

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas



INCT PARA MUDANÇAS CLIMÁTICAS | 2009.2010 | RELATÓRIO DE ATIVIDADES | BRASIL

Dezembro 2010





INCT PARA MUDANÇAS CLIMÁTICAS - RELATÓRIO DE ATIVIDADES 2009.2010

Coordenação Geral

Carlos A. Nobre

Revisão Técnica

Carlos A. Nobre e José Marengo

Organização, elaboração, revisão e edição de textos

Eduardo Moraes Arraut, Ana Paula Soares e Armando Martins

Design

Eduardo Moraes Arraut, Magno Studio e Carlos Vieira

Pesquisa Iconográfica

Eduardo Moraes Arraut, Armando Martins, Ana Paula Soares and Carlos Vieira

Revisão de Linguagem

Silvia Helena Gonçalves

Tradução para o Português

Josefina Moraes Arraut

Editoração Eletrônica

Magno Studio e Beatriz Kozilek

Comitê Executivo

Carlos A. Nobre, INPE

Carlos Garcia, FURG

José A. Marengo, INPE

Luiz Pinguelli Rosa, UFRJ

Mercedes Bustamante, UnB

Paulo Artaxo, USP

Os textos referentes aos subprojetos de pesquisa foram submetidos por seus coordenadores

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas

www.ccst.inpe.br/inct

Sede

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Avenida dos Astronautas, 1758

Jardim da Granja

12227-010 – São José dos Campos – SP

Brasil

www.inpe.br

Apoio



Parcerias



Ministério da
Ciência e Tecnologia



Ficha Catalográfica

N213i Tecnologia para Mudanças Climáticas

INCT para Mudanças Climáticas, 2009.2010, Relatório de
Atividades – São José dos Campos, 2010
96p.
ISSN: 2179-5754

1. Mudanças Climáticas. 2. Base Científica. 3. Impactos,
adaptação e vulnerabilidade. 4. Mitigação. 5. Novas tecnologias.

CDU: 551.583

INCT para Mudanças Climáticas

2009.2010 | RELATÓRIO DE ATIVIDADES



Apresentação

Caro Colega, É com orgulho que apresentamos o Primeiro Relatório de Atividades do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) para Mudanças Climáticas (doravante denominado ‘INCT para Mudanças Climáticas’ ou ‘INCT para MC’). Este relatório resume os objetivos e a organização do INCT para MC, apresenta os destaques científicos dos seus primeiros 18 meses de existência e descreve sucintamente os seus 26 subprojetos de pesquisa.

Os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia foram criados em 2008 pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). São financiados pelo Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) do MCT, pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Ministério da Educação (MEC) e por agências estaduais de fomento. Os INCTs do Estado de São Paulo recebem financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Atualmente, há 123 INCTs em funcionamento, cobrindo a maior parte das áreas da Ciência e da Tecnologia. Mais informações sobre os INCTs podem ser encontradas em www.cnpq.br/programas/inct/_apresentacao/.

O INCT para Mudanças Climáticas reúne a maior e mais abrangente rede interdisciplinar de instituições de pesquisa em meio ambiente no Brasil, envolvendo mais de 90 grupos de pesquisa de 65 instituições e universidades brasileiras e estrangeiras, com mais de 400 participantes. É um ambicioso empreendimento científico criado para prover informações de alta qualidade relevantes para ajudar o Brasil a cumprir os objetivos do seu Plano Nacional sobre Mudança do Clima.

A fim de informar os cientistas, os responsáveis pelas políticas públicas, a mídia e o público em geral, o INCT para Mudanças Climáticas publicará relatórios anuais, contendo os destaques de suas realizações científicas e seus avanços e resultados em formação e qualificação de pessoal. Informações detalhadas sobre o INCT para Mudanças Climáticas podem ser encontradas em <http://www.ccst.inpe.br/inct/>.

É muito importante para nós conhecer os seus comentários, sugestões, perguntas e críticas relacionadas a quaisquer partes deste primeiro relatório. Suas contribuições certamente nos ajudarão a cumprir nossos objetivos, garantindo que os produtos gerados pelo INCT para Mudanças Climáticas não apenas satisfaçam os padrões mais altos de qualidade científica, mas sejam de fácil compreensão para o público e para os responsáveis pelas políticas públicas. Sua colaboração será para nós uma valiosa orientação para um refinamento da nossa estratégia de pesquisa.

