS (para o mestrado)

SER 205-4	Introdução ao Sensoriamento Remoto
SER-333-3	Princípios Físicos de Sensoriamento Remoto

### DISCIPLINAS OPTATIVAS

SER-347-3	Introdução à Programação para Sensoriamento Remoto
SER-300-3	Introdução ao Geoprocessamento
SER-730-0	Pesquisa de Mestrado em SER
SER-780-0	Pesquisa de Doutorado em SER

## SEGUNDO PERÍODO

### DISCIPLINA OBRIGATÓRIA (para o mestrado)

SER-413-4	Processamento Digital de Imagens de Sensores Remotos
-----------	--

### DISCIPLINAS OPTATIVAS

SER-204-3	Estatística Aplicada ao Sensoriamento Remoto
SER-311-3	Sensoriamento Remoto do Clima
SER-332-3	Radar Imageador: Princípios e Aplicações
SER-335-3	Comportamento Espectral de Alvos
SER-406-3	Sensoriamento Remoto Agrícola
SER-415-3	Detecção e Análise de Padrões de Mudanças de Uso e Cobertura da Terra
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

### DISCIPLINA OBRIGATÓRIA (para o mestrado)

SER-348-3	Metodologias de Estudo do Meio Físico
-----------	---------------------------------------

### DISCIPLINAS OPTATIVAS

SER-301-3	Análise Espacial de dados Geográficos
SER-319-3	Sensoriamento Remoto Hiperespectral
SER-338-3	Modelagem Dinâmica Espacial
SER-340-3	Sensoriamento Remoto dos Oceanos
SER-410-3	Processamento de Imagens SAR
SER-411-3	Tópicos Avançados em Processamento de Imagens
SER-459-3	Tópicos Avançados em Florestas
SER-730-0	Pesquisa de Mestrado em SER
SER-780-0	Pesquisa de Doutorado em SER

## EMENTA DAS DISCIPLINAS

### 1º PERÍODO LETIVO

#### **SER-205-4 – Introdução ao Sensoriamento Remoto**

*Este curso não aceita candidatos a disciplina isolada*

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 4 (Quatro)

**Disciplina obrigatória:** para o Mestrado

**Pré-requisitos:** não há

**Professores:** Dr. Milton Kampel (Docente PGSER) - **Responsável**

Dra. Cláudia Maria de Almeida (Docente PGSER)

Dr. Luiz Eduardo O. e Cruz de Aragão (Docente PGSER)

Dra. Leila Maria Garcia Fonseca (Docente PGSER)

Dr. Hermann Johann Heinrich Kux (Docente PGSER)

Dr. Fabio Furlan Gama (Docente PGSER)

Dra. Silvana Amaral Kampel (Docente PGSER)

#### **PROGRAMA:**

Histórico do sensoriamento remoto como sistema de aquisição de dados de Observação da Terra. Fluxo de dados e informações, calibrações, correções, cálculo de parâmetros geofísicos, composições, análises. Níveis de aquisição de dados. Programas espaciais e segmentos. Tipos de órbitas de satélites de Observação da Terra. Resoluções, escalas de amostragem. Conceitos teóricos importantes. Níveis de processamento de dados. Tipos e classes de sensores remotos. Sensores ópticos no visível. Sensores no infravermelho termal. Radar de Abertura Sintética. Sensores de alta resolução espacial. Aerofotogrametria. Lidar. Drones. Luzes noturnas. Aplicações em ecossistemas terrestres, áreas urbanas, oceano e águas interiores. Perspectivas futuras.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

Elachi, C. Introduction to the physics and techniques of remote sensing, Nova Jersey, Wiley-Interscience, 2ed., 2006.

Jensen, J. R. Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese, 2009. Tradução da segunda edição.

Liang, S. Quantitative remote sensing of land surfaces, Nova Jersey, John Wiley & Sons, 2003.

Lillesand, T.M.; Kiefer, R.M.; Chipman, J.W. Remote sensing and image interpretation. New York, Wiley, 6th edition, 2008.

Novo, E.M.L.M. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações, 4ed., Blucher, 2010

Rees, W.G. Physical principles of remote sensing, 3ed., Cambridge, Cambridge Univ. Press, 2013.

Richards, J.A. Remote sensing digital image analysis: an Introduction. Berlin, Springer-Verlag, 5th edition, 2013.

Robinson, I. Measuring the oceans from space: The principles and methods of satellite oceanography, Berlin, Springer Praxis, 2004.

Sabins, F.F. Remote sensing: principles and applications, 3ed., Illinois, Waveland Press Inc., 2007.

Slater, P.N. Remote sensing: optics and optical systems. Reading, Addison-Wesley, 1980.

Thenkabail, P.S. (ed.) Remote sensing handbook, volume III: remote sensing of water resources, disasters, and urban studies, Boca Raton, CRC Press, 2016.

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

*Ministrada de forma virtual*

*Este curso não aceita candidatos a disciplina isolada*

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina obrigatória:** para o Mestrado

**Pré-requisitos:** não há

**Professor Responsável:** Dr. Lino Augusto Sander de Carvalho (UFRJ)

**OBJETIVO:** Capacitar o aluno para a compreensão dos princípios físicos que cercam a ciência/prática do Sensoriamento Remoto. Fornecer ao aluno base teórica que envolve os conceitos da radiação eletromagnética e sua interação com alvos atmosféricos e da superfície terrestre. Proporcionar ao aluno contato com experimentos radiométricos que instruem tecnicamente demonstrando e discutindo as limitações e vantagens de cada nível de aquisição do sensoriamento remoto.

### **PROGRAMA:**

- Fundamentos básicos de Óptica:
  - Propriedades da Luz;
  - Cores;
  - Ondas Luminosas;
  - Emissão de Luz;
  - Os Quanta de Luz.
  
