

# **CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SISTEMA TERRESTRE**

---

---

## **Coordenador Acadêmico**

Plínio Carlos Alvalá, Doutor, INPE, 1995

## **Corpo Docente**

### **Docentes Permanentes**

Angélica Giarolla – Doutora, UNICAMP, 2003  
Ana Paula Dutra de Aguiar, Doutora, INPE, 2006  
Antonio Donato Nobre, Ph.D., Univ. of New Hampshire, 1994  
Carlos Afonso Nobre, Ph.D., MIT, 1983  
Celso von Randow, Ph.D., Wageningen Univ. and Research Centre, 2007  
Chou Sin Chan, Ph.D., Univ. of Reading, 1993  
Dalton de Morisson Valeriano, Ph.D., Univ. Of Califórnia, 1996  
Diogenes Salas Alves, Doutor, Univ. de Paris, 1983  
Énio Bueno Pereira, Ph.D., W.M.Rice University, 1980  
Gilberto Câmara, Doutor, INPE, 1995  
Gilvan Sampaio de Oliveira, Doutor, INPE, 2008  
Javier Tomasella, Doutor, UFRGS, 1995  
Jean Pierre Henry Balbaud Ometto, Doutor, USP, 2001  
José Antônio Marengo Orsini, Ph.D., Univ. of Wisconsin, 1991  
Laura de Simone Borma, Doutora, UFRJ, 1998  
Maria Cristina Forti, Doutora, USP, 1989  
Maria Isabel Sobral Escada, Doutora, INPE, 2003  
Myanna Hvid Lahsen, Ph.D., Rice Univ., 1998  
Osmar Pinto Júnior, Doutor, INPE, 1984  
Paulo Nobre, Ph.D., Univ. of Maryland, 1993  
Plínio Carlos Alvalá, Doutor, INPE, 1995  
Regina Célia dos Santos Alvalá, Doutora, INPE, 1993  
Roberto Araújo de Oliveira Santos Júnior, Doutor, Univ. de Paris, 1993  
Silvana Amaral Kappel, Doutora, USP, 2003

### **Docentes Colaboradores**

Antonio Miguel Vieira Monteiro, DPhil., Univ. Sussex, UK, 1993  
Camilo Daleles Rennó, Doutor, INPE, 2003  
Daniel Andrés Rodriguez, Doutor, INPE, 2011  
Karla Maria Longo de Freitas, Doutora, IF-USP, 1999  
Kleber Pinheiro Naccarato, Doutor, INPE, 2005  
Luz Adriana Cuartas Pineda, Doutora, INPE, 2008  
Mariane Mendes Coutinho, Ph.D., University of Reading, 2004  
Patrícia Fernanda do Pinho Koberle, Doutora Univ. da Califórnia Davis, 2007

### **Colaboradores Externos**

Ana Luisa Kerti Mangabeira Albernaz, Doutora, INPA, 2001  
Andrea Siqueira, Ph.D., Indiana University, 1997  
Bertha Koiffmann Becker, Doutora, UFRJ, 1970  
Christovam Barcellos, Doutor, UFF, 1985  
Eduardo Brondizio, Ph.D., Indiana University, 1996  
Eduardo Delgado Assad, Ph.D., Université de Montpellier II, 1987  
Eduardo José Viola, Doutor, USP, 1982  
Emilio Lebre de Larovere, Ph.D., École des Hautes Études en Sciences Sociales, 1980  
Emílio Moran, Ph.D., University of Florida, 1975  
Francisco de Assis Costa, Ph.D., Freie Universität Berlin , 1988  
Franz Josef Bruseke, Ph.D., Westfälische Wilhelms Universität, 1982  
Ignacy Sachs, Ph.D., New Delh, 1961  
José Marcos Pinto da Cunha, Doutor, UNICAMP, 1984  
Leila Costa Ferreira, Doutora, UNICAMP, 1992  
Luiz Cláudio Costa, Ph.D., University of Reading, 1994  
Marcos Silveira Buckeridge, Ph.D., University Of Stirling, 1994  
Marília Sá Carvalho, Doutora, UFRJ, 1997  
Paulo Justiniano Ribeiro Júnior, Ph.D., Lancaster University, 2002  
Philippe Marie Léna, Ph.D., Univ. de Paris, 1980  
Renato Martins Assunção, Ph.D., University of Washington, 1994  
Sandra de Souza Hacon, Doutora, UFF, 1996

## **CURSO DE CIÊNCIA DO SISTEMA TERRESTRE**

---

---

### **PROGRAMAÇÃO ANUAL PARA O DOUTORADO**

#### **1º Período Letivo**

<b>CST-201-4</b>	Introdução à Ciência do Sistema Terrestre*	Dr. Carlos Afonso Nobre
<b>CST-300-3</b>	Fundamentos das Ciências Sociais: Perspectiva Interdisciplinar*	Dr. Roberto Araújo de Oliveira Santos Júnior Dr. Diógenes Salas Alves, Dra. Myanna Hvid Lahsen
<b>CST-311-0</b>	Metodologia de Pesquisa Científica*	Dr. Gilberto Câmara
<b>CST-501-0</b>	Seminários de Pesquisa Interdisciplinar*,#.	Dr. Celso von Randow

#### **2º Período Letivo**

<b>CST-306-3</b>	Setor Elétrico e o Meio Ambiente	Dr. Osmar Pinto Júnior
<b>CST-307-3</b>	Energia e o Meio Ambiente	Dr. Ênio Bueno Pereira
<b>CST-308-3</b>	Desastres Naturais	Dra. Regina Célia dos Santos Alvalá Dra. Chou Sin Chan
<b>CST-310-3</b>	População, Espaço e Meio Ambiente	Dr. Antonio Miguel Vieira Monteiro Dra. Silvana Amaral Kampel
<b>CST-312-3</b>	Padrões e Processos em Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra	Dra. Maria Isabel Sobral Escada
<b>CST-323-4</b>	Introdução à Modelagem do Sistema Terrestre*	Dr. Gilberto Câmara Dra. Mariane Mendes Coutinho
<b>CST-318-3</b>	Processos Hidrológicos	Dr. Camilo Daleles Rennó Dra. Laura de Simone Borma
<b>CST-321-3</b>	Paleoclimatologia	Dr. Gilvan Sampaio de Oliveira Dr. Manoel Ferreira Cardoso
<b>CST-501-0</b>	Seminários de Pesquisa Interdisciplinar*,#.	Dr. Celso von Randow

### **3º Período Letivo**

<b>CST-324-4</b>	Ciclos Biogeoquímicos Globais	Dr. Jean Pierre Henry Balbaud Ometto Dr. Antônio Donato Nobre Dr. Plínio Carlos Alvalá Dra. Maria Cristina Forti
<b>CST-304-3</b>	Fundamentos de Ecologia e de Modelagem Ambiental Aplicados à Conservação da Biodiversidade	Dr. Dalton de Morisson Valeriano Dra. Silvana Amaral Kampel Dr. Camilo Daleles Rennó
<b>CST-313-3</b>	Mudanças Climáticas Globais: Modelagem e Observações	Dr. José Antônio Marengo Orsini, Dr. Gilvan Sampaio de Oliveira
<b>CST-315-3</b>	Antropologia, Sociologia e Mudanças Ambientais Globais	Dra. Myanna Hvid Lahsen
<b>CST-319-3</b>	Modelagem Hidrológica	Dr. Javier Tomasella, Dra. Luz Adriana Cuartas Pineda
<b>CST-320-3</b>	Interações Biosfera-Atmosfera	Dr. Celso von Randow
<b>CST-400-3</b>	Modelagem do Sistema Atmosfera-Oceano	Dr. Paulo Nobre
<b>CST-401-3</b>	Modelagem de Mudanças de Uso e Cobertura da Terra	Dra. Ana Paula Dutra de Aguiar
<b>CST-322-3</b>	Conservação do solo: importância para a biodiversidade	Dra. Angélica Giarolla
<b>CST-325-3</b>	Mudanças Hidrológicas	Dr. Daniel Andres Rodriguez
<b>CST-326-4</b>	Fenômenos Elétricos Globais	Dr. Kleber Pinheiro Naccarato
<b>CST-501-0</b>	Seminários de Pesquisa Interdisciplinar*,#.	Dr. Celso von Randow

\* **Disciplinas obrigatórias.** Todas as demais disciplinas são optativas.

# **Todos os alunos deverão assistir o número de seminários de acordo com o Regimento do Curso vigente.**

# CURSO DE CIÊNCIA DO SISTEMA TERRESTRE

---

---

## EMENTAS DAS DISCIPLINAS

### 1º PERÍODO LETIVO

<b>CST-201-4</b>	<b>Introdução à Ciência do Sistema Terrestre</b>
------------------	--

A ciência do Sistema Terrestre pode ser definida de maneira simples como aquela que trata da complexa dinâmica de interações entre sistemas naturais e sistemas humanos. As interações entre mudanças ambientais e sociedades humanas apresentam uma longa e complexa história que se estende por milênios; porém, as alterações mais significativas aconteceram fundamentalmente no último século. As atividades humanas atingiram dimensão global e tal profundidade que alteram a Terra de modo até mesmo a ameaçar os sistemas que mantêm a vida, dos quais a humanidade depende. Estas alterações têm ocorrido com grande magnitude desde a Revolução Industrial, de modo a caracterizar-se quase como uma nova época geológica-- o Antropoceno. Esta disciplina descreve o que é conhecido do Sistema Terrestre e o impacto das mudanças causadas pelas ações humanas. Irá abordar as conseqüências destas mudanças com respeito à estabilidade do Sistema Terrestre e o bem-estar da humanidade e, de modo geral, da vida na Terra. Finalmente, irá explorar trajetórias futuras da Ciência do Sistema Terrestre em apoio à sustentabilidade global. Sempre que factível, ilustrações e exemplos utilizarão mudanças ambientais na América do Sul, especialmente no Brasil. Esta disciplina também servirá para introduzir alguns elementos da modelagem de sistemas naturais, especialmente a atmosfera, oceanos, vegetação e ciclos biogeoquímicos globais.

#### **Ementa**

Parte I: Um sistema terrestre integrado. Máquina planetária: a dinâmica do sistema terrestre antes de significativa influência humana. O Antropoceno: como a humanidade está alterando o sistema terrestre. Reverberações das mudanças: as respostas do sistema terrestre às atividades humanas. Convivendo com as mudanças globais: conseqüências das mudanças no sistema terrestre para o bem-estar da humanidade. O avanço da ciência do sistema terrestre e a sustentabilidade global.

Parte II: Introdução à Modelagem dos componentes naturais do Sistema Terrestre: Modelos Integrados do Sistema Terrestre: conceitos e estado da Arte; Modelagem dos componentes do Sistema Natural: atmosfera, oceanos, vegetação, ciclo de carbono, ciclo hidrológico.

#### **Bibliografia**

#### **Livro-Texto**

Steffen et al., 2004. Global Change and the Earth System. A Planet under Pressure. IGBP Book Series. Springer Verlag, 336 p. + 258 figs. (ISSN 1619-2435; ISBN 3-540-40800-2).

## Referências

- Constanza, R., L.J. Graumlich, W. Steffen (Editors), 2007. **Sustainability or Collapse? An Integrated History and Future of People on Earth.** Dahlem Workshop Reports. MIT Press, 495 p (ISBN 10: 0-262-03366-6).
- Gash, J., C.A. Nobre, J. M. Roberts, R. L. Victoria (Editors), 1996. **Amazonian Deforestation and Climate.** John Wiley and Sons, 611 p. (ISBN 0-471-96734-3)
- IPCC Assessment Reports 2007. Working I Report “The Physical Science Basis”; Working Group II Report “Impacts, Adaptation and Vulnerability”; Working Group III Report “Mitigation of Climate Change”; Climate Change 2007: Synthesis Report. Disponíveis em de www.ipcc.ch.
- Kabat, P et al. (Editors), 2004. **Vegetation, Water, Humans and Climate.** IGBP Book Series, Springer Verlag, with 566 p., 246 figs. (ISSN 1619-2435, ISBN 3-540-42400-8)
- Markgraf, V. (Editor), 2001. **Interhemispheric Climate Linkages.** Academic Press, 454 p. (ISBN 0-12-472670-4).
- Nobre et al., 2004. **The Amazonian Climate.** In: Kabat, P et al. (Editors). **Vegetation, Water, Humans and Climate.** IGBP Book Series, Springer Verlag, pp. 79-88.
- Steffen, W., Jäger, J., Carson, D., Bradshaw, C. (Editors), 2002. **Challenges of a changing Earth: Proceedings of the Global Change Open Science Conference, Amsterdam, The Netherlands, 10-13 July 2001.,** IGBP Book Series, Springer Verlag, with 216 p., 7 tables, 101 figs (ISSN 1619-2435; ISBN 3-540-43308-2).
- Washington, W. and C. L. Parkinson, 2005. **An Introduction to Three-Dimensional Climate Modeling,** 2<sup>nd</sup> ed. University Science Books, 354 p. (ISBN 1-891389-35-1).