Com os meus mais sinceros cumprimentos,

Carlos A. Nobre

*Coordenador Científico do INCT
para Mudanças Climáticas*

Dezembro de 2010

Índice

INCT PARA MUDANÇAS CLIMÁTICAS

- 05**
Apresentação
- 08**
Introdução
Contexto Científico e Social
- 10**
Premissas e Contextualização Histórico-Científica
- 12**
Visão
- Objetivos e Estrutura
- 14**
Rede CLIMA
- 16**
Destaques Científicos
- 20**
Infraestrutura e Formação de Recursos Humanos
- 21**
Ambiente de Supercomputação
- 22**
O INCT para Mudanças Climáticas em Números
- 24**
Subprojetos de Pesquisa
A Base Científica
Estudos de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade
Mitigação
Produtos Tecnológicos

A BASE CIENTÍFICA

- 26**
Detecção, Atribuição e Variabilidade Natural do Clima
- 28**
Amazônia
- 30**
Mudanças dos Usos da Terra
- 32**
Ciclos Biogeoquímicos Globais
- 34**
Oceanos
- 36**
Gases de Efeito Estufa
- 38**
Interações Biosfera-Atmosfera
- 40**
Cenários Climáticos Futuros e Redução de Incertezas

ESTUDOS DE IMPACTOS, ADAPTAÇÃO E VULNERABILIDADE

- 42**
Cenários de Mudanças Climáticas para o Século XXI
- 44**
Agricultura
- 46**
Recursos Hídricos
- 48**
Energias Renováveis
- 50**
Biodiversidade
- 52**
Saúde
- 54**
Zonas Costeiras
- 56**
Urbanização e Megacidades
- 58**
Economia das Mudanças Climáticas
- 60**
Estudos de Ciência, Tecnologia e Políticas Públicas

MITIGAÇÃO

62
Emissões de Lagos
e Reservatórios

64
Processos de
Combustão

66
Redução de
Emissões por
Desmatamento
e Degradação
Florestal (REDD)

PRODUTOS TECNOLÓGICOS

68
Modelo Brasileiro do
Sistema Climático
Global (MBSCG)

70
Modelo de Circulação
Global da Atmosfera do
CPTEC

72
Modelagem de Múltiplas
Escala: Desafios para
o Futuro

74
Tecnologias
Observacionais para
Mudanças Climáticas

76
Sistema de Informações
para a Redução de
Riscos de Desastres
Naturais

INCT PARA MUDANÇAS CLIMÁTICAS

78
Sobre o INCT para
Mudanças Climáticas

80
Mapa da Distribuição
Espacial das Instituições
Científicas

81
Grupos de Pesquisa de
Instituições no Exterior
Rede de INCT's

82
Comitê Científico
Escritório de Apoio

83
Publicações
Selecionadas

98
Créditos de Fotos
e Imagens

Introdução

Contexto Científico e Social

Um dos mais importantes e instigantes desafios intelectuais enfrentados hoje pela humanidade é a compreensão abrangente e preditiva da estrutura, dinâmica e funcionamento do Sistema Terrestre. Os progressos recentes na compreensão da atmosfera, dos oceanos e da superfície terrestre, juntamente com uma rápida expansão de nossa capacidade de observação do nosso planeta, oferecem à comunidade científica novas e ampliadas oportunidades para avançar nossa compreensão da Terra como um sistema complexo.

O 4º Relatório de Avaliação do IPCC (IPCC AR4) concluiu que “o aquecimento do sistema climático é inequívoco...”, atribuindo-o às atividades humanas: “A maior parte do aumento observado nas temperaturas médias globais desde meados do século XX é muito provavelmente – grau de certeza superior a 90% – devida ao aumento das concentrações de gases de efeito estufa antropogênicos”.

Isso sugere, para além de qualquer dúvida razoável, que o aquecimento da superfície observado ao longo das últimas cinco décadas deve-se principalmente às emissões artificiais de gases de efeito estufa (GEE). Devido ao longo tempo de vida de alguns gases de efeito estufa na atmosfera e à grande inércia térmica dos oceanos, já existe uma possibilidade considerável de mudanças significativas nos próximos 30-40 anos. A taxa de mudança pode aumentar durante os próximos anos do século XXI e seguir aumentando posteriormente.

Quais são os riscos de uma rápida mudança climática? Mesmo um aquecimento a 1°C resulta no risco de que alguns ecossistemas marinhos, como os recifes de coral, sofram mudanças irreversíveis causadas pelo aquecimento dos oceanos e pela acidificação resultante do aumento do fluxo de dióxido de carbono atmosférico para o oceano. Se o aquecimento atingir 3°C ou mais, o derretimento das camadas de gelo da Groenlândia e da Antártica Ocidental pode acelerar-se, introduzindo um sério risco de aumento significativo do nível do mar. Com um aquecimento de 3°C a 4°C, há um risco de perda significativa da floresta tropical amazônica. Globalmente, poucos ecossistemas podem se adaptar às rápidas mudanças climáticas; sistemas que dão sustentação à vida estão, portanto, em risco, com sérias implicações para a segurança alimentar global. Um aquecimento maior – porém ainda indeterminado – pode aumentar o risco de que sejam atingidos ainda outros pontos críticos, tais como vastas emissões de metano de estoques submarinos de hidratos de metano e do *permafrost* em regiões frias do planeta. Ambos podem exacerbar grandemente o aquecimento global.