- As Características da Radiação Eletromagnética (REM) e sua natureza quantizada:
  - Definição das Equações de Maxwell;
  - A propagação, energia, atenuação e polarização da radiação eletromagnética;
  - A Natureza Quantizada da radiação eletromagnética;
  - A Dualidade Onda-Partícula.
- A Energia Solar na Terra:
  - O Espectro Solar;
- Constituição da atmosfera e a radiação solar na superfície da terra;
  - A Radiação Solar na superfície terrestre ao longo do ano.
- Radiometria:
  - Grandezas, suas relações e Leis da Radiometria;
  - Balanco de Fluxo Radiante;
  - A reflexão da radiação eletromagnética;
  - A Função de Distribuição da Reflectância Bidirecional – FDRB.
- A Atenuação da Radiação Eletromagnética:
  - A absorção da Radiação Eletromagnética;
  - O Espalhamento da Radiação eletromagnética;
  - A Equação de Transferência Radiativa - ETR.
- A Radiação Termal:
  - O conceito de corpo negro e emissão termal;
  - As leis de Planck, Stefan-Boltzmann, Wien, Rayleigh-Jeans e Kirchhoff;
  - Emissividade, Temperatura de Brilho e Inércia Termal.
- Fundamentos do Sensoriamento Remoto Ativo:
  - Radiação na região das Micro-ondas;
  - Radiação LASER; Exemplos de Sistemas Radar e LIDAR.

### **BIBLIOGRAFIA:**

- Barbosa, C.C.F. Novo, E.M.L.M. Martins. V.S. Introdução ao Sensoriamento Remoto de Sistemas Aquáticos Princípios e aplicações. 2019. 178p.
- Hewitt, P. G. Conceptual physics. City College of San Francisco. Twelfth edition. 2015. 819p.
- Iqbal, M. An Introduction to Solar Radiation. Academic Press, 1983. 390p.

- Jensen, J. R. Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. (Tradução da Segunda Edição). José Carlos Neves Epiphânio {coordenador)... [et al.]. - São José dos Campos, SP. Parêntese. 2009.
- Liou, K.N. An Introduction to Atmospheric Radiation (second edition). Academic Press, 2002, 583p.
- Lorenzetti, J.A. Princípios Físicos de Sensoriamento Remoto. São Paulo. Bluecher. 2015. 293p.
- Meneses, P.R. Almeida, T. Baptista, G.M.M. Reflectância dos Materiais Terrestres: Análise e Interpretação. Editora Oficina de Textos. 336p.
- Mobley Curtis. Light and Water: Radiative Transfer in Natural Waters. Academic Press 1994. 592 p
- 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.
- Novo, E. M. L. M. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. Quarta Edição. Edgard Blücher Ltda., 2010. 388p.
- Slater, P.N. Remote sensing: optics and optical systems. Reading, MA, AddisonWesley, 1980. 575p.

## SER-347-3 - Introdução à Programação para Sensoriamento Remoto

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Professores:** Dr. Thales Sehn Körting (Docente PGSER) - **Responsável**

Dr. Gilberto Ribeiro de Queiroz (DIOTG)

Dr. Fabiano Morelli (DIOTG)

### OBJETIVO:

A grande quantidade e diversidade de fontes de produtos derivados de Sensoriamento Remoto disponíveis acarreta em uma mudança de paradigma nas pesquisas realizadas em Sensoriamento Remoto: os requisitos dos cientistas em relação às ferramentas utilizadas para manipulação dos dados vai muito além dos recursos tradicionalmente encontrados em aplicativos com interfaces gráficas. Praticamente todos os Sistemas de Informação Geográficas (SIG) modernos apresentam suporte à realização de processamentos através de alguma linguagem de programação baseada em *scripts*. Este curso irá apresentar conceitos, técnicas e ferramentas computacionais para apoio ao ciclo de pesquisa em Sensoriamento Remoto, envolvendo a aquisição de dados, organização e integração de dados, análise e visualização. Para isso, será apresentada aos alunos uma visão geral de como construir pequenos programas na linguagem *Python*, para automatização de atividades rotineiras ou repetitivas, que sejam capazes de extrair, transformar e analisar dados geoespaciais.

### PROGRAMA:

**Introdução à Lógica de Programação:** A Linguagem de Programação Python. Tipos de Dados. Variáveis e Atribuição. Leitura de Dados. Estruturas de Controle. Sequências. Funções. **Manipulação e Análise de Dados Matriciais:** Layer stack. Transformação entre Sistemas de Referência Espacial. Recorte e Mosaicos. Estatísticas Básicas de imagens. Aritmética de bandas. Visualização. **Manipulação e Análise de Dados Vetoriais:** Operações Espaciais (métricos, buffers, conjunto, topológicos). Manipulação de arquivos de formato vetorial (Shapefile, KML, GeoJSON). Transformação entre Sistemas de Referência Espacial. Visualização. **Análise Integrada de Dados Matriciais e Vetoriais:** Análise Integrada com geometrias (pontos, linhas e polígonos). **Séries Temporais:** Obtendo séries temporais de serviços Web. Visualização e análise de séries temporais.

### BIBLIOGRAFIA:

Rudorff, B.F.T, Shimabukuro, Y.W.E., Ceballos, J.C. O sensor MODIS e suas aplicações no Brasil. Editora Parêntese, São José dos Campos, SP, Brasil, 2007.  
Mark Lutz. Learning Python. O'REILLY, CA, USA, 5th edition, 2013.  
OGC. OpenGIS Implementation Specification for Geographic information – Simple feature access - Part 1: Common architecture. Technical report, Open Geospatial Consortium, 2011.  
Gonzalez, R.C.; Woods, R.E. (1992) Digital image processing. Massachusetts: Addison-Wesley, 716 pp  
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.

## SER-300-3 - Introdução ao Geoprocessamento

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa Pré-requisitos:** não há

**Professores:** Dra. Silvana Amaral Kampel (Docente PGSER) - **Responsável**

Dr. Marcos Adami (Docente PGSER) - **Responsável**  
Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro (Docente PGSER)  
Dra. Maria Isabel Sobral Escada (Docente PGSER)  
Dr. Carlos Felgueiras (DIOTG)  
Dr. Eduardo Camargo (DIOTG)  
Dr. Eymar Lopes (DIOTG)  
Dr. Gilberto Ribeiro de Queiroz (DIOTG)  
Dr. Júlio César Lima D'Álge (DIOTG)  
Dra. Karine Reis Ferreira (DIOTG)  
Dr. Sérgio Rosim (DIOTG)

**PROGRAMA: Representações Computacionais do Espaço Geográfico:** O problema da representação computacional do espaço. Conceitos: Espaço, Escala, Modelo, Dependência Espacial. Tipos de Dados Geográficos. Estruturas de Dados em SIG. Arquiteturas de SIG. Modelagem de Dados em Geoprocessamento.