<b>CST-300-3</b>	<b>Fundamentos das Ciências Sociais: Perspectiva Interdisciplinar</b>
------------------	---

Esse curso tem por objetivo i) introduzir a alguns dos principais debates fundadores e situar os grandes paradigmas das ciências sociais no contexto (social, político, econômico) de sua emergência; ii) estudar o problema da construção (representação) do objeto nas ciências sociais e sua importância na articulação entre disciplinas; iii) introduzir a algumas das principais dimensões humanas das mudanças ambientais tal como têm sido abordadas sob a perspectiva das ciências sociais; iv) Ministar leituras e interpretação de textos escolhidos em função de sua representatividade e relevância para os assuntos tratados. As avaliações escritas constarão de (2) provas e (1) trabalho sobre um tema escolhido pelo aluno sob orientação do docente.

### **Ementa:**

- (O evolucionismo sociológico e seus críticos no século XIX)
  - a emancipação da explicação sociológica da biologia e da religião; (Solidariedade e anomia – E. Durkheim)
    - Sociedade do risco (Beck); sociedade de massas e sociedade de consumo
    - “Representando a sociedade para si mesma”
- Estado, Mercado e Sociedade Civil face aos paradigmas do Ambientalismo

- a. O caso da Amazônia brasileira
  - b. Correntes ambientalistas e as novas premissas da mobilização social
  - c. “Governança” e dependência social Ordenação territorial (na concepção da C.F. de 1988) e “Cooperação” Internacional para preservação/conservação.
  - d. A “questão institucional” I : participação política, “capital social” e gestão dos recursos. Negociações internacionais sob a égide da Convenção da Biodiversidade Biológica.
  - e. A “questão institucional” II : Mudanças climáticas, gestão social e políticas públicas. Negociações internacionais sob a égide da Convenção do Clima.
3. Paradigma fundiário e paradigma ambiental – o caso brasileiro
    - a. A questão da terra no campo político brasileiro
    - b. A questão ambiental no campo político brasileiro

### **Bibliografia**

#### **Leitura introdutória**

Vila Nova, S.: **Introdução à sociologia**, São Paulo, Ed. Atlas, 2009.

#### **Referências**

- Alves, D.S.: “Taking things public: a contribution to address human dimensions of environmental change” in *Philosophical Transactions of Royal Society* (2008)  
<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/363/1498/1903.full.pdf+html>
- Araújo, R. “Os pesquisadores e o desenvolvimento regional: no meio do redemoinho” in De Robert, P. & Forline L. (orgs.) *Dialogues Amazoniens: études indigenistes du Museu Paraense Emilio Goeldi (Brésil)*, Paris, número spécial des Ateliers de Caravelle (n. 18, décembre 2001).
- Batistella, M.; Moran, E.; Alves, D. (orgs.): *Amazônia: Natureza e Sociedade em Transformação*, São Paulo, Edusp 2008
- Beck, U.: *La société du risque: sur la voie d’une autre modernité* Paris, Flammarion 2006
- Beck, U.; Wolfgang Bonss ; Christoph Lau “The Theory of Reflexive Modernization. Problematic, Hypotheses and Research Programme” *Theory, Culture & Society*, 20 (2), 1-33 (2003).  
 DOI: 10.1177/0263276403020002001
- Bourdieu, P. The Forms of Capital  
<http://econ.tau.ac.il/papers/publicf/Zeltzer1.pdf>
- Esquisse d’une théorie de la pratique* Paris, Ed. Seuil 2000
- Langage et Pouvoir Symbolique*, Paris, Ed. Seuil, 2001
- Brandão, G.M. “Linhagens do Pensamento Político Brasileiro”, *DADOS - Revista de Ciências Sociais*, 48 (2), 231-269, 2005
- Brondizio, E. S. (2008) “The Amazonian Caboclo and the Açaí palm: Forest Farmers in the Global Market.” *Advances in Economic Botany Monograph Series Vol. 16*. New York: New York

- Crozier, M., Friedberg, E. *L'Acteur et le Système: les contraintes de l'action collective*, Paris, Ed. du Seuil, 1977
- De Sardan, O. – *Anthropologie et développement – essai en socio-anthropologie du changement social*, Paris, Ed. Karthala, 1995
- Da Cunha, M. C. 1999. “Populações tradicionais e a Convenção da Diversidade Biológica”. *Estudos Avançados*, 13: 147-163.
- Durham, E. R., “Malinowski, Vida e Obra” in Malinowski B., *Argonautas do Pacífico Ocidental São Paulo, Abril Cultural (Os Pensadores)*, 1978
- Durkheim, E. *As Regras do Método Sociológico* São Paulo, Companhia Ed. Nacional, 1978
- Durstun, J. ¿Qué es el capital social comunitario? Santiago de Chile, Naciones Unidas Cepal/Eplac 2000
- Escobar, A. , *Encountering Development – the making and unmaking of the third world – Princeton Univ. Press, N. Jersey*, 1995
- Ferguson, J. Akhil, Gupta. *Spatializing states: toward an ethnography of neoliberal governmentality in American Ethnologist – Journal of American Anthropological Association vol. 29 n.04 november 2002*
- Gibson, C.C; Ostrom E.; Ahn T. K.: “The concept of scale and the human dimensions of global change: a survey” in *Ecological Economics* 32 (2000) 217–239
- Habermas, J. *O Discurso filosófico da modernidade – doze lições* São Paulo, Martins Fontes, 2000
- Théorie de l'Agir Communicationnel tome 2 : pour une critique de la raison fonctionnaliste* Paris, Fayard, 1987
- Harvey, D. “O ajuste espacial. Hegel, von Thunnen e Marx.” In D. Harvey *A produção capitalista do espaço*, São Paulo: Anna Blumme, 2006 (2ª edição).
- Jolivet M.J. et Léna Ph., 2000, « Des Territoires aux Identités », in Jolivet M.J et Léna Ph. (eds.), *Autrepart - Logiques identitaires, logiques territoriales*, no 14, p. 5-16.
- Latour. B., *Jamais fomos modernos*, São Paulo, Ed. 34, 1994
- Lins Ribeiro, G.; Little, P. “Neo-liberal recipes, environmental cooks: The transformation of Amazonian agency.” In: *The third wave of modernization in Latin America: Cultural perspectives on neoliberalism*. Lynne Phillips, ed., pp. 175-192. Wilmington, DE: Scholarly Resources. 1998
- Mauss, M., *Sociologie et Anthropologie*, Paris, PUF, 1950
- Melatti, J.C, “Introdução” in Radcliffe-Brown: *Antropologia* São Paulo, Ática, 1978
- Miceli, S. “Introdução : A força do sentido” in Bourdieu P. *A Economia das Trocas Simbólicas* São Paulo, Ed. Perspectiva, 1987

- Mirowski, P. What's Khun got to do with it? In *Social Epistemology*, 2003, VOL. 17, Ns. 2 & 3, 229–239
- O'Dwyer, E.C., *Seringueiros da Amazônia: dramas sociais e o olhar antropológico*, Niterói, EdUFF, 1998
- Pádua, J.A. 2000. "A profecia dos desertos da Líbia: Conservação da natureza e construção nacional no pensamento de José Bonifácio". In: *RBCS*, 15 (44), 119-142.
- Parsons, T. : *The Social System* London : Routledge & Kegan Paul, 1951.  
[http://books.google.com.br/books?id=t2vkBZy1kdQC&dq=talcott+parsons&printsec=frontcover&source=bl&ots=BtPOYEgoMq&sig=8MhFSw7Gk0rFXkZ5vyM0fQkT2UQ&hl=pt-BR&ei=d1C6SfW8EcH7tgfs2ZnEDQ&sa=X&oi=book\\_result&resnum=5&ct=result#PPP12,M1](http://books.google.com.br/books?id=t2vkBZy1kdQC&dq=talcott+parsons&printsec=frontcover&source=bl&ots=BtPOYEgoMq&sig=8MhFSw7Gk0rFXkZ5vyM0fQkT2UQ&hl=pt-BR&ei=d1C6SfW8EcH7tgfs2ZnEDQ&sa=X&oi=book_result&resnum=5&ct=result#PPP12,M1)
- Radcliffe-Brown, A. A., *Structure et fonction dans la société primitive* Paris, Ed. De Minuit, 1968
- Sperber, D.: *Estruturalismo e Antropologia*, São Paulo, Cultrix, 1968
- Thomas K.: *A Estrutura das Revoluções Científicas* São Paulo, Ed. Perspectiva, 2001
- Velho, O, G.: *Capitalismo Autoritário e Campesinato* Rio de Janeiro, DIFEL, 1979
- Weber, M. *A Ética protestante e o Espírito do Capitalismo*
- Economia e Sociedade*, vs. I e II Brasília DF, Ed. UNB (1991 e 1999)
- Weber. D. Cohn (org.), Hucitec "O Estado nacional e a política econômica".
- Weffort, F., *Formação do pensamento político brasileiro* São Paulo, Attica, 2006
- Whiteside, K. H., *Systems theory and skeptical humanism in French ecological thought* In *Policy Studies Journal*, vol. 26, number 04, 1998 (636-656)

<b>CST-311-0</b>	<b>Metodologia de Pesquisa Científica*</b>
<p>O objetivo da disciplina é preparar os alunos do curso para desenvolver atividades de pesquisa como escrever artigos científicos e teses. A parte inicial da disciplina apresenta a visão de consenso sobre o método científico e mostra como essa visão condiciona a estrutura dos trabalhos científicos. A seguir, as aulas tratam das principais fases de um projeto de pesquisa (definição de um tema, construção de argumentos, preparação de documentos e apresentações). A partir dessa visão geral, as aulas tratam dos principais aspectos de redação científica, mostrando-se como estruturar o texto para melhor legibilidade e melhor aceitação pelos pares. Ao final da disciplina, espera-se que o aluno domine as técnicas básicas de escrever bons artigos e teses.</p> <p><b>Ementa:</b>  As bases do método científico. Teses em pesquisa aplicada: o contexto do Brasil e do INPE. Fazer perguntas, encontrar respostas. Como argumentar. Avaliação de teses de outros. Como produzir bons documentos. Como escrever e revisar artigos científicos. Como comunicar seus resultados. Como será sua tese?</p>	

## **Bibliografia**

Wayne Booth, Gregory Colomb, and Joseph Williams, "The Craft of Research". University of Chicago Press, 1995.

Gerald Graff, Cathy Birkenstein, "They Say / I Say": The Moves That Matter in Academic Writing". W. W. Norton & Company, 2014.

Joseph Williams, "Style: Toward Clarity and Grace". University of Chicago Press, 1995.

Karl Popper, "Science: Conjectures and refutations". In: Karl Popper, Conjectures and refutations: The growth of scientific knowledge. Basic Books, 1962.

Karl Popper, "Three Views Concerning Human Knowledge". In Karl Popper, "Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge". London, Routledge, 1965.