**Integração de Dados Espaciais:** Cartografia para Sistemas de Informação Geográfica. Interoperabilidade de Dados Geográficos. Padrões Abertos; Especificações - OGC. Software Aberto em GIS. Sensoriamento Remoto e SIG. Computação em nuvem (BDC).

**Operações sobre Dados Geográficos:** Modelagem Numérica de Terreno. Introdução à Geoestatística. Álgebra de Mapas. Inferência Geográfica e Suporte à Decisão.

**Integração de dados geográficos:** Sistemas de Monitoramento da Vegetação. Banco de Dados e Trajetórias Espaço-Temporais. Saúde Pública. Gestão Municipal. Estudos Populacionais.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

Peter A. Burrough, Rachael A. McDonnell, Christopher D. Lloyd. Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press, 3rd ed., 2015.

Burrough, P.A.; McDonell, R.; Principles of Geographical Information Systems. Oxford, Oxford University Press, 1998.

Câmara, G.; Davis.C.; Monteiro, A.M.; D'Alge, J.C. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, INPE, 2001 (on-line, 2a. edição, revista e ampliada).

Longley, Goodchild, Maguire, Rhind, Geographic Information Systems and Science. Wiley, 2015 (4th ed).

Longley, Goodchild, Maguire, Rhind, Sistemas e Ciência da Informação Geográfica (Portuguese Edition). Bookman, 2013 (Tradução da 3th ed)

## EMENTA DAS DISCIPLINAS

### 2º PERÍODO LETIVO

#### 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

**Professores Responsáveis:** Dra. Leila Maria Garcia Fonseca (Docente PGSER)

Dr. Thales Sehn Korting (Docente PGSER)

Dr. Laercio Namikawa (DIOTG)

#### PROGRAMA:

Introdução: Objetivo, Exemplos de Aplicações em Sensoriamento Remoto, Etapas de Processamento de Imagem, Sistemas Formação de Imagens; Fundamentos Matemáticos: Convolução, Transformada de Fourier, Transformada Wavelet, Estatística Espacial, Normalização de Imagens; Correções radiométricas e geométricas: Correção Atmosférica, Calibração Radiométrica, Redução de Ruído, Registro de Imagens, Transformação Geométrica, Interpolação, restauração; Transformação espacial: Filtros de Convolução; Transformação Espectral: Razão entre Bandas, Realce de Contraste, Componentes Principais, Modelo de Mistura Linear; Cores: Brilho, Contraste, Matiz, Sistema RGB, Sistema IHS, Pseudocor, Falsa Cor, Decorrelação; Fusão de Imagens: PC, IHS, WT; Segmentação: Detecção de Borda, Crescimento de Regiões, Segmentação Baseada em Grafos, Segmentação Paralela, Segmentação Baseada em Classificação, Segmentação Multitemporal; Classificação: Máxima Verossimilhança, Distância Euclidiana, Redes Neurais, Mapas Auto-Organizáveis, Bhattacharrya, Isodata, K-Médias, Classificação por Região, Árvores de Decisão, Seleção de Atributos, Classificação baseada em 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: Princípios e Aplicações.
- 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.



Shimabukuro, Y. E.; Ponzoni, F. J. Mistura Espectral: modelo linear e aplicações. Oficina de Textos, 2017.

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.

## SER-204-3 – Estatística Aplicada ao Sensoriamento Remoto

**Carga Horária:** 45 horas/aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Professor Responsável:** Dr. Camilo Daleles Rennó (Docente PGSER)

### **OBJETIVO:**

Apresentar alguns conceitos de estatística fundamentais para o entendimento dos procedimentos estatísticos comumente utilizados em Sensoriamento Remoto e áreas afins. Por se tratar de uma disciplina aplicada, todos os exemplos e exercícios são voltados às questões ligadas ao Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. É recomendável que o aluno já tenha conhecimentos básicos de probabilidade e estatística descritiva.

### **PROGRAMA:**

Revisão sobre conceitos básicos de estatística: variáveis aleatórias, distribuições discretas e contínuas, e teorema do limite central. Inferência estatística: conceitos; estimativas tendenciosas; exatidão e precisão, distribuições amostrais. Intervalo de confiança e teste de hipóteses. 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. Avaliação de incerteza. 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.
- Congalton, R. G.; Green, K. 2. ed. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. CRC Press, Boca Raton, 2009.
- 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.
- Siegel, S. Estatística não paramétrica: para as ciências do comportamento. Editora McGraw-Hill do Brasil, 1977.
- Venables, W.N.; Smith, D.M. An Introduction to R. 2007. (disponível em <http://cran.r-project.org/doc/manuals/R-intro.pdf>).

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

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Professor Responsável:** Dr. Milton Kampel (Docente PGSER)

### PROGRAMA:

Clima e mudanças climáticas. Conceitos básicos de sensoriamento remoto. Variáveis climáticas essenciais. Escalas de variabilidade climática. Índices climáticos. Monitoramento do sistema climático por satélite. Ozônio. Aerossóis. Carbono. Gelo. Temperatura. Vento. Precipitação. Cor do oceano. Balanço de energia e radiação no sistema Terra/Atmosfera. Sensoriamento remoto do oceano. Séries temporais de produtos de satélites para estudos climáticos. 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. Desafios científicos e perspectivas futuras.

### BIBLIOGRAFIA:

- Box, M.A.; Box, G.P. Physics of radiation and climate. Boca Raton, CRC Press, 2016. 485p.
- Campbell, J.B.; Wynne, R.H.; Thomas, V.A. Introduction to remote sensing. 6<sup>th</sup> edition. New York, Guilford Publications, 2023. 634p.
- Cracknell, A.P. Remote sensing and climate change: the role of Earth observation. Berlin, Springer PRAXIS, 2001. 400p.
- Cracknell, A.P.; Varotsos, C.A. Understanding global climate change: modelling the climatic system and human impacts. 2<sup>nd</sup> edition. Boca Raton, CRC Press, 2022. 454p.
- Dalezios, N.R. Remote sensing applications in environmental and Earth system sciences. Boca Raton, CRC Press, 2023. 368p.
- Gemitzi, A.; Koutsias, N. Lakshmi, V. Advanced environmental monitoring with remote sensing time series data and R. Boca Raton, CRC Press, 2023. 114p.
- Giri, C.P. (ed.) Remote sensing of climate change: observation and monitoring. Boca Raton, CRC Press, 2023. 368p.
- Jay, G. Remote sensing of natural hazards. Boca Raton, CRC Press, 2023. 463p.
- 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.
- Li, J.; Yang, X. Monitoring and Modeling of Global Changes: A Geomatics Perspective. Berlin, Springer, 2015. 331p.
- 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.
- Qu, J.J.; Motha, R.P. Climate change and a sustainable Earth. Newcastle, Cambridge Scholars Publishing, 2022. 475p.
- Schmittner, A. Introduction to climate science. Open Education Resource LibreTexts, Zenodo, 2023.
- 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.

Wasser, L.; Korinek, N.; Palomino, J. earthlab/earth-analytics-intermediate-earth-data-science-textbook: one more license fix (1.0.4) [Computer software]. Zenodo, 2021. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5571001>

Weng, F. Passive microwave remote sensing of the Earth: for meteorological applications. Berlin, Wiley-Vch, 2017. 384p.

## SER-332-3 - Radar Imageador: Princípios e Aplicações

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Professor Responsável:** Dr. Fábio Furlan Gama (Docente PGSER)

### **PROGRAMA:**

Histórico do uso de radar. O Radar imageador, vantagens e desvantagens. Ondas eletromagnéticas, 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. 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. Ruído Speckle. Radares convencionais, polarizados e polarimétricos. Sistemas de SAR orbitais. Polarimetria. Decomposição Polarimétrica. Representação de assinaturas polarimétricas. Representação de assinaturas polarimétricas. Interferometria Básica, interferometria diferencial orbital. Uso de diferentes aplicativos de processamento de imagens SAR. Os sistemas polarimétricos ALOS/PALSAR e Sentinel-1. Potencial em Aplicações de Cartografia, Geologia, Florestas, Agricultura, Hidrologia e Urbanismo.

### **BIBLIOGRAFIA:**

Lee, S. E.; Pottier, E. Polarimetric radar imaging: from basics to applications. CRC Press: Taylor & Francis Group, 2009, 398 p.

Lewis, A.J.; Henderson, F.M. 1998: Principles and Applications of Imaging Radar. Manual of Remote Sensing. Vol. 2, Third Edition.

Paradella, W.R.; Mura, J.C.; Gama, F.F; Monitoramento DinSAR para Mineração e Geotecnia, editora: Oficina de Textos, 2021.  
<https://www.lojaofitexto.com.br/monitoramento-dinsar-para-mineracao-e-geotecnia/p>

Werle, D. 1992. Radar Remote Sensing: A Training Manual. Dendron Resources Survey.

## 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

**Professores Responsáveis:**

Dra. Evlyn Márcia Leão de Moraes Novo (Docente PGSER)

Dr. Lênio Soares Galvão (Docente PGSER)

Dr. Cláudio Clemente Faria Barbosa (Docente PGSER)

Dr. Yosio Edemir Shimabukuro (Docente PGSER)

Dra. Elisabete Caria Moraes (DIOTG)

Dr. Fábio Furlan Gama (Docente PGSER)

Dr. Marcos Adami (Docente PGSER)

### PROGRAMA:

Interação entre a radiação eletromagnética e os alvos da superfície da Terra. Conceitos e métodos radiométricos. Refletância espectral de folhas e copas. Modelos de refletância do dossel. Refletância espectral de sistemas aquáticos. Refletância espectral de minerais, rochas e solos. Métodos de análise de dados espectrais. Interação entre microondas e alvos terrestres.

### BIBLIOGRAFIA:

- Asrar, G. Theory and applications of optical remote sensing. New York, NY: John Wiley & Sons, 1990. 860p.
- da Silva, M. P., Sander de Carvalho, L. A., Novo, E., Jorge, D. S., & Barbosa, C. C. Use of optical absorption indices to assess seasonal variability of dissolved organic matter in Amazon floodplain lakes. *Biogeosciences*, 17(21), 5355-5364, 2020.
- 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.
- Elachi, C., Van Zyl, J. J. (2021). Introduction to the physics and techniques of remote sensing. John Wiley & Sons.
- Gausman, H.D.W. Plant leaf optical properties in visible and near-infrared light. Lubbock, TX: Texas Tech, 1985. 78p.
- Gitelson, A. A., Schalles, J. F., Rundquist, D. C., Schiebe, F. R., & Yacobi, Y. Z. (1999). Comparative reflectance properties of algal cultures with manipulated densities. *Journal of Applied Phycology*, 11(4), 345-354
- 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.
- Jiménez-Muñoz, J.C.; Sobrino, J.A. A generalized single-channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 108, 2003.
- Jimenez-Munoz, J.C.; Cristobal, J.; Sobrino, J.A.; Soria, G.; Ninyerola, M.; Pons, X.; Pons, X. Revision of the Single-Channel Algorithm for Land Surface Temperature Retrieval From Landsat Thermal-Infrared Data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 47, 339–349, 2009.

- Kirk, J. T. O. *Light & Photosynthesis in Aquatic Ecosystems*, London, Cambridge University Press, 2011.
- Kumar, R. *Radiation from plants - reflection and emission: a review*. West Lafayette, IN: Purdue University, 1972. 88p. (Research project, 5543).
- Lewis, A.J.; Henderson, F.M. *Principles and Applications of Imaging Radar. Manual of Remote Sensing. Vol. 2, Third Edition*. 1998.
- 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.
- Matthews, M. W., Bernard, S., Evers-King, H., & Lain, L. R. Distinguishing cyanobacteria from algae in optically complex inland waters using a hyperspectral radiative transfer inversion algorithm. *Remote Sensing of Environment*, 248, 111981, 2020.
- Meneses, P. R., de Almeida, T., & de Mello Baptista, G. M. *Reflectância dos materiais terrestres. Oficina de textos*. 2019.
- 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.
- Ponzoni, F.J., Shimabukuro, Y.E., Kuplich, T.M. 2012. *Sensoriamento remoto da vegetação*. São Paulo, Oficina de Textos, 2ª edição, 160p.
- Rencz, A.N. *Remote sensing for the Earth Sciences*. New York: John Wiley, 1999. 707 p.
- Reichardt, T. A., Collins, A. M., McBride, R. C., Behnke, C. A., & Timlin, J. A. Spectroradiometric monitoring for open outdoor culturing of algae and cyanobacteria. *Applied optics*, 53(24), F31-F45. 2014.
- 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.
- Shimabukuro, Y. E.; Ponzoni, F. J. *Mistura Espectral: modelo linear e aplicações*. Oficina de Textos, 2017.
- Slater, P.N. *Remote sensing: optics and optical systems*. New York, NY: Addison-Wesley, 1980. 515p.
- Sobrino, J.A.; Jimenez-Munoz, J.C.; Soria, G.; Romaguera, M.; Guanter, L.; Moreno, J.; Plaza, A.; Martinez, P. Land Surface Emissivity Retrieval From Different VNIR and TIR Sensors. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 46, 316–327, 2008.
- Soja-Woźniak, M., Darecki, M., Wojtasiewicz, B., & Bradtke, K. Laboratory measurements of remote sensing reflectance of selected phytoplankton species from the Baltic Sea. *Oceanologia*, 60(1), 86-96, 2018.
- 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.
- Wang, L.; Lu, Y.; Yao, Y. Comparison of Three Algorithms for the Retrieval of Land Surface Temperature from Landsat 8 Images. *Sensors*, 19, 5049, 2019.