<b>CST-501-0</b>	<b>Seminários de Pesquisa Interdisciplinar</b>
------------------	--

Os Seminários Temáticos de Pesquisa tratarão anualmente de diversos temas de interesse do CCST numa perspectiva interdisciplinar. Esses seminários, complementares à formação curricular do Centro, deverão ser proferidos por professores e/ou pesquisadores – mas também gestores públicos – regularmente convidados, que tenham dado contribuição notória aos temas de pesquisa abordados. A participação de convidados reforçará a integração da Divisão – e do Centro como um todo – à novas redes de pesquisa, contribuindo a divulgar as suas atividades no meio acadêmico, consolidando-o como um espaço de sólida reflexão interdisciplinar e exploração científica, e possibilitando ademais um diálogo com gestores preocupados em pensar as políticas públicas na perspectiva da sustentabilidade e das mudanças globais. Estudantes e pesquisadores do CCST deverão também regularmente apresentar seus trabalhos aos colegas, o que suscitará o interesse mútuo pelas pesquisas em curso, criando clima propício para a formação de equipes interdisciplinares.

## **2º PERÍODO LETIVO**

<b>CST-323-4</b>	<b>Introdução à Modelagem do Sistema Terrestre</b>
------------------	--

*Pré-Requisito: Introdução à Ciência do Sistema Terrestre*

Modelos do Sistema Terrestre são utilizados para o estudo dos sistemas naturais (atmosfera, oceanos, criosfera, vegetação, ciclos biogeoquímicos globais, hidrologia, química atmosférica), sistemas humanos (economia, mudanças dos usos da terra, emissão de gases de efeito estufa, saúde, agricultura) e para simular a interação sociedade-natureza. Esta disciplina apresenta as principais características desses modelos, e mostra como eles são construídos e usados.

A primeira parte do curso é focada em Dinâmica de Sistemas, com ênfase em modelos de recursos renováveis e não renováveis. Apresentam-se modelos clássicos como predador-presa e Daisyworld para discutir conceitos como equilíbrio e realimentação. A seguir, discute-se sistemas não-lineares e caóticos e sua relação com modelos climáticos. A segunda parte do curso é focada em modelos de dinâmica social, com ênfase em sistemas complexos. O objetivo do curso é que o aluno entenda bem os conceitos de dinâmica de sistemas e conheça ainda as bases matemáticas de modelos climáticos, do sistema terrestre e de dinâmica social.

### **Ementa**

Estrutura e formulação de modelos. Conceitos de dinâmica de sistemas: estoques e fluxos. Exemplos de dinâmica de sistemas renováveis e não renováveis. Conceitos de modelagem matemática: sistemas dinâmicos, equilíbrio, caos, não-linearidade. Parametrização, calibração e validação de modelos. Conceitos de modelagem social: altruísmo, reciprocidade, teoria de jogos. Exemplos de modelos sociais: sistemas complexos, autômatos celulares, e modelagem baseada em agentes.

### **Bibliografia**

Donnella Meadows, "Thinking in systems : a primer". Chelsea Green Publishing, 2008.

Andrew Ford, "Modeling the Environment". Island Press, 2009.

Kendal McGuffie, Ann Henderson-Sellers, "The Climate Modelling Primer", Wiley-Blackwell, 2014.

Emilio F. Moran, "Environmental Social Science: Human-Environment Interactions and Sustainability". John Wiley, 2010.

Joshua Epstein, Robert Axtell, "Growing artificial societies: social science from the bottom up". Brookings Institution Press, 1996.

<b>CST-306-3</b>	<b>Setor Elétrico e o Meio Ambiente</b>
------------------	---

A disciplina busca integrar as informações existentes sobre o sistema terrestre nas diferentes áreas do conhecimento para o desenvolvimento de novas ferramentas de engenharia aplicadas no combate da vulnerabilidade socioambiental face as mudanças climáticas, em particular aquelas ligadas ao sistema elétrico brasileiro, de modo a contribuir para o desenvolvimento do país.

**Ementa**

1. Conceitos básicos de engenharia aplicada ao meio ambiente.
2. Fontes de Energia: energia hídrica, energia eólica e outras fontes de energia.
3. O setor elétrico brasileiro: conceitos e vulnerabilidades ligadas ao meio ambiente.
4. Principais impactos do meio ambiente sobre a energia elétrica: descargas atmosféricas, ventos, temperatura, umidade.
5. Efeitos climáticos sobre a distribuição, transmissão e geração de energia elétrica.
6. Aplicações de previsão meteorológica de curto, médio e longo prazo voltadas para a melhoria do desempenho dos sistemas elétricos.
7. Desenvolvimento de sistemas computacionais georeferenciados aplicados ao setor elétrico.
8. Eficiência energética.

**Bibliografia**

Atlas de energia elétrica do Brasil, Ed. Annel, Brasília, 2005.

Aguado, E.; Burt, J. E. **Understanding Weather and Climate**, Pearson Education, Inc., 2004.

Dow, K.; Downing, T.E. **The atlas of climate change**, University of California Press, 2006.

Lutgens, F. K.; Tarbuck, E. J. **The atmosphere**, Prentice Hall, 1998.

Pinto Junior, O. **A arte da Guerra contra os raios**, Ed. Oficina de Texto, 2005.

Schaeffer, R.; Szklo, A. S.; Lucena, A. F. P.; Souza, R. R.; Borba, B. S. M. C.; Costa, I. V. L.; Júnior, A. O. P.; Cunha, S. H. F.. **Mudanças climáticas e segurança energética no Brasil**, COPPE, RJ, 2008.

O setor Elétrico Brasileiro: operação, contabilização e comercialização, COMERC, 2006.

Setor elétrico brasileiro: passado e futuro, 10 anos, Ed. Canalenergia, RJ, 2005.

<b>CST-307-3</b>	<b>Energia e o Meio Ambiente</b>
------------------	----------------------------------

A crescente demanda e emprego da energia fóssil nos últimos séculos desencadearam o aquecimento global que, conseqüentemente, levará a importantes mudanças ambientais no futuro próximo. Por sua vez, essas mudanças terão impacto sobre os recursos de energias renováveis, tais como a hidroeletricidade e as energias eólica e solar. Essa disciplina deverá fornecer um panorama integrado sobre o uso e a demanda dos recursos energéticos e sua relação com o desenvolvimento. Será dado particular enfoque aos recursos renováveis de energia. Serão abordados tanto aspectos técnicos como os sociais da questão, particularmente os ligados às políticas de desenvolvimento das

economias de países emergentes. Trata-se, portanto, de uma abordagem de caráter introdutório e, bastante interdisciplinar, inserida no contexto do programa de Ciências do Sistema Terrestre.

#### **Ementa**

1. Energia e desenvolvimento: Principais consumidores de energia; demanda por energia nos países em desenvolvimento.
2. Formas de energia: Leis básicas; eficiência e qualidade de energia; fontes de energia convencional; fontes de energias renováveis.
3. Impactos do clima e do meio ambiente: Impactos na química da atmosfera e hidrosfera; emissões de gases do efeito estufa e particulados; cenários ambientais e climáticos; impactos sobre geração linhas de transmissão e sistemas de distribuição.
4. Condições climáticas e consumo de energia: Clima, consumo e distribuição de energia; efeitos climáticos e a iluminação pública; conforto térmico.
5. Aplicações de previsões meteorológicas de curto e longo prazos no planejamento de geração e distribuição de energia: Princípios básicos; planejamento energético e clima; efeitos climáticos sobre a geração e distribuição da energia.
6. O paradigma do petróleo: Combustível fóssil - energia não renovável.
7. Energia solar: Princípios básicos; energia termo-solar e fotoelétrica; levantamento e exploração do recurso energético; aplicações e implicações.
8. Energia eólica: Princípios básicos; turbinas eólicas; levantamento e exploração do recurso energético; aplicações e implicações.
9. Energia hídrica: Princípios básicos; centrais e pequenas centrais hidroelétricas; levantamento e exploração do recurso energético, aplicações e implicações.
10. Outras formas de energias renováveis.

#### **Bibliografia**

- Amarante, O.A.C., Brower, M., John, Z.; Leite, A. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**, 45pp., Brasília, Fabrica de ideias, 2001.
- Colle, S.; Pereira, E.B. **Atlas de Irradiação Solar do Brasil**. 58pp., Instituto Nacional de Meteorologia, Outubro de 1998.
- Duffie, J.A., Beckman, W.A.: **Solar Engineering of Thermal Processes**. 919pp., New York, Editora John Wiley & Sons, , 1991.
- Gasch, R.; Twele, J. **Wind Power Plants**. 390pp., Berlim,, Editora Solarpraxis. 2002.
- Goldemberg, J. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. São Paulo, EDUSP, 1998.
- Steve, H. **Revolução Energética**. 229pp., , Rio de Janeiro, Editora Relume-Dumará ., 2003.
- Trigueiro, A. **Meio Ambiente no Século 21**. Rio de Janeiro, Editora Sextante, 2003.
- Vasconcellos, G.F.; Vidal, J.W.B. **Poder dos Trópicos**, 303pp., , São Paulo, Editora Casa Amarela, , 1998.

Desastres naturais são causa de grande quantidade de perda de vidas humanas e de propriedade em todo o mundo, cujo aumento dos riscos é uma questão de interesse global. Isto demanda ação mundial rápida e coordenada capaz de reduzir a vulnerabilidade das populações frente à inevitável intensificação dos desastres naturais como conseqüência do aquecimento do planeta. As avaliações do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) indicam que os países em desenvolvimento são, de modo geral, os mais vulneráveis. Para o Brasil, um país de vasta extensão territorial, relativamente populoso, estudos sobre as mudanças climáticas mostram que as temperaturas à superfície aumentaram 0,75°C nos últimos 50 anos e as temperaturas mínimas, quase 1°C. Mostram também que já ocorrem mais ondas de calor, menor número de noites frias e, pelo menos nas partes sul e sudeste do país, onde há longos registros climáticos disponíveis, também aumento da ocorrência de chuvas intensas, respondendo, em parte, pelo crescente número de desastres naturais, como deslizamentos em encostas e inundações, responsáveis pelo maior número de vítimas de tais desastres. Os ainda poucos estudos brasileiros sobre os impactos das mudanças climáticas nos ecossistemas naturais e agro-ecossistemas, nas zonas costeiras, nos recursos hídricos, nas mega-cidades e na saúde humana não deixam dúvidas de que o Brasil não sairá incólume. Frequentemente, por falta de previsões, as ações das autoridades governamentais somente podem se dar após a ocorrência do evento deflagrador do desastre natural, isto é, procuram remediar os danos já causados por não poder preveni-los e mitigá-los antes de sua ocorrência. Considerando, portanto, que o aquecimento global pode intensificar a ocorrência de eventos extremos, maior deverá ser a capacidade da população em se adaptar a essas mudanças. Neste contexto, será necessário envidar esforços para desenvolvimentos de sistemas eficientes de monitoramento e previsão de eventos meteorológicos extremos, que possam ser rapidamente disponibilizados, conforme preconizado pela Declaração de Hyogo (ISDR, 2005), concebida para se adaptar às mudanças climáticas e limitar seus efeitos devastadores em um período de dez anos (2005-2015).

**Ementa**

1. Desastres Naturais – definições e histórico de desastres no mundo e no Brasil;
2. Precipitação: Tipos de precipitação - chuva, neve, granizo; Medição - pluviômetros, radar, satélites e outros instrumentos; Modelagem e aplicação em hidrologia e agricultura; Balanço hídrico.
3. Fenômenos meteorológicos (tempo e clima) que causam desastres naturais: descrição e estudos de casos. Modelagem, previsão e avaliação: Tempestades severas; Temporais (*flash floods*); Tornado; Furacão; Zonas de Convergência do Atlântico Sul de longa permanência; ondas de calor, ondas de frio; El Niño, La Niña.
4. Desastres na agricultura (Quebra de safra): Monitoramento, previsão, incertezas e planejamento. Estiagens e Seca; Inundação; Geadas.
5. Desastres na hidrologia (disponibilidade de energia e recursos hídricos): Monitoramento, previsão, incertezas e planejamento. Seca; Enchente e inundação.
6. Desastres costeiros: efeitos de processos marinhos e terrestres, erosão costeira, nível do mar e regime das ressacas.
7. Incêndios Florestais: monitoramento e previsão de risco.
8. Erosão e movimento de massa por intempéries e estabilidade do terreno.
9. Estudos de impactos, vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas resultantes dos cenários de aumento de gases de efeito estufa..
10. Riscos: Análise de risco a desastres naturais; Sistema de alerta; Gerenciamento de risco.