## SER- 406-3 - Sensoriamento Remoto Agrícola

*Ministrada de forma virtual*

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Professores:** Dra. Ieda Del'Arco Sanches (Docente PGSER) - **Responsável**  
Dr Marcos Adami (Docente PGSER)

**PROGRAMA:** Introdução ao Sensoriamento Remoto Agrícola. Comportamento espectral de alvos agrícolas. Índices espectrais de vegetação. Interpretação de alvos agrícolas em imagens de sensores ópticos orbitais. O impacto da cobertura de nuvens em imagens de satélite no acompanhamento da atividade agrícola. Dinâmica da agricultura brasileira e dos alvos agrícolas. Análise de séries temporais. Estatísticas agrícolas. Monitoramento e mapeamento de culturas agrícolas. Produtividade de culturas agrícolas. Agricultura de Precisão.

**AValiação:** A avaliação leva em consideração a participação dos alunos nas aulas, a análise e apresentação de artigo científico escolhido pela professora responsável e o desenvolvimento de um trabalho (oral e escrito) dentro da temática da disciplina.

**OBSERVAÇÕES:** Essa é uma disciplina teórica, sem atividades práticas. É permitida a participação de alunos de pós-graduação externos ao INPE e outros profissionais, desde que estejam devidamente matriculados na disciplina. Nesses casos, recomenda-se que os interessados na disciplina entrem em contato com a professora responsável antes de realizarem a inscrição.

### **BIBLIOGRAFIA:**

Formaggio, A.R., Sanches, I.D. 2017. Sensoriamento Remoto em Agricultura. 1a edição, São Paulo: Oficina de Textos, 288p. ISBN 978-85-7975-277-3, eISBN 978-85-7975-282-7.

Jensen, J.R. Remote Sensing of the Environment: an earth resource perspective. 2000. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 544p. (Prentice Hall Series in Geographic Information Science).

Novo, E.M.L.M. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. 2010. São Paulo, Edgard Blücher, 4ª edição, 387p.

Ponzoni, F.J., Shimabukuro, Y.E., Kuplich, T.M. 2012. Sensoriamento remoto da vegetação. São Paulo, Oficina de Textos, 2ª edição, 160p.

Thenkabail, P.S., Lyon, J.G., Huete, A. 2011. Hyperspectral remote sensing of vegetation. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York. 781p.

Atualizações: Remote Sensing of Environment; ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing; Remote Sensing; Applied Earth Observation and Geoinformation, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing; International Journal on Remote Sensing; IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing; Remote Sensing Applications: Society and Environment; Anais dos Simpósios Brasileiros de Sensoriamento Remoto (SBSR); Annals and Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences; International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS).



## **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

**Professores:** Dra. Maria Isabel Sobral Escada (Docente PGSER) - **Responsável**

Dr. Thales Sehn Korting (Docente PGSER)

Dr. Sidnei João Siqueira Sant'Anna (Docente PGSER)

Dr. Sérgio Rosim (DIOTG)

MSc. Lidiane Cristina Oliveira Costa (Bolsista DIOTG)

Dra. Mariane Souza Reis (Bolsista CGCT)

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 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.

### **PROGRAMA:**

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:**

- Comber A. J. The separation of land cover from land use using data primitives  
Journal of Land Use Science. Vol. 3, No. 4, p. 215–229, 2008.
- Coppin, P.; Jonckheere, I.; Nackaerts, K.; Muys, B.; Lambin, E. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. International Journal of Remote Sensing, v. 25, n. 9, p. 1565–1596, 2004.

- 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.
- 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. Remote Sensing 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.

## SER-457-3 População, Espaço e Meio Ambiente

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Professores Responsáveis:** Dra. Silvana Amaral Kampel (Docente PGSER)

Dr. Antônio Miguel V. Monteiro (Docente PGSER)

### 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 predições 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

#### SER-348-3 - Metodologias de estudo do meio físico

**Carga horária:** 45 horas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina obrigatória:** para o Mestrado

**Professor Responsável:** Dr. Márcio de Morisson Valeriano (Docente PGER)

#### OBJETIVO:

O objetivo do curso é promover a capacidade de planejar o desenvolvimento de informações do meio físico desde a escolha de fontes, recursos e métodos de tratamento de dados até a elaboração de documentos pré- e pós-execução.

#### CONTEÚDO:

1 Introdução - Sensoriamento remoto no contexto das geociências: a informação como objeto das geotecnologias; dinâmicas usuais de solicitação; perfis de atuação; tipos de trabalho: levantamentos, prospecção, diagnósticos e planejamento ambiental; pesquisa fundamental e aplicada. A produção cartográfica e suas finalidades; cartografia sistemática e temática; escala temporal, espacial e temática; linguagem cartográfica; normas técnicas; especificações de legendas: generalização e detalhamento. 2 Conceituação - Dados geográficos: posição, atributos e dinâmica; estruturas típicas de dados geográficos; aplicações, fontes e formas de utilização típicas de imagens relativas aos sistemas da paisagem; estruturas naturais dos aspectos da paisagem; estruturas de aquisição e armazenamento de dados. O conceito de sistemas complexos aplicado à gênese e ao desenvolvimento de informações; o aporte conceitual específico de sensoriamento remoto, da área de aplicação e a inserção da pesquisa fundamental na elaboração de informações geográficas. 3 Técnicas - decomposição das demandas em processos elementares; as etapas do levantamento e os processos de elaboração da informação geográfica. Recursos para processamento de dados geográficos: descrição funcional do SIG; funções básicas: estruturação; análises e consulta. Técnicas para integração de dados. Modificações na estrutura de dados. Erros: tipos e fontes de erros, recomendações decorrentes e procedimentos de controle; medidas de precisão e de exatidão; resolução x escala; avaliação e certificação técnica dos produtos elaborados a partir de sensoriamento remoto. 4 Níveis de comunicação para as diferentes práticas de sensoriamento remoto: mapa, imagem, boletim, projeto (preliminar e de execução), relatório, memorial descritivo, comunicação oral, artigo, aula, extensão, dissertação e tese. Exercícios.

#### BIBLIOGRAFIA:

- Bonham-Carter, G. F. Geographic Information Systems for geoscientists: Modelling with GIS. In: Computer methods in geosciences, s.l: Pergamon/Elsevier, 1994.
- Jensen, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres. Tradução da 2a. edição. J. C. N. Epiphanyo (org.). São José dos Campos: Parêntese Editora. 672 p.
- Robinson, A. H.; Sale, R. D.; Morrison, J. L.; Muehrcke, P. C. Elements of Cartography. John Wiley and Sons (Ed.), New York, 106-136, 1978.
- Schowengerdt, R.A. Remote sensing: models and methods for image processing. 3a. Ed. United States of America: Elsevier, 2007. 515p. ISBN: 978-0-12-369407-2

## SER-301-3 - Análise Espacial de Dados Geográficos

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** SER-300-4

**Professores:** Dr. Antonio Miguel Vieira Monteiro (Docente PGSER) - **Responsável**

Dr. Eduardo Celso Gerbi Camargo (DIOTG)

Dr. Carlos Felgueiras (DIOTG)

Dra. Jussara Ortiz (DIOTG)

### **PROGRAMA:**

Oferecer um curso que apresente as principais técnicas de Análise Espacial no contexto de estudos de fenômenos espaço-temporais, incluindo Estatística Espacial, Geoestatística, Regressão Espacial, e Modelagem Dinâmica espacialmente explícita. O objetivo do emprego das técnicas de Análise Espacial é buscar revelar e descrever os padrões existentes nos dados geográficos e estabelecer, preferencialmente de forma quantitativa, mas não exclusivamente, os relacionamentos entre as diferentes variáveis geográficas e os fenômenos em estudo. O problema da análise espacial. Componentes da análise espacial: exploração, consulta, manipulação e modelagem. Tipos de análise espacial. 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.

Suzana Fucks; Marília Sá Carvalho; Gilberto Câmara; Antonio Miguel V. Monteiro Análise Espacial de Dados Geográficos. Brasília, EMBRAPA, 2004. (Versão on-line AQUI!) Roger S. Bivand, Edzer J. Pebesma & Virgilio Gómez-Rubio, Applied Spatial Data Analysis with R, 2nd Edição de 2013

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

## SER-319-3 - Sensoriamento Remoto Hiperespectral

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Professor Responsável:** Dr. Lênio Soares Galvão (Docente PGSER)

### PROGRAMA:

Introdução e conceitos básicos; sensoriamento remoto multiespectral e hiperespectral; imagens e espectros; cubo hiperespectral; sensores hiperespectrais aerotransportados e orbitais; futuras missões hiperespectrais; fatores que afetam a aquisição de dados hiperespectrais; reflectância espectral dos materiais (p.ex., água, vegetação, rochas, solos, materiais urbanos); pré-processamento de imagens hiperespectrais; efeitos atmosféricos; correção atmosférica de imagens hiperespectrais; métodos empíricos, semi-empíricos e físicos; índices hiperespectrais de vegetação; cálculo da profundidade de bandas de absorção; processamento de imagens hiperespectrais; detecção de objetos em imagens hiperespectrais (técnicas SAM e SFF); modelo linear de mistura espectral (MLME); seleção de endmembers: métodos simples e elaborados; imagens-frações; estado-da-arte dos estudos hiperespectrais e de suas aplicações..

### BIBLIOGRAFIA:

- Borengasser, M.; Hungate, W. S.; Watkins, R. (2007). Hyperspectral remote sensing: principles and applications. New York: CRC Press. 128 pp.
- Chuvieco, E. (2016). Fundamentals of satellite remote sensing - An Environmental Approach. Second Edition. New York: CRC Press. 468 pp.
- Eismann, M. T. (2012). Hyperspectral remote sensing. London: SPIE. 748 pp.
- Jensen, J. R. (2009). Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. Tradução por J. C. N. Epiphanyo, A. R. Formaggio, A. R. Santos, B. F. T. Rudorff, C. M. Almeida e L. S. Galvão. São José dos Campos: Parêntese. 598 pp.
- Thenkabail, P. S.; Lyon, J. G.; Huete, A. (2018). Hyperspectral remote sensing of vegetation. Second Edition; volumes I to IV; Boca Raton, FL: Taylor & Francis. 1478 pp.
- van der Meer, F.; de Jong, S. M. (2001). Imaging spectrometry: basic principles and prospective applications. Dordrecht, Netherlands: Springer. 426 pp.
- Shimabukuro, Y. E.; Ponzoni, F. J. Mistura Espectral: modelo linear e aplicações. Oficina de Textos, 2017.



## SER-338-3 - Modelagem Dinâmica Espacial

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisito:** Conhecimentos de SIG

**Professor Responsável:** Dra. Cláudia Maria de Almeida (Docente PGSER)

### 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, LCM-Terrset, TerraME e outros. Modelos 3-D: PC Raster, TITAN 2D, EROSION 3D. 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 (convencional e adaptada). 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). Spatial SQL para determinação de parâmetros morfológicos de manchas.