## Bibliografia

- Alcántara-Ayala, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. **Geomorphology**, v. 47, n. 2-4, p. 107-124, 2002.
- Alexander, D. E. A survey of the field of natural hazards and disaster studies. In: Carrara, A.; Guzzetti, F. (Ed.) **Geographical information systems in assessing natural hazards**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995. Cap. 1, p. 1-19.
- Alexander, D. The study of natural disasters, 1977-1997: some reflections on a changing field of knowledge. **Disasters**, v. 21, n. 4, p. 284-304, 1997.
- Bryant, E. A. **Climate process and change**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 209p.
- Castro, A. L. C. **Manual de desastres: desastres mistos**. Brasília: MIN, 2002. 91p.
- DFID – Department for International Development. **Reducing the Risk of Disasters** – Helping to Achieve Sustainable Poverty Reduction in a Vulnerable World: A DFID policy paper. March 2006. London, UK. 36 p.
- Guha-Sapir, D; Hargitt, D.; Hoyois, P. **Thirty years of natural disasters 1974-2003: the numbers**. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Université Catholique de Louvain (UCL), Brussels, Belgium, 2004, 190 p.
- Hoyois, P.; Below, R.; Scheuren, J-M.; Guha-Sapir, D. **Annual Disaster Statistical Review: Numbers and Trends 2006**. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Université Catholique de Louvain (UCL), Brussels, Belgium, May 2007, 54 p.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers**. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>> Acesso em: 26 fev. 2007.
- ISDR – International Strategy for Disaster Reduction. **World Conference on Disaster Reduction**, 18-22 January, 2005, Kobe, Hyogo, Japan. Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the resilience of nations and communities to disasters. 2005, 25 p.
- ISDR – International Strategy for Disaster Reduction. Acting with Common Purpose. Proceedings of the first session of the Global Platform for Disaster Risk Reduction. Geneva, 5-7 June 2007. Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the resilience of nations and communities to disasters. United Nations, 2007. Geneva, Switzerland. 75 p.
- Marengo, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA, 2006. 212p.
- Munich Re Group. Topics 2000: natural catastrophes – the current position. München: MUNICH RE GROUP, 1999. 127p.

Smith, K. Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster. Florence: Routledge Publisher, 2000.

Tobin, G. A; Montz, B. E. Natural hazards: explanation and integration. New York: The Guilford Press, 1997. 388p.

UNDP – United Nations Development Programme. Reducing disaster risk: a challenge for development. New York, USA: UNDP, 2004. 129p.

<b>CST-318-3</b>	<b>Processos Hidrológicos</b>
------------------	-------------------------------

O objetivo desta disciplina é introduzir os alunos da Ciência do Sistema Terrestre aos conceitos necessários para o entendimento de processos hidrológicos e das equações básicas que regem esses processos.

**Ementa**

1. O ciclo hidrológico. O modelo clássico. Componentes do ciclo hidrológico. O ciclo hidrológico global.
2. 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. Equação de Richards.
3. Armazenamento e redistribuição de água no solo. Fluxo em macroporos. Limitações nas formulações clássicas.
4. Hidrologia de vertentes. Mecanismos de geração de escoamento. Técnicas isotópicas.
5. Evaporação e transpiração. Conceitos básicos. Métodos aerodinâmicos e Combinados. Parametrização das equações para diferentes usos da terra.
6. Dados hidrometeorológicos básicos: precipitação, temperatura e umidade do ar, etc. Principais provedores. Conceitos básicos de hidrometria. Estimativa de vazão. Curva Chave.
7. Métodos estatísticos aplicados a hidrologia. Preenchimento de falhas, análises de séries temporais.
8. Introdução à Eco-hidrologia.

**Bibliografia**

ASCE. **Hydrology Handbook** – Second Edition. Prepared by the Task Committee on Hydrology Handbook of Management Group D of the American Society of Civil Engineers. ASCE manuals on engineering practice. 1996.

Beven, K. Rainfall Runoff Models: The Primer.

Brutsaer, W. **Hydrology - An Introduction**. Cambridge University Press, 602 p., 2005.

Dingman, S.L. 2002. Physical Hydrology.

Hornberger, GM, Raffensperger, JP, Wiberg, PL Eshelman, KN. 1998. Elements of physical hydrology.

Tucci, C.E.M (org.) 1993. Hidrologia: Ciência e Aplicação. Editora Universitária UFRGS ABRH. 944p, 1993.

Ven T Chow; David R Maidment; Larry W. Applied Hydrology Edition: 1  
McGraw-Hill Science/Engineering/Math / 01-Feb-1988 / 572 pages.  
ISBN: 0070108102

<b>CST-321-3</b>	<b>Paleoclimatologia</b>
------------------	--------------------------

Nessa disciplina serão abordadas questões relativas à Paleoclimatologia com foco em estudar as mudanças ambientais globais ocorridas no passado a partir de registros ambientais e modelagem do sistema terrestre. Serão abordados desde a dinâmica do sistema climático atual, bem como indicadores paleoclimáticos, paleoambientais e paleoceanográficos, a dinâmica das variações climáticas no tempo geológico, estudos paleoclimáticos na América do Sul e modelagem do sistema terrestre aplicada à paleoclimatologia. A disciplina pretende proporcionar conhecimento teórico sobre questões relacionadas a evolução do clima da terra abordando as variabilidades climáticas desde a escala de centenas/dezenas de milhares de anos até a escala anual/interanual.

**Ementa**

- 1) A dinâmica do sistema climático atual: circulação geral da atmosfera, balanço de energia, variabilidade climática em diversas escalas espaciais e temporais, padrões de teleconexões.
- 2) Indicadores paleoclimáticos, paleoambientais e paleoceanográficos: registros oceânicos: indicadores de temperatura da superfície do mar, salinidade, volume de gelo, hidrologia e circulação oceânica; registros continentais: indicadores de variação de precipitação, temperatura, paleovegetação, expansão de geleiras, paleoambiente em geral. Testemunhos de gelo: indicadores de temperatura atmosférica, gases do efeito estufa, circulação atmosférica, precipitação. Dublês ('proxies') em paleoclimatologia e seus usos na interpretação do clima do passado.
- 3) Dinâmica das variações climáticas no tempo geológico: mudanças climáticas na escala do tempo geológico: fontes de dados paleoclimáticos nas escalas de milhões e bilhões de anos: evidências geológicas, paleontológicas e isotópicas. Mudanças climáticas no Quaternário: mudanças climáticas em escala orbital, controle astronômico da radiação solar, variação da insolação e ciclos glaciais, padrões climáticos em escala interanual a secular, registros paleoclimáticos de alta resolução temporal, variações naturais do clima ocorridas no Holoceno. Estudos paleoclimáticos na América do Sul. Evolução dos ecossistemas na Amazônia nos últimos 25 milhões de anos. Interação da biota e variações ambientais. Escalas de Espaço-Tempo nas relações de Ecologia e Mudanças Climáticas
- 4) Modelagem do sistema terrestre aplicada à paleoclimatologia: Modelos de complexidade intermediária, modelos de alta complexidade, iniciativas internacionais de modelagem numérica aplicada à paleoclimatologia, projeto de intercomparação de modelos aplicados à paleoclimatologia (PMIP).

**Bibliografia**

- Battarbee, R. W., Binney H.A. (eds.) 2008. Natural Climate Variability and Global Warming: a Holocene Perspective. Wiley-Blackwell, Chichester, 288 pp.
- Bradley, R. S., Paleoclimatology: reconstructing climates of the Quaternary, 2nd edition, 613 pp, Academic Press, San Diego, ISBN 0-12-124010.
- Masson-Delmotte, V., M. Schulz, A. Abe-Ouchi, J. Beer, A. Ganopolski, J.F. González Rouco, E. Jansen, K. Lambeck, J. Luterbacher, T. Naish, T. Osborn, B. Otto-Bliesner, T. Quinn, R. Ramesh, M. Rojas, X. Shao and A. Timmermann, 2013: Information from Paleoclimate Archives. 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.
- Ruddiman, W. F. - Earth's Climate: Past and Future, 2nd edition. ISBN-13:9780716784906, 388 pp, Editora MPS.
- Sifeddine, A. ; Chiessi, Cristiano M. ; Cruz, F. W. ; Araujo, A. G. M. ; Neves, E. G. ; Justino, F. B. ; Wainer, I.E.K.C. ; Pessenda, L. C. R. ; Mahiques, M. ; Cordeiro, R. C. ; Kikuchi, R. K. P. ; Albuquerque, A.L.S. ; Silva, H.E. ; Dias, P.L.S. . Informações paleoclimáticas brasileiras. In: Ambrizzi, T.; Araujo, M.. (Org.). Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. 1ed. Rio de Janeiro: COPPE, 2014, v. 1, p. 126-180.
- Vimeaux, F.; Sylvestre, F.; Khodry, M. (eds.) 2008. Past Climate Variability from the Last Glacial Maximum to the Holocene in South America and Surrounding Regions: Developments in Paleoenvironmental Research, Springer-Verlag.

Além dos livros acima, serão sugeridos artigos sobre cada tópico a serem abordados no curso, tais como os listados abaixo:

- Biotic response to global change. The last 145 million years. Culver & Rawson.
- Ecology of Climate Change. The importance of biotic interactions. Eric Post
- Interpreting Pre-Quaternary Climate from the Geologic Record. Judith Parrish
- Reconstructing Quaternary Environments. Lowe & Walker
- Global environments through the Quaternary. Anderson, Goudie, Parker
- Biologia & Mudanças climáticas no Brasil. M. Buckeridge
- Paleoclimates: understanding climate change past and present. Thomas Cronin

<b>CST-310-3</b>	<b>População, Espaço e Meio Ambiente</b>
------------------	--

Integração de dados demográficos, sócio-econômicos e ambientais: problemas, métodos e aplicações - 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 existentes em dados de sensoriamento remoto podem, por exemplo, fornecer inferências quanto à dinâmica populacional como migração, fertilidade e formação de núcleos familiares. 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.

Essa disciplina tem por objetivo capacitar os alunos da Ciência do Sistema Terrestre 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.

#### **Ementa**

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

#### **Bibliografia**

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

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).. **População e Meio Ambiente: Debates e Desafios**. São Paulo: Editora SENAC. ISBN: 85-7359-104-8. pp. 35. 2000.

**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*.

#### **Periódicos de Interesse:**

##### **Population & Environment ,**

Publisher Springer Netherlands, ISSN 0199-0039 (Print) 1573-7810 (Online)

##### **Population Research and Policy Review**

Publisher Springer Netherlands ISSN0167-5923 (Print) 1573-7829 (Online)

##### **REBEP- Revista Brasileira de Estudos de População**

[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)

<b>CST-312-3</b>	<b>Padrões e Processos em Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra</b>
------------------	--

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 conseqüências 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.

#### **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. 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.
- 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.

### **3º PERÍODO LETIVO**

<b>CST-324-4</b>	<b>Ciclos Biogeoquímicos Globais</b>
------------------	--------------------------------------

O modelo de distribuição dos ecossistemas no Sistema Terrestre corresponde a delgadas películas sobre “esferas” que se interligam, como a atmosfera, biosfera, hidrosfera e litosfera. Sendo estes sistemas abertos entre si, massa e energia ciclam constantemente entre eles. O transporte e transformação das substâncias pelo sistema terrestre são conhecidos coletivamente como ciclos biogeoquímicos. Os processos biológicos tem papel fundamental na regulação dos sistemas naturais do planeta. Desta forma a funcionalidade do sistema é balizada por propriedades geofísicas, geoquímicas e biológicas da atmosfera, dos terrenos e dos corpos d’água, as quais por sua vez são controladas por fatores como balanço energético e trocas de massa. Esta relação pode ser expressa, entre outros, em processos como respostas fisiológicas às variações de radiação, temperatura do ar, concentrações de CO<sub>2</sub>, disponibilidade de água e de nutrientes, etc. Portanto, a base conceitual desta disciplina está calcada nas interações dos processos físicos, químicos e biológicos com os componentes nos ecossistemas, e, coletivamente, na biosfera.