### BIBLIOGRAFIA:

- Batty, M. GeoComputation using cellular automata. In: Openshaw, S.; Abraham, 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](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.
- Torrens, 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:

- Aburas, M.M.; Ho, Y.M.; Ramli, M.F.; Ash'aari, Z.H. Improving the capability of an integrated CA-Markov model to simulate spatio-temporal urban growth trends using an Analytical Hierarchy Process and Frequency Ratio. Int. J. Appl. Earth Obs. 2017, 59, 65–78, doi.org/10.1016/j.jag.2017.03.006.
- Al-Kheder, S.; Wang, J.; Shan, J. Fuzzy inference guided cellular automata urban-growth modelling using multi-temporal satellite images. Int. J. Geogr. Inf. Sci. 2008, 22, 1271–1293, doi.org/10.1080/13658810701617292.
- 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.
- Marceau, D.J.; Moreno, N. An object-based cellular automata model to mitigate scale dependency. In *Object-Based Image Analysis. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*. Blaschke, T., Lang, S., Hay, G. J., Eds.; Springer: Berlin, Heidelberg, Germany, 2008, pp. 43–71, doi.org/10.1007/978-3-540-77058-9\_3.
- Mas, J. F.; Kolb, M.; Paegelow, M.; Olmedo, M. T. C.; Houet, T. Inductive pattern-based land use/cover change models: A comparison of four software packages. *Environmental Modelling & Software*, v. 51, p. 94-111, 2014.
- O'Sullivan, D. Graph-cellular automata: a generalised discrete urban and regional model. *Environ. Plann. B*. 2001, 28, 687–705, doi.org/10.1068/b2707.
- 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.
- Xing, W.; Qian, Y.; Guan, X.; Yang, T.; Wu, H. A novel cellular automata model integrated with deep learning for dynamic spatio-temporal land use change simulation. *Comput. Geosci.* 2020, 137, 104430, doi.org/10.1016/j.cageo.2020.104430.
- Xu, X.; Zhang, D.; Liu, X.; Ou, J.; Wu, X. A. Simulating multiple urban land use changes by integrating transportation accessibility and a vector-based cellular automata: a case study on city of Toronto. *Geo-spati. Inf. Sci.* 2022, doi.org/10.1080/10095020.2022.2043730.

## 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

**Professores:** Dr. Douglas Fco. Marcolino Gherardi – **Responsável** (Docente PGSER)

Dr. João Antonio Lorenzetti (Docente PGSER)

Dr. Luciano Ponzi Pezzi (Docente PGSER)

### PROGRAMA:

1) Introdução à oceanografia física. Circulação geral da atmosfera e movimento nos oceanos. Processos oceânicos de grande escala e de mesoescala. 2) Calibração e validação de dados de satélites. 3) Interação da radiação eletromagnética com a água do mar. Cor do mar. 4) Estimativa da temperatura da superfície do mar por satélite, princípios e aplicações. 5) Aplicações de microondas ao monitoramento oceânico. Radar difusômetro, radar de abertura sintética e radar altimétrico. 6) Aplicações de sensoriamento remoto à modelagem oceânica. 7) Aplicações de sensoriamento remoto ao estudo de ecossistemas costeiros. Princípios de conservação da biodiversidade e de gerenciamento integrado da zona costeira. 8) Utilização de bases de dados globais. 9) Projeto prático de pesquisa.

### BIBLIOGRAFIA:

- Curlander, J.C.; Medonough, R.N. (1991). Synthetic Aperture Radar: systems and signal processing. New York, Wiley, 647 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.
- Lorenzetti, J.A. (2015) Princípios Físicos de Sensoriamento Remoto. Blucher, 293 pp.
- Henderson, F.M.; Lewis, A.J. (1998). Principles & Applications of Imaging Radar: Manual of Remote Sensing. New York, John Wiley, 860 pp.
- Martin, S. (2008) An introduction to ocean remote sensing. Cambridge University Press (UK), 426 pp.
- Mobley, C., Boss, E., Roesler, C. (acessado em 11/2021). Ocean Optics Web Book <<http://www.oceanopticsbook.info/>>
- Robinson, I.S. (2010). Discovering the Ocean from Space, the Unique Applications of Satellite Oceanography. Springer-Praxis Books in Geophysical Sciences, Chichester, 621 pp.
- 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.
- Martin, S. (2014). An Introduction to Ocean Remote Sensing. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139094368.
- Souza, R. B. (2005). Oceanografia por Satélite (segunda edição). 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.
- Vignudelli, S., Kostianov, A. G., Cipollini, P., Benveniste, J. (2011). Coastal Altimetry, Springer Verlag, 565 pp.

## SER-410-3 - Processamento de Imagens SAR

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** SER-332-3 Radar imageador: princípios e aplicações

**Professores Responsáveis:** Dr. José Claudio Mura (Docente PGSER)

Dr. Sidnei João Siqueira Sant'Anna (Docente PGSER)

### **PROGRAMA:**

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 diferencial SAR.

### **BIBLIOGRAFIA:**

- Elachi, C. Spaceborne radar remote sensing: application and techniques. IEEE Press 1988.
- Ghiglia, D., C.; Prit M., D., Two-dimensional Phase Unwrapping- Theory, Algorithms and Software, John Wiley & Sons, Inc, 1998.
- Henderson, F., M.; Lewis, A. J., Principles & Applications of Imaging Radar – Manual of Remote Sensing – Third Edition, Vol. 2, John Wiley & Sons, Inc, 1998.
- Cumming, I. G.; Wong, F. H., Digital Processing of Synthetic Aperture Radar Data, Artech House-London, 2005.
- Curlander, J. C., Robert N. McDonough, Synthetic Aperture Radar Systems and Signal Processing, John Wiley& Sons, New York, 1991.
- Kampes, B. M., Radar Interferometry – Persistent Scatterer Technique. Springer, 2006.
- Kingsley, S.; Quegan, S. Understanding radar systems. McGraw Hill, 1992.
- Lee J. S.; Pottier E., Polarimetric Radar Imaging – From the Basics to Applications, CRC Press, 2009.
- Meier, E.; Frei, U.; Nuesch, D. Precise Terrain Correct Geocoded Images. In: SAR geocoding: data and systems. Karlsruhe: Wichmann Verlag, 1993.
- Oliver, C.; Quegan S., Understanding Synthetic Aperture Radar Images, Artech House, 1998.
- Trevett, J. W., Imaging radar for resources surveys. London: Chapman and Hall, 1986.
- Ulaby, F. T.; Elachi, C., Radar Polarimetry for Geoscience Applications. Artech House, 1990.
- Ulaby, F.T.; Moore, R.K.; Fung A.K. Microwave remote sensing. Vols. 1,2,3. Addison Wesley, 1992.