#### **Ementa**

Origens dos elementos. Origem da vida. Compartimentos planetários, geofísica, geoquímica. Estrutura, funcionamento e evolução de ecossistemas. Ecossistemas naturais e os ciclos biogeoquímicos. Ciclos globais do carbono e nitrogênio, e características atuais. Ciclos do Fósforo e do enxofre. Ciclos de outros nutrientes. Transferência dos elementos entre compartimentos terrestres de superfície. A biosfera - balanços de fluxos e produção. Atmosfera, sua estrutura e constituintes. Radiação solar e terrestre. Constituintes atmosféricos: gases majoritários e minoritários e gases de efeito estufa. Mecanismo do efeito estufa. Química da estratosfera: química da camada de ozônio e o buraco na camada de ozônio, efeitos sobre a radiação ultravioleta (UV). Química da troposfera: troposfera limpa, precursores do ozônio e a poluição. Modificações naturais e antropogênicas dos ecossistemas tropicais. Transferências nas interfaces de ecossistemas, emissões e deposição nos ciclos biogeoquímicos. Mudanças climáticas globais e efeitos nos ciclos biogeoquímicos. Aspectos de modelagem da biosfera.

#### **Bibliografia**

- Andrews, J.E; Bribblecombe, P.; Jickells, T.D.; Liss, P.S.; Reid, B.  
- An introduction to Environmental Chemistry, 2nd ed. Blackwell Publ., UK.  
296pp., 2004.
- Baird, C. Química Ambiental (2a. edição) Bookman, 2004.
- Schlesinger W.H. Biogeochemistry – An analysis of Global Change. Academic Press, 588p., 1997.
- Barros V., Clarck R., Dias P.S. El cambio climatic en la Cuenca del Plata. CONCINET, 232p., 2006.
- Buckeridge, M. (org.). A biologia das mudanças climáticas globais. Rima Editora, 2008.
- F. Stuart Chapin III; Harold A. Mooney, Melissa C. Chapin. Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology; Springer, 2002.

Mackenzie F.T. Global biogeochemical cycles and the physical climate System. University Corporation for Atmospheric Research, 69p., 1999. Field, C. B. and M. R. Raupach (eds). The global carbon cycle, Integrating humans, climate, and the natural world, SCOPE 62, Island Press, Washington, 526pp, 2004.

Seinfeld, J.H., Pandis, S.N. Atmospheric Chemistry and Physics: from air pollution to climate change . New York, USA: John Wiley & Sons Inc. 1326p., 1998.

Sigg, L.; Behra, Ph.; Stumm, W. – Chimie des milieus aquatiques: chimie des eaux naturelles et des interfaces dans l'environnement. 3a ed. Dunod, Paris 2000, 567pp.

<b>CST-304-3</b>	<b>Fundamentos de Ecologia e de Modelagem Ambiental Aplicados à Conservação da Biodiversidade</b>
------------------	---

O Brasil tem uma posição de destaque por sua diversidade biológica e faz parte de um grupo de 15 países chamados de megadiversos, que juntos abrigam cerca de 70 por cento da biodiversidade do planeta. Considerando-se apenas as espécies vegetais (excluindo-se fungos), há mais de 56.000 espécies de plantas, o que confere ao Brasil a flora mais rica do mundo, compreendendo cerca de 19% da flora mundial: 5-10 espécies de gimnospermas, 55.000-60.000 angiospermas, 3100 briófitas, 1200-1300 pteridófitas e cerca de 525 espécies de algas marinhas. Contudo, estimativas de biodiversidade baseadas em inventários de espécies são dispendiosas e demoradas. Estima-se que seriam necessários pelo menos oito séculos para um catálogo completo das espécies brasileiras, dada a taxa atual de descrições (aproximadamente 1500 espécies por ano, Lewinsohn e Prado, 2002). Alternativas para estimativa e localização das áreas prioritárias de biodiversidade fazem-se necessárias, principalmente diante da velocidade dos processos de conversão das áreas naturais, como por exemplo, as taxas de desmatamento de floresta amazônica, da ordem de 12.000 km<sup>2</sup> para o período de 2007 (INPE, 2007). Ainda, face aos cenários gerais de mudanças climáticas, a resiliência de muitos ecossistemas será provavelmente ultrapassada neste século por uma combinação de fatores como distúrbios associados (inundações, secas, incêndio florestais, surtos de insetos, acidificação dos oceanos) e outros fatores de mudança global (como por exemplo mudanças no uso da terra, poluição, sobre-exploração dos recursos naturais), e assim, aproximadamente 20-30% das espécies de plantas e animais avaliadas até agora provavelmente enfrentarão um risco maior de extinção se o aumento da temperatura média global por exemplo, exceder a 1,5-2,5 °C. Neste contexto, esta disciplina propõe apresentar e discutir as diferentes possibilidades de estudo e modelagem de biodiversidade. Dentre os modelos que se baseiam na teoria de nicho ecológico, por exemplo, há os dependentes da informação da ocorrência e conhecimento das espécies, dados raros ao se considerar o caso brasileiro. Os modelos de envelopes bioclimáticos por sua vez, são úteis para entender o feedback entre as interações entre o clima e a vegetação, mas têm o inconveniente de serem estáticos e não considerarem as interações biológicas. Há ainda os modelos baseados na teoria espécie-área, onde as ligações com os modelos de heterogeneidade de habitats seria uma abordagem promissora na indicação de padrões gerais de biodiversidade. Através de modelos integrados de previsão climática, e modelos de distribuição de espécies, a fragmentação do espaço, associada a mudanças climáticas e de uso e cobertura, pode ser interpretada como uma perda da densidade de distribuição das espécies. A compreensão das diferentes abordagens para modelagem da biodiversidade e a análise dos resultados constitui ferramenta básica para estudos integrados em que cenários de alterações globais sejam projetados, principalmente no que tange a

conservação da biodiversidade e seus recursos associados. O objetivo desta disciplina é capacitar os alunos da Ciência do Sistema Terrestre para compreender e discutir as diferentes metodologias para estudo da biodiversidade, enquanto componente básico e funcional do sistema terrestre.

#### **Ementa**

1. Biodiversidade – causas, padrões e importância da distribuição das espécies.
2. Conceitos ecológicos associados à biodiversidade.
3. Métodos diretos e indiretos de avaliação de Diversidade Biológica.
4. Dados bióticos e abióticos para estimativa e modelagem de biodiversidade.
5. Modelos de distribuição de espécies como ferramentas para estudo de biodiversidade.
6. Importância de aspectos históricos e interações bióticas para biodiversidade e modelos de comunidade.
7. Perda de habitat, fragmentação espacial e modelos em ecologia de paisagens.
8. Modelagem de biodiversidade e mudanças globais.

#### **Bibliografia**

- Begon, M., Harper, J.L., Townsend, C.R. Ecology: individuals, populations and communities, 3rd edition. Blackwell Science, Oxford. 1996.
- Botkin, D.B. et al. Forecasting the effects of global warming on biodiversity. **Bioscience**, 57(3): 227-236, 2007.
- del Barrio, G. et al. 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, 2006.
- Drielsma, M., Manion, G. and Ferrier, S. The spatial links tool: Automated mapping of habitat linkages in variegated landscapes. **Ecological Modelling**, 200(3-4): 403-411, 2007.
- Elmendorf, S.C. and Moore, K.A. Use of community-composition data to predict the fecundity and abundance of species. **Conservation Biology**, 22(6): 1523-1532, 2008.
- Ferrier, S. et al. Mapping more of terrestrial biodiversity for global conservation assessment. **Bioscience**, 54(12): 1101-1109, 2004.
- Giulietti, A.M., Harley, R.M., Queiroz, L.P.d., Wanderley, M.d.G.L. and Berg, C.V.D. Biodiversity and Conservation of Plants in Brazil. **Conservation Biology**, 19(3): 632-639, 2005.
- Lewinsohn, T.M. and Prado, P.I. How Many Species Are There in Brazil? . **Conservation Biology**, 19(3): 619-624, 2005.

<b>CST-313-3</b>	<b>Mudanças Climáticas Globais: Modelagem e Observações</b>
------------------	---

*Pré-Requisito: Introdução à Ciência do Sistema Terrestre*

Nesta disciplina serão abordadas questões relativas à modelagem e às observações das mudanças climáticas globais. Serão abordados conceitos básicos de modelagem e uma visão geral sobre os diversos componentes do sistema climático: atmosfera, biosfera, criosfera, hidrologia. Serão

apresentadas as principais observações de mudanças no clima em diversas partes do globo e as projeções futuras. Pretende-se ir além da detecção da mudança climática. Usando as diferentes técnicas de modelagem climática (global e regional), pretende-se analisar as diversas metodologias de análise de impactos e vulnerabilidade às mudanças climáticas de setores importantes para a economia nacional, tais como: agricultura, agropecuária, energias renováveis, recursos hídricos, saúde, migrações, economia, entre outros setores. Pretende-se desenvolver experiências práticas com vários cenários de mudanças climáticas, incluindo as avaliações de incertezas e limitações.

#### **Ementa**

Aquecimento global e mudanças climáticas. O efeito estufa natural e antropogênico. Os gases de efeito estufa e a evolução de suas concentrações na atmosfera. História da ciência da mudança do clima. Climas do passado. Mudanças climáticas naturais. Observações de mudanças no clima em diversas partes do globo. Modelagem climática: bases e experiências ao nível global. Modelos do IPCC e cenários de emissão de gases de efeito estufa e mudanças climáticas. Mudanças nos usos da terra e as mudanças climáticas globais. Impactos das mudanças climáticas antropogênicas para o Século XXI e além. Avaliações de incertezas nas projeções climáticas futuras. Estratégias para mitigação e estabilização das mudanças climáticas. Programas internacionais: IPCC, UNFCCC. Protocolos: Kyoto, Montreal, Pós-Kyoto. Mudanças climáticas no Brasil: progressos desde o IPCC AR4. Desafios da modelagem de mudanças climáticas.

#### **Bibliografia**

- Alexander, L. V., et al. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. **J. Geophys. Res.**, 111, D05109, 2006. doi:10.1029/2005JD006290.
- Allen, M. R., Stott, P. A., Mitchell, J. F. B., Schnur, R., Delworth, T., 2000: Uncertainty in forecasts of anthropogenic climate change. **Nature**, 407, 617-620
- Assad, E., Pinto, H. S. Aquecimento Global e Cenários Futuros da Agricultura Brasileira. **Embrapa Agropecuária**, Cepagri/Unicamp. São Paulo, 2008.
- Baettig, M., Martin Wild, and Dieter M. Imboden. A climate change index: Where climate change may be most prominent in the 21st century. **Geophysical Research Letters**, Vol. 34, L01705, 2007. doi:10.1029/2006GL028159.
- Cox, P. M., R. A. Betts, C.D. Jones, S.A. Spall & I. J. Totterdell. Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. **Nature**, 408: 184-187, 2000.
- Cox, P.M., R.A. Betts, M. Collins, P.P. Harris, C. Huntingford, and C.D. Jones. Amazonian forest dieback under climate-carbon cycle projections for the 21st century. **Theor. Appl. Climatol.**, 78, 137-156, 2004
- Cramer W, A. Bondeau, F.I. Woodward, I.C. Prentice, R.A. Betts, V. Brovkin, P.M. Cox, V. Fisher, J.A. Foley, A.D. Friend, C. Kucharik, M.R. Lomas, N. Ramankutty, S. Sitch, B. Smith, A. White, C. Young-Molling. Global response of terrestrial ecosystem structure and function to CO<sub>2</sub> and climate change: results from six dynamic global vegetation models. **Global Change Biology**, 7, 357-373, 2001.