## 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**

**Professores Responsáveis:** Dra. Leila Maria Garcia Fonseca (Docente PGSER)  
Dr. Thales Sehn Korting (Docente PGSER)

### **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.

## SER-459-3 - Tópicos Avançados em Florestas

**Carga Horária:** 45 horas-aulas

**Total de créditos:** 3 (Três)

**Disciplina optativa**

**Pré-requisitos:** não há

**Professores Responsáveis:** Dr. Luiz E. O. e Cruz de Aragão (Docente PGSER)  
Dra. Liana Oighenstein Anderson (Docente PGSER)

### PROGRAMA:

Definição e conceituação. A disciplina trata das funções das florestas para a estabilidade planetária, abordando suas relações com o clima e todo o contexto socio-econômico-ambiental. São abordados temas referentes ao ciclo do carbono, o papel das florestas nas emissões de C e seu potencial de assimilação, assim como a relevância das florestas no contexto do desenvolvimento sustentável. Os tópicos, abordam as respostas das florestas às mudanças ambientais e seus efeitos no funcionamento das florestas tropicais. Técnicas avançadas de Sensoriamento Remoto e ferramentas analíticas para estudos das dinâmicas da vegetação são exploradas teórica e tecnicamente.

### BIBLIOGRAFIA:

- Laszlo Nagy, Bruce R. Forsberg, Paulo Artaxo (edts). Interactions Between Biosphere, Atmosphere and Human Land Use in the Amazon Basin. ISSN 0070-8356 ISSN 2196-971X (electronic), Ecological Studies. ISBN 978-3-662-49900-9 ISBN 978-3-662-49902-3 (eBook), DOI 10.1007/978-3-662-49902-3. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-49902-3>
- Laura Borma e Carlos Nobre (edts.). Secas na Amazônia: causas e consequências. ISBN:9788579750786. Disponível em: <https://www.lojaofitexto.com.br/secas-na-amazonia-causas-e-consequencias/p>
- Alberto W. Setzer, Nelson Jesuz Ferreira (Eds) Queimadas e incêndios florestais: mediante monitoramento orbital. Páginas 296, ISBN 978-85-7975-318-3, 2021.
- ARAGÃO, L. E. O. C.; POULTER, B.; BARLOW, J. B.; Anderson, Liana O.; MALHI, Y.; SAATCHI, S.; Phillips, O. L.; Gloor, E. Environmental change and the carbon balance of Amazonian forests. *Biological Reviews*, v. 2014, p. n/a-n/a, 2014. doi:10.1111/brv.12088
- ANDERSON, L.O.; RIBEIRO NETO, G.; CUNHA, A.P.; FONSECA, M.G.; MENDES, Y. M. ; DALAGNOL, R.; WAGNER, F.H.; ARAGÃO, L.E.O.C. Vulnerability of Amazonian forests to repeated droughts. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2018 373 20170411; doi:10.1098/rstb.2017.0411, 2018.
- ARAGÃO, L.E.O.C.; ANDERSON, L.O.; FONSECA, M.G.; ROSAN, T.M.; VEDOVATO, L.; WAGNER, F.; SILVA, C.; JUNIOR, C.; ARAI, E.; AGUIAR, A.P.; BARLOW, J.; BERENQUER, E.; DEETER, M.; DOMINGUES, L.; GATTI, L.; GLOOR, M.; MALHI, Y.; MARENGO, J.; MILLER, J.; PHILLIPS, O.; SAATCHI, S. 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. *Nature Communications*, 9, (536), doi:10.1038/s41467-017-02771-y
- BARBOSA, M. L.; HADDAD, I.A; DA SILVA N.A. L.; MÁXIMO S., G.; VEIGA, R.M; HOFFMANN, T. B.; ROSANE DE SOUZA, A.; DALAGNOL, R.; STREHER, A.S.; SOUZA PEREIRA, F. R.; ARAGÃO, L.E.O.C; ANDERSON, L.O. Compound impact of land use and extreme climate on the 2020 fire record of the Brazilian Pantanonlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/geb.13563a. *GLOBAL ECOLOGY AND BIOGEOGRAPHY*, 2022. <https://doi.org/10.1111/geb.13563>
- SILVA JUNIOR CHL; ARAGÃO L; ANDERSON Liana O.; FONSECA M; SHIMABUKURO Y; VANCUTSEM C; ACHARD F; BLEUCHE R; NUMATA I; SILVA C; MAEDA E; LONGO M; SAATCHI S. Persistent collapse of biomass in Amazonian forest edges following deforestation leads to unaccounted carbon losses. *Science Advances* 30 Sep 2020, Vol. 6, no. 40, eaaz8360, DOI: 10.1126/sciadv.aaz8360

SILVEIRA, M.V.F.; PETRI, C.A.; BROGGIO, I.S.; CHAGAS, G.O.; MACUL, M.S.; LEITE, C.C.S.S.; FERRARI, E.M.M.; AMIM, C.G.V.; FREITAS, A.L.R.; MOTTA, A.Z.V.; CARVALHO, L.M.E.; SILVA JUNIOR, C.H.L.; ANDERSON, Liana O.; ARAGÃO, L.E.O.C. Drivers of Fire Anomalies in the Brazilian Amazon: Lessons Learned from the 2019 Fire Crisis. Land 2020, 9, 516.  
<https://doi.org/10.3390/land9120516>

HEINRICH, V.H., DALAGNOL, R., CASSOL, H.L., ROSAN, T.M., DE ALMEIDA, C.T., JUNIOR, C.H.S., CAMPANHARO, W.A., HOUSE, J.I., SITCH, S., HALES, T.C. AND ADAMI, M., 2021. LARGE CARBON SINK POTENTIAL OF SECONDARY FORESTS IN THE BRAZILIAN AMAZON TO MITIGATE CLIMATE CHANGE. NATURE COMMUNICATIONS, 12(1), PP.1-11.

Ponzoni, F.J., Shimabukuro, Y.E., Kuplich, T.M. 2012. Sensoriamento remoto da vegetação. São Paulo, Oficina de Textos, 2ª edição, 160p.

**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 36 créditos**

\* Atividade obrigatória em cada período letivo, para todo aluno em fase de pesquisa; Será 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 12 de dezembro de 2023*