- Feddema, Johannes J. et. al. The Importance of Land-Cover Change in Simulating Future Climates. **Science**, 310, 1674-1678, 2005.
- Foley, J.A., M.H. Costa, C. Delire, N. Ramankutty, and P. Snyder. Green Surprise? How terrestrial ecosystems could affect earth's climate. **Frontiers in Ecology and the Environment**, 1(1), 38-44, 2003.
- Gash, J. H. C.; Nobre, C. A.; Roberts, J. M.; Victoria, **Amazonian deforestation and climate**. New York, Wiley, 1996.
- Hartmann, DL. **Global Physical Climatology**. Academic Press, 411 pp., 1994.
- Henderson-Sellers, A.; McGuffie, K. **A Climate Modelling Primer**. New York, Wiley, 1987.
- Houghton, J. T.; Meira Filho, L. G.; Callander B. A.; Harris, N.; Kattemberg, A.; Maskell, K. (eds.) **Climatic Change: The science of climate change**. Cambridge, University Press, 1996.
- IPCC 2007: Relatorios dos GT 1, 2 e 3 do AR4, disponíveis on line: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- Jacobson, M. **Fundamentals of Atmospheric Modeling**. Cambridge, Cambridge University Press, 656 p., 1999.
- Marengo, J.A.; Nobre, C.A.: The Hydroclimatological framework in Amazonia. In **Biogeochemistry of Amazonia**, Richey, J., McClaine, M., Victoria, R., Eds. p. 17-42, 2001.
- Marengo, J. A: Condições climáticas e recursos hídricos no Norte Brasileiro. In: Tucci, C. E.; Braga, B. **Clima e Recursos Hídricos no Brasil**, Associação Brasileira de Recursos Hídricos FBMC/ANA. Porto Alegre, Brasil, v. 9, p. 117-161, 2003.
- Schlesinger, M. E. **Physically-Based Modelling and Simulation of Climate and Climatic Change**. Part I and II. Dordrecht, NL: Kluwer, 1988.
- Schaeffer, R., A. Szklo, A.de Lucena, R. de Souza, B. Borba, I. da Costa, A. Pereira Júnior, S.. da Cunha. Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil , UFRJ-COPPE. Junho 2008.
- Stott, P.A., J.F.B. Mitchell, M.R. Allen, T.L. Delworth, J.M. Gregory, G.A. Meehl, and B.D. Santer. Observational Constraints on Past Attributable Warming and Predictions of Future Global Warming. **J. Climate**, 19, 3055-3069, 2006
- Trenberth, K. E. **Climate System Modeling** Cambridge: University Press, 1995.

<b>CST-400-3</b>	<b>Modelagem do Sistema Atmosfera-Oceano</b>
------------------	--

A modelagem do sistema acoplado oceano-atmosfera constitui um elemento essencial do sistema climático global, na medida em que os oceanos representam aproximadamente  $\frac{3}{4}$  da cobertura do planeta e absorvem em torno de 80% do calor adicional retido na atmosfera devido aos efeitos do acúmulo dos gases de efeito estufa (GEE). Adicionalmente, os oceanos

contribuem significativamente como um sumidouro de GEE de origem antropogênica, desta forma constituindo um elemento estabilizador do clima terrestre. Além disso, os oceanos dividem com a atmosfera a tarefa de transporte meridional de calor para os polos, funcionando assim como elementos vitais da máquina térmica do planeta e da estabilidade dos regimes de distribuição de chuvas e temperaturas planetárias. Interagindo de forma acoplada, distúrbios atmosféricos de escala de tempo ("weather noise") afetam a formação de correntes termohalinas de circulação lenta responsáveis pela componente oceânica dos fluxos meridionais de calor. Alterações do uso da terra também impactam nas interações entre atmosfera e oceano, resultando em processos de retroalimentação positiva com consequências sobre os regimes pluviométricos sobre os continentes.

#### **Ementa**

Circulação geral dos oceanos e da atmosfera, equações governantes de movimento, de estado e de termodinâmica da atmosfera e do oceano, albedo dos oceanos, gelo marinho. Modelos da circulação geral acoplados determinísticos. Interações entre a atmosfera, a biosfera e os oceanos e seus efeitos para as mudanças climáticas globais. O ciclo de carbono nos oceanos. Camada de mistura no oceano e na atmosfera. "Estresse" de vento ("wind stress") e transporte de massa no oceano. Troca de momentum, de vapor d'água e de calores sensível e latente entre oceano e atmosfera. Distribuição espacial e temporal da temperatura da superfície do mar (TSM) e seus efeitos no clima. Oscilação Sul, El Niño e La Niña em modelos acoplados oceano-atmosfera. Modelagem das condições oceânicas e atmosféricas no Atlântico e seus efeitos no Clima.

#### **Bibliografia**

- Beljaars, A.C.M.; Holtslag, A.A.M. On flux parameterization schemes for atmospheric models. **Journal of Applied Meteorology**, v.30, p.327 – 341, 1991.
- Emerson, S. and J. Hedges. **Chemical Oceanography and the Marine Carbon Cycle**. New York, Cambridge University Press, 468 pp., 2008.
- Gorshkov, V. G. **Biotic regulation of the environment: Key issue of global change**. Chichester, UK, Springer-Praxis, 2000.
- Kagan, B. A. **Ocean Atmosphere Interaction and Climate Modeling**, Cambridge University Press, 392 pp., 2006
- Liu, W. T.; Katsaros, K.B.; Businger, J.A. Bulk parameterization of air-sea exchange of heat and water vapor including the molecular constraints at the interface. **Journal of Atmospheric Science**, v.36, p.1722-1935, 1979.
- Nobre, P. and J. Shukla. Variations of sea surface temperature, wind stress, and rainfall over the tropical Atlantic and South America. **Journal of Climate**, v. 9, p. 2464-2479, 1996.
- Nobre, P., et al. "Amazon deforestation and climate change in a coupled model simulation. **J. Climate**. Accepted., 2009.
- Wells, N. **The Atmosphere and Ocean: A Physical Introduction**, Willey and Sons, 394 pp., 1998.

<b>CST-315-3</b>	<b>Antropologia, Sociologia e Mudanças Ambientais Globais</b>
------------------	---

Essa disciplina tem por objetivo introduzir parte da literatura de ciências sociais relevante às mudanças climáticas. O foco nas dimensões humanas das mudanças ambientais servirá para conhecer estruturas teóricas, conceitos e debates associados às ciências sociais, principalmente nas áreas de antropologia e sociologia ambiental, estudos sociais de ciência e tecnologia, políticas públicas de ciência e de meio ambiente. Identificaremos e discutiremos também transformações em conceitualizações da natureza da “ciência” e o que é “conhecimento”, o relacionamento entre conhecimento e poder, e os méritos de abordagens construtivistas e realistas. O curso abordará o papel central de valores sócio-culturais e políticos em todos os níveis, inclusive na construção de conhecimento, em processos de políticas públicas, e na capacidade de mitigação e adaptação.

#### **Ementa**

1. As ciências sociais e mudanças ambientais globais
2. Instituições e mudanças ambientais globais
3. Políticas públicas ambientais
4. Ciência e políticas
5. A produção de ciência
6. Previsões e processos de decisão
7. Risco, sociedade e teoria social
8. Ciência, Meio Ambiente e América Latina
9. Negociações internacionais
10. Vulnerabilidade, mitigação, adaptação e mudanças climáticas

#### **Bibliografia**

- Crate, S. A.; M. Nuttall, eds. **Anthropology and Climate Change: From encounters to actions**. Left Coast Press.
- Dagnino, R. 2007. **Ciência e Tecnologia no Brasil**. Editora Unicamp. 2007.
- Dimitrov, R. S. **Science and international environmental policy: Regimes and nonregimes in global governance**. Rowman & Littlefield Pubs, Inc., New York., 2006.
- Foucault, M. **Power/Knowledge: Selected Interviews and Other Writings 1972-1977**, C. Gordon, ed. Pantheon Books, New York. 1980.
- Fogel, C. Biotic Carbon Sequestration and the Kyoto Protocol: the Construction of Global Knowledge by the Intergovernmental Panel on Climate Change. **International Environmental Agreements** 5(2), June: 191-210(20), 2005.
- Nagel, S. S. **Environmental Policy and Developing Nations**. McFarland & Company, Inc., Publishers, London. 2002.
- Hulme, M.; S. Dessai. Negotiating future climates for public policy. **Environmental Science and Policy** 11(1), 2008.
- Hulme, M., S. Dessai, I. Lorenzoni; Nelson, D.. Unstable climates: Exploring the statistical and social constructions of ‘normal’ climate. **Geoforum** 40.
- Kingdon, John W. **Agendas, Alternatives, and Public Policy**. 1985.
- Krimsky, S., and D. Golding, eds. **Social theories of risk**. Praeger, Westport, CT., 1992.

- Dauvergne, P. **Handbook of global environmental politics**. Edward Elgar Pub. 2005.
- MacDonald, G. J., D. L. Nielson, and M. A. Stern, eds. **Environmental Politics and Policy in Latin America**. Westview Press, Boulder, Colorado., 1997.
- Mitchell, R. B., W. C. Clark, D. W. Cash, and F. Alcock. **Global Environmental Assessments: Information, Institutions, and Influence**. MIT Press, Cambridge. 2006.
- Proctor, J. D. The meaning of global environmental change: Rethorizing culture in human dimensions research. **Global Environmental Change** 8(3): 227-248, 1998.
- Rayner, S. and E. L. Malone, eds. **Human choice and climate change Volume One**. Batelle Press, Columbus, Ohio.
- Redclift, M. J. and T. Benton, eds. **Social theory and the global environment**. Routledge, New York, esp. Buttell, F., and P. Taylor. 1994.
- Sarewitz, D., R. A. Pielke Jr., and R. Byerly, eds. **Prediction: Decision-Making and the Future of Nature**. Island Press, Washington, D.C. 2000.
- van der Sluijs, J., van Eijndhoven, S. Shackley, and B. Wynne. Anchoring Devices in Science for Policy. **Social Studies of Science** 28: 291-323, 1998.
- Viola, E. A evolução do papel do Brasil no regime internacional de mudança climática e na governabilidade global. **Cena Internacional** Ano 6(1), June 2004.

<b>CST-401-3</b>	<b>Modelagem de Mudanças de Uso e Cobertura da Terra</b>
------------------	--

*Pré-Requisito: Introdução à Modelagem do Sistema Terrestre*

Esta disciplina tem por objetivo fornecer uma visão detalhada sobre o tema modelagem de mudanças de uso e cobertura da Terra ("Land use and cover change" – LUCC), capacitando pesquisadores que queiram atuar na área.. Na primeira parte da disciplina apresenta-se uma revisão de conceitos sobre LUCC e modelagem, e uma visão geral sobre as diferentes abordagens de modelagem LUCC e sobre o processo de modelagem. Na segunda parte detalham-se algumas das abordagens de modelagens com exemplos de modelos específicos em cada uma, e aplicações destes modelos no Brasil. Finalmente, na terceira parte abordam-se temas avançados sobre a modelagem LUCC (interação entre escalas, modelagem de sistemas sociais complexos, feedbacks com o sistema natural), e utilização de modelos LUCC em diferentes abordagens de construção de cenários.

**Ementa**

Parte I: Conceitos básicos de modelagem LUCC

1. Revisão de conceitos de LUCC, modelagem dinâmica e construção de cenários.

2. Principais abordagens de modelagem LUCC: modelos estatísticos e econométricos, modelos de otimização, modelos baseados em padrões da paisagem, modelos baseados em agentes (ABM).
3. Ferramentas do curso (TerraME, Vensim) e outras disponíveis.
4. Construindo um modelo para um problema de pesquisa específico: as etapas da modelagem, seleção de abordagens e ferramentas de acordo com objetivos.

#### Parte II: Funcionamento detalhado de modelos

1. Detalhamento dos mecanismos de alguns modelos baseados em padrões da paisagem (clue, clue-s, dinâmica).
2. Detalhamento dos mecanismos de alguns modelos baseados em agentes (ABM).
3. Exemplos de aplicações de modelos LUCC em diferentes contextos (no Brasil e exterior): conceitos, premissas e resultados.

#### Parte III: Temas avançados

1. Incorporação de interações entre escalas em modelos LUCC.
2. Incorporação interações sociais (arranjos institucionais) complexas que influenciam decisões de uso.
3. Incorporação de interações/feedbacks com modelos do Sistema Natural.
4. Modelos LUCC e abordagens para construção de cenários.

### **Bibliografia**

- Aguiar, A. P. Modeling land change in the Brazilian Amazonia: exploring intra-regional heterogeneity. PhD Thesis, INPE, 2006.
- Carneiro, T.; Câmara, G. **"A Gentle Introduction to TerraME"**. INPE, 2009.
- Janssen, M. A., ed. Complexity and Ecosystem Management: The Theory and Practice of Multi-Agent Approaches. Edward Elgar Publishers, Cheltenham, U.K.; Northampton, MA, 2003.
- Kaimowitz, D., Angelsen, A. **Economic Models of Tropical Deforestation: A Review**. Centre for International Forestry Research, Jakarta, Indonesia, 1998.
- Lambin, E.; Geist, H. (eds). Land-use and Land-cover Change: Local Processes, Global Impacts. Springer Berlin Heidelberg, New York.
- Laurance W., Cochrane M., Bergen S., et al. The future of the Brazilian Amazon. **Science** 291: 438-439, 2001.
- Parker, D. C.; Entwisle, B.; Rindfuss, R. R.; Vanwey, L. K.; Manson, S. M.; Moran, E.; An, D.; Peter, E.; Tom P., Linderman, M.; Mussavi Rizi, S. Mohammad and Malanson, George. Case studies, cross-site comparisons, and the challenge of generalization: comparing agent-based models of land-use change in frontier regions', **Journal of Land Use Science**, 3, 41-72, 2008.
- Parker, D., Berger, T., Manson, S., McConnel, S.: Agent-Based Models of Land-Use /Land-Cover Change. Report and Review of an International Workshop. LUCC Project, Irvine, California, USA, 2002.
- Soares-Filho, B.; Cerqueira, G.; Pennachin, C. DINAMICA – a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in

an Amazonian colonization frontier. **Ecological Modeling**, 154 (3): 217 – 235, 2002.

Verburg, P.; De Koning, G.; Kok, K.; Veldkamp, A.; Bouma, J. A spatial explicit allocation procedure for modeling the pattern of land use change based upon actual land use. **Ecological Modeling**, 116: 45-61, 1999.

<b>CST-319-3</b>	<b>Modelagem Hidrológica</b>
------------------	------------------------------

*Pré-Requisito: Processos hidrológicos*

O objetivo desta disciplina é treinar e capacitar os alunos da Ciência do Sistema Terrestre no uso de modelos hidrológicos distribuídos, visando sua utilização na avaliação de impactos de mudanças do uso da terra e climáticas sobre os recursos hídricos superficiais.

**Ementa**

1. Elementos de análise numérica. Classificação de modelos (concentrados, distribuídos, etc). Otimização dos parâmetros de modelos hidrológicos.
2. Infiltração e dinâmica de água no solo. Modelos de água no solo. Determinação de precipitação efetiva.
3. Equações de Saint Venant. Classificação de modelos de propagação.
4. Processos de transformação chuva-vazão. Hidrograma unitário, hidrograma unitário sintético, modelo de onda cinemática.
5. Modelos hidrológicos de pequenas bacias: Topog, DHSVM, TopModel, etc. Elementos de análise numérica. Diferenças e elementos finitos.
6. Modelos e propagação de cheias em rios e reservatórios: Modelos de Pulz, Muskhingum, Muskhingum-Cunge. Introdução a modelos hidrodinâmicos.
7. Agregação de processos hidrológicos em larga escala. Modelos hidrológicos de grandes bacias: VIC, MGB-IPH. Aspectos práticos no uso de modelos hidrológicos: Ajuste e verificação dos parâmetros. Incerteza dos resultados.
8. Ferramentas básicas de geo-processamento para preparação de dados de entrada. Métodos de interpolação para espacialização de dados.
9. Impactos das mudanças climáticas e das mudanças do uso da terra sobre o ciclo hidrológico superficial. Desmatamento.

**Bibliografia**

ASCE. **Hydrology Handbook** – Second Edition. Prepared by the Task Committee on Hydrology Handbook of Management Group D of the American Society of Civil Engineers. ASCE manuals on engineering practice, 1996.

Beven, K. Rainfall Runoff Models: The Primer.

Jones, J. A. A. **Global Hydrology: Processes, resources and environmental management**. ed. [S.l.], Addison Wesley, , 399 p., 1997.

Singh, V.P. **Computer Models of Watershed Hydrology**. Water Resources Publications. 1130p. 1995.

Tucci, C.E.M (org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Editora Universitária UFRGS ABRH. 944p., 1993.

Ven T Chow; David R Maidment; Larry W. Applied Hydrology Edition: 1 McGraw-Hill Science/Engineering/Math / 01-Feb-1988 / 572 pages. ISBN: 0070108102

<b>CST-320-3</b>	<b>Interações Biosfera-Atmosfera</b>
------------------	--------------------------------------

O principal objetivo da disciplina é estudar os processos físicos e biogeoquímicos através dos quais os ecossistemas terrestres afetam e são afetados pelas condições ambientais. O tema central desta disciplina é de que ecossistemas terrestres, através de seus ciclos de energia, água, carbono, gases traço e nutrientes, têm importante influência nos processos atmosféricos. O acoplamento entre a biosfera e a atmosfera é observado em escalas espaciais desde os estômatos das plantas até a escala dos grandes biomas, e em escalas de tempo desde segundos (fisiologia vegetal), dias a semanas (fenologia), até séculos a milênios (dinâmica de vegetação e biogeografia).

#### **Ementa**

1. Introdução: Princípios de climatologia, processos físicos que controlam o clima global, variabilidade em escalas sazonais e interanuais, e mudanças climáticas em escalas de séculos a milênios.
2. O papel da biosfera terrestre no sistema climático global.
3. Processos eco-hidrológicos de interação biosfera-atmosfera.
4. Técnicas de medições e parametrizações
  - 4.1 Balanço de energia e água
  - 4.2 Processos fisiológicos e produção de carbono (fotossíntese, produção primária, limitações)
  - 4.3 Processos de decomposição terrestre
  - 4.4 Medições de fluxos de superfície e limitações (*eddy covariance*, advecção, drenagem de CO<sub>2</sub>)
  - 4.5 Modelos de superfície terrestre
5. Fenologia e Dinâmica de vegetação em ecossistemas terrestres.
6. Feedbacks no sistema acoplado relacionados aos processos físicos e biológicos em ecossistemas terrestres.
7. Interações Biosfera-Atmosfera Regionais: estudo de caso para a Amazônia.

#### **Bibliografia**

- Aber, J.D. and Melillo, J.M., 2001. *Terrestrial Ecosystems. 2nd edition*. W. B. Saunders, Philadelphia, PA, 556 pp.
- Bonan, G.B., 2002. *Ecological Climatology: Concepts and Applications*. Cambridge University Press, Cambridge, 678 pp.
- Bonan, G.B., 2008. Forests and Climate Change: Forcings, Feedbacks, and the Climate Benefits of Forests. *Science*, **320**(5882): 1444-1449. doi: 10.1126/science.1155121.
- Hartman, D.L., 1994. *Global Physical Climatology*. Academic Press, 411 pp.
- Chapin, F.S., III, Matson, P.A. and Mooney, H.A., 2002. *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*. Springer, New York, NY, 436 pp.
- Nobre et al. Amazonian Climate. In: Kabat et al. (Eds.). *Vegetation, water, humans and the climate*. Germany, Springer-Verlag, 2004.
- Jones, H.G., 1992. *Plants and microclimate: a quantitative approach to plant physiology*. Cambridge University Press, Cambridge, 452 pp.
- IPCC Fourth Assessment Report – Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Working Group I. Cambridge University Press. <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>

<b>CST-322-3</b>	<b>Conservação do solo: importância para a biodiversidade</b>
------------------	---

O solo é um recurso finito, limitado e não renovável em curta escala de tempo. A degradação dos solos pode ocorrer por ações naturais ou antrópicas (diferentes usos e manejos). O objetivo dessa disciplina é o de discutir, sobre o âmbito da Ciência Terrestre, as causas de degradação de solo, as formas de estimativa de perda de solos, promover a discussão sobre práticas de conservação, bem como, avaliar as relações com a produtividade agrícola e a importância da conservação do solo na biodiversidade.

**Ementa**

1. Solo e água no sistema terrestre. Noções gerais sobre solos, atributos físicos e químicos. Tipos de solos e o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos no Brasil. Importância da conservação de solos.
2. Erosão do solo: definição, tipos e fatores que afetam a erosão (erosividade, erodibilidade, topografia, cobertura vegetal e uso do solo). Conceitos sobre degradação dos solos.
3. Modelagem de erosão dos solos. Tolerância de perda de solos.
4. Planejamento conservacionista: uso do solo, aptidão agrícola e classes de capacidade de uso da terra.
5. Impactos ambientais e a perda da capacidade produtiva dos solos com consequências no meio ambiente (desertificação, poluição hídrica, assoreamento, etc). Contribuição das ações antrópicas nos processos de degradação ambiental.
6. Conservação dos solos e a produção de alimentos. Discussões sobre a importância de práticas conservacionistas e a preservação dos ecossistemas.

**Bibliografia**

- Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. Conservação do solo. Piracicaba. Livroceres, 1985, 392p.
- Blanco-Canqui, H., Lal, R. Principles of Soil Conservation and Management. Springer, 617p., 2008.
- D'Agosini, L. R. Erosão: o problema mais que o processo. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1999. 131p.
- Guerra, A.J.T.; Silva, A.S.; Botelho, R.G.M. Erosão e conservação de solos: conceitos temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.
- Lepsch, I. F. Formação e conservação dos solos. São Paulo. Oficina de Textos. 2002. 178p. Pereira, V. P.; Ferreira, M.E.; Pessoa Da Cruz, M.C. Solos altamente suscetível à erosão. Jaboticabal, FCAV-UNESP/SBCS, 1994. 253p
- Prado, H. Pedologia Fácil: Aplicações em solos tropicais. Piracicaba, 4º edição. 284 p., 2013.
- Ramalho Filho, A.; Beek, K.J. Sistemas de avaliação da aptidão agrícola das terras. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPQ, 1994, 65p.

Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservative planning. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook n. 537, 1978. 58p.

<b>CST-325-3</b>	<b>Mudanças Hidrológicas</b>
------------------	------------------------------

Historicamente, a disponibilidade dos recursos hídricos desenvolveu um papel preponderante na evolução das civilizações. Os padrões demográficos e de uso do solo globais são estrangulados pela disponibilidade d'água e a capacidade de apropriação do recurso de forma a sustentá-los. Alterações no ciclo hidrológico produzidas pela variabilidade natural e pela ação antrópica alteram a capacidade de armazenamento da bacia. O estresse que o crescimento da população mundial e as mudanças globais exercem sobre os recursos hídricos têm exacerbado a ocorrência de conflitos relacionados com estes nas últimas décadas e, de acordo com projeções do IPCC, serão ainda mais frequentes e de maior grau no futuro.

O estudo das Mudanças Hidrológicas foca seu interesse em dinâmicas de longo prazo. Procura-se entender o fator antrópico, através, por exemplo, das modificações da paisagem, dos cursos de água, da exploração do recurso hídrico superficial e subterrâneo e das mudanças climáticas antrópicas; assim como o rol das mudanças climáticas e da variabilidade climática natural. A variabilidade e as mudanças climáticas são entendidas como processos bidirecionais, atrelados à atividade antrópica e mediados pelo ciclo hidrológico. O objetivo será abordar o estado da arte no estudo das Mudanças Hidrológicas e de seus impactos nos sistemas naturais e antrópicos, assim como metodologias utilizadas para sua detecção e projeção de cenários.

**Ementa e Bibliografia**

- 1) Conceito de Mudança Hidrológica. Escalas local, regional e global.
  - a. Wagener, T., M. Sivapalan, P. A. Troch, B. L. McGlynn, C. J. Harman, H. V. Gupta, P. Kumar, P. S. C. Rao, N. B. Basu, and J. S. Wilson (2010), The future of hydrology: An evolving science for a changing world, *Water Resour. Res.*, 46, W05301, doi:10.1029/2009WR008906
  - b. Milly, P. C. D., J. Betancourt, M. Falkenmark, R. M. Hirsch, Z. W. Kundzewicz, D. P. Lettenmaier, and R. J. Stouffer (2008), Stationarity is dead: Whither water management?, *Science*, 319, 573–574, doi:10.1126/science.1151915.
  - c. Sivapalan, M., S. E. Thompson, C. J. Harman, N. B. Basu, and P. Kumar (2011), Water cycle dynamics in a changing environment: Improving predictability through synthesis, *Water Resour. Res.*, 47, W00J01, doi:10.1029/2011WR011377.
  - d. Zehe, E., and M. Sivapalan (2009), Threshold behavior in hydrological systems as (human) geoecosystems: Manifestations, controls and implications, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 13(7), 1273–1297, doi:10.5194/hess-13-1273-2009
- 2) Metodologias de identificação de mudanças hidrológicas. Métodos Estatísticos e Modelagem Numérica
  - a. McCuen, Richard H. *Modeling hydrologic change: statistical methods*. CRC press, 2002.
  - b. Chen, Jie, François P. Brissette, and Robert Leconte. "Uncertainty of downscaling method in quantifying the impact of climate change on hydrology." *Journal of Hydrology* 401.3 (2011): 190-202.
  - c. McIntyre, Neil, et al. "Modelling the hydrological impacts of rural land use change: current state of the science and future challenges." *Hydrology for a changing world* (2013): 01-07.
- 3) Modelagem das Mudanças Hidrológicas, capacidades e limitações
  - a. Wagener, T. (2007) Can we model the hydrological impacts of environmental change? *Hydrological Processes* 21, 3233-3236

- b. Sivapalan, Murugesu, (2005). "Pattern, process and function: elements of a unified theory of hydrology at the catchment scale." *Encyclopedia of hydrological sciences*.
  - c. Beven, Keith (2011). "I believe in climate change but how precautionary do we need to be in planning for the future?." *Hydrological Processes* 25.9,1517-1520.
  - d. Beven, K. J. (2001). "Dalton Medal Lecture: How far can we go in distributed hydrological modelling?" *Hydrology and Earth System Sciences* 5.1, 1-12.
  - e. Mendoza, P. A., M. P. Clark, M. Barlage, B. Rajagopalan, L. Samaniego, G. Abramowitz, and H. Gupta (2015), Are we unnecessarily constraining the agility of complex process-based models?, *Water Resour. Res.*, 51, 716–728,
  - f. Kumar, P. (2011), Typology of hydrologic predictability, *Water Resour. Res.*, 47, W00H05.
- 4) Variabilidade Climática e Recursos Hídricos
- a. Jhan Carlo Espinoza Villar, Jean Loup Guyot, Josyane Ronchail, Gérard Cochonneau, Naziano Filizola, Pascal Fraizy, David Labat, Eurides de Oliveira, Juan Julio Ordoñez, Philippe Vauchel, (2009). Contrasting regional discharge evolutions in the Amazon basin (1974–2004), *Journal of Hydrology*, 375, 3-4, 297.
  - b. Marengo, J.A., (2009). Long-term trends and cycles in the hydrometeorology of the Amazon basin since the late 1920s, *Hydrological Processes*, 23, 22.
  - c. García, N. O., Vargas, W. M. (1998). The temporal climatic variability in the 'Río de la Plata' basin displayed by the river discharges. *Climatic Change*, 38(3), 359-379.
  - d. Collischonn, W., Tucci C. E. M., Clarke R. T., (2001):. "Further evidence of changes in the hydrological regime of the River Paraguay: part of a wider phenomenon of climate change?." *Journal of Hydrology* 245.1 218-238.
  - e. Merz, B., Aerts, J., Arnbjerg-Nielsen, K., Baldi, M., Becker, A., Bichet, A., Blöschl, G., Bouwer, L. M., Brauer, A., Cioffi, F., Delgado, J. M., Gocht, M., Guzzetti, F., Harrigan, S., Hirschboeck, K., Kilsby, C., Kron, W., Kwon, H.-H., Lall, U., Merz, R., Nissen, K., Salvatti, P., Swierczynski, T., Ulbrich, U., Viglione, A., Ward, P. J., Weiler, M., Wilhelm, B., Nied, M., (2014). Floods and climate: emerging perspectives for flood risk assessment and management, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 14, 1921-1942
- 5) Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos
- a. Qin, Dahe, et al., 2014. *Climate change 2013: The physical science basis*. Cambridge, UK, and New York: Cambridge University Press.
  - b. Field, C.B. et al, 2014. *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability*. IPCC, 2014.
  - c. Christensen, N. S., Lettenmaier, D.P., (2007). "A multimodel ensemble approach to assessment of climate change impacts on the hydrology and water resources of the Colorado River Basin." *Hydrology and Earth System Sciences* 11.4, 1417-1434.
  - d. Vicuña, S., Garreaud, R.D., McPhee, J., (2011). "Climate change impacts on the hydrology of a snowmelt driven basin in semiarid Chile." *Climatic Change* 105.3-4: 469-488.
  - e. Hagemann, S, et al., (2012) "Climate change impact on available water resources obtained using multiple global climate and hydrology models." *Earth System Dynamics Discussion* 3, 1321-1345.
  - f. Schewe, J., et al., (2014) "Multimodel assessment of water scarcity under climate change." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111.9, 3245-3250.

- g. Nóbrega, M. T., et al., (2011). "Uncertainty in climate change impacts on water resources in the Rio Grande Basin, Brazil." *Hydrology and Earth System Sciences* 15.2, 585-595.
  - h. Viola, M. R., et al., (2014). "Assessing climate change impacts on Upper Grande River Basin hydrology, Southeast Brazil." *International Journal of Climatology*.
- 6) Mudanças no uso e na cobertura do solo, alterações dos corpos de água e exploração dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e seus impactos na disponibilidade hídrica.
- a. Sanderson, E. W., M. Jaiteh, M. A. Levy, K. H. Redford, A. V. Wannebo, and G. Woolmer (2002), The human footprint and the last of the wild, *BioScience*, 52, 891–904
  - b. Haddeland, Ingjerd, et al. "Global water resources affected by human interventions and climate change." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111.9 (2014): 3251-3256.
  - c. Bonell, M., (2010). "The impacts of global change in the humid tropics: selected rainfall-runoff issues linked with tropical forest-land management." *Irrigation and drainage systems* 24.3-4 (2010): 279-325.
  - d. Rodriguez, D. A., Tomasella, J., Linhares, C. (2010), Is the forest conversion to pasture affecting the hydrological response of Amazonian catchments? Signals in the Ji-Paraná Basin. *Hydrol. Process.*, 24: 1254–1269.
- 7) Implicações das Mudanças Hidrológicas na segurança hídrica, gestão e manejo dos Recursos Hídricos.
- a. Bakker, K. (2012) *Water Security: Research Challenges and Opportunities*. *Science* 337(6097), 914-915.
  - b. Cook, C. and Bakker, K. (2012) *Water security: Debating an emerging paradigm*. *Global Environmental Change* 22(1), 94-102.
  - c. Dessai, S., et al., (2009) "Climate prediction: a limit to adaptation." *Adapting to climate change: thresholds, values, governance*. 64-78.
  - d. Reeder, T., et al., (2009) "Protecting London from tidal flooding: limits to engineering adaptation." *Adapting to climate change: thresholds, values, governance*. 54.
  - e. Sivapalan, M., Savenije, H. H. G. and Blöschl, G. (2012), *Sociohydrology: A new science of people and water*. *Hydrol. Process.*, 26: 1270–1276.
  - f. Hale, R. L., et al., (2015) "iSAW: Integrating Structure, Actors, and Water to Study Socio-Hydro-Ecological Systems." *Earth's Future*. g. Liu, D., et al., (2015). "A conceptual socio-hydrological model of the co-evolution of humans and water: case study of the Tarim River basin, western China." *Hydrology and Earth System Sciences* 19.2, 1035-1054.

<b>CST-326-4</b>	<b>Fenômenos Elétricos Globais</b>
------------------	------------------------------------

A Terra apresenta uma intensa e contínua atividade elétrica desde as camadas mais altas de sua atmosfera (na fronteira com o meio interplanetário) até o centro do planeta. Esses fenômenos estão diretamente relacionados com a atividade solar, a qual injeta continuamente no meio interplanetário, o chamado vento solar. Trata-se de um plasma de alta energia que interage com as linhas de campo magnético gerado pelo dínamo terrestre modulando assim boa parte dos processos elétricos existentes na mesosfera e magnetosfera no planeta. Na baixa atmosfera (troposfera), as nuvens de tempestades, formadas pela convecção do ar úmido até os limites da estratosfera, são controladas pela radiação térmica proveniente do Sol bem como pelas emissões atmosféricas (naturais e antropogênicas) de aerossol. As nuvens de tempestades eletrificam, fundamentalmente por atrito das partículas de gelo em seu interior, e provocam as descargas atmosféricas, que são intensas correntes elétricas que circulam na troposfera transferindo cargas dentro das nuvens, entre as

próprias nuvens e entre as nuvens e solo. Estas últimas apresentam grande impacto sobre a atividade humana, pois atingem diretamente as estruturas na superfície causando prejuízos e culminando até com mortes de animais e seres humanos. As tempestades na troposfera e os processos elétricos da mesosfera estão fortemente acoplados formando o chamado Circuito Elétrico Atmosférico Global. Este circuito parece ser um “termômetro” que indica como a ação do homem e as mudanças climáticas e ambientais globais estão afetando o equilíbrio elétrico do planeta. Além disso, há indícios de que a ocorrência contínua de tempestades em todo o globo também tem implicações no balanço químico da baixa atmosfera.

#### **Ementa**

- 1) Processos elétricos na média-alta atmosfera. Acoplamento com o meio interplanetário e com o Sol. O campo magnético terrestre e a teoria do dínamo. Balanço de energia planetário.
- 2) Formação da Ionosfera. Processos de ionização da média atmosfera
- 3) Processos elétricos na baixa atmosfera. Formação de tempestades e descargas atmosféricas. Sistemas dinâmicos e termodinâmicos.
- 4) Circuito Elétrico Atmosférico Global (CEAG). Acoplamento entre baixa e média atmosfera
- 5) Medidas diretas e indiretas da atividade elétrica planetária. Sistemas de detecção de superfície e a bordo de satélites
- 6) Papel do aerossol sobre a formação das tempestades. Efeito antropogênico sobre as características espaciais, temporais e elétricas das descargas atmosféricas. Impactos do uso do solo, urbanização e emissões.
- 7) Descargas atmosféricas e seus efeitos sobre a química da atmosfera. Fixação do N<sub>2</sub> e formação de O<sub>3</sub>.
- 8) Efeitos das mudanças climáticas e ambientais sobre o regime e intensidade das tempestades. Alterações nos padrões espaciais, temporais e elétricos das descargas atmosféricas. Efeitos da poluição, ilhas de calor, aquecimento global, ciclo solar, fenômenos El Niño e La Niña.

#### **Bibliografia**

- MacGorman, D. R.; Rust, W. D. “The Electrical Nature of Storms”, Oxford Univ. Press, 1998
- Stull, R. "Practical Meteorology: An Algebra-based Survey of Atmospheric Science",  
University of British Columbia, Vancouver, 2016
- Leblanc F.; Aplin, K. L.; Yair, Y.; Harrison, R. G.; Lebreton, J. P.; Blanc, M. “Planetary Atmospheric Electricity”, Space Sciences Series of ISSI, Springer, 2008
- Rakov, V. A.; Uman, M. A. “Lightning: Physics and Effects”, Cambridge Univ. Press, 2003
- Pinto, Jr.; Pinto, I. R. C. A. “Tempestades e Relâmpagos no Brasil”, INPE, 2000
- Naccarato, K. P. “Tópicos em Eletricidade Atmosférica”, INPE-9387-PUD/118, 2002
- Cooray, V. “An Introduction to Lightning”, Springer, Dordrecht, 2015
- Füllekrug, M.; Mareev, E. A.; Rycroft, M. J. “Sprites, elves and intense lightning discharges”, Springer, 2006

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

<b>EST-00</b>	<b>Estudo Orientado em Ciência do Sistema Terrestre</b> até 3 créditos
---------------	---

<b>CST-780-0</b>	<b>Pesquisa de Doutorado em Ciência do Sistema Terrestre*</b> 0 crédito
------------------	--

<b>CST-800</b>	<b>Tese de Doutorado em Ciência do Sistema Terrestre</b> 36 créditos
----------------	---

\*Atividade obrigatória, em cada período letivo, para todo aluno em fase de Pesquisa - definida pela oficialização de seu Orientador de Pesquisa, o qual 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 deverão ser feitas por Docente aprovado pelo Coordenador Acadêmico de seu Curso.

Catálogo aprovado pelo Corpo Docente da PGCST em 24/10/2016

Catálogo aprovado pelo CPG em 06/12/2016.