O IPCC AR4 indicou com confiabilidade que o aquecimento global resultará em um aumento da ocorrência de condições meteorológicas extremas e fenômenos climáticos como secas, ondas de calor, episódios de chuvas intensas, tempestades e ciclones tropicais, inundações, marés meteorológicas, entre

outros. A exacerbação da variabilidade climática atual já resulta em importantes desafios para a sociedade, e há ainda outras mudanças no clima que já são inevitáveis, mesmo supondo a aplicação efetiva de ambiciosas políticas de mitigação. Isso torna imperativo o desenvolvimento de estratégias de adaptação. Também exige que se dê atenção às questões de ética e de justiça, uma vez que as populações que provavelmente arcarão com o maior peso dos impactos das mudanças climáticas globais são justamente aquelas que menos contribuíram para eles. Os impactos dessa mudança climática inevitável afetarão mais severamente os pobres, tornando-os mais vulneráveis. Isso demanda uma colaboração internacional sem precedentes, para criar programas de adaptação de longo alcance e eficazes em todo o mundo, nos quais o aumento da capacidade adaptativa caminhe lado a lado com o aumento do conhecimento e o desenvolvimento científico e tecnológico no mundo em desenvolvimento.

O desenvolvimento sustentável no Brasil está fortemente vinculado à capacidade de responder aos desafios e oportunidades associadas às mudanças climáticas. O Brasil é vulnerável à variabilidade e às mudanças climáticas atuais e será profundamente impactado pelas mudanças climáticas projetadas para o futuro. A economia brasileira está fortemente baseada em recursos naturais dependentes

do clima. Nossas fontes de energias renováveis, agricultura e biodiversidade são altamente vulneráveis às mudanças climáticas, e as desigualdades sociais e regionais existentes significam que grande parte da população é também vulnerável.

Recentemente, o Brasil estabeleceu um Plano Nacional sobre Mudança do Clima e uma avançada Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei 12.187 de 29 de Dezembro de 2009). Essa lei define objetivos ambiciosos para cortes de emissões de GEE até 2020, colocando o Brasil na vanguarda dos países efetivamente comprometidos com a mitigação das mudanças climáticas.

Além disso, a Lei sobre Mudança do Clima estabeleceu um Fundo Nacional sobre Mudança do Clima como mecanismo para a implementação de políticas de mitigação e adaptação e para financiar a geração de novos conhecimentos.

Nesse contexto, o INCT para Mudanças Climáticas foi criado para gerar informação de alta qualidade e relevantes conhecimentos científicos, a fim de **1)** compreender os riscos da variabilidade e das mudanças climáticas atuais para a sociedade, **2)** prever os impactos de longo prazo das mudanças climáticas no Brasil e **3)** ajudar os tomadores de decisão e a sociedade em geral a escolher caminhos sustentáveis para o nosso futuro, para que medidas de adaptação eficazes sejam projetadas e adotadas e políticas de mitigação sejam implementadas com sucesso.

Premissas e Contextualização Histórico-Científica

Uma pesquisa (*veja a ilustração na página ao lado*) com o objetivo de detectar os interesses da população brasileira em relação à Ciência foi realizada no âmbito da 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Surpreendentemente, as mudanças climáticas foram posicionadas em terceiro lugar, atrás apenas da agricultura (segundo lugar), e dos medicamentos e tecnologias médicas (primeiro lugar). Isto é consistente com pesquisas anteriores, que posicionaram os brasileiros dentre as pessoas mais interessadas e envolvidas com as mudanças climáticas.

É natural que a comunidade científica brasileira tenha se envolvido mais e rapidamente com o tema das mudanças climáticas. Entre 2002 e 2007, o Brasil contribuiu com cerca de 1,5% da produção científica mundial sobre o tema em revistas indexadas. Embora esse índice ainda fique abaixo da contribuição média do país para a produção total do mundo científico, que era de 2% em 2007, representa um progresso considerável em relação à sua contribuição de 0,5% para o tema de mudanças climáticas no quinquênio anterior (1997-2001).

Na realidade, esses números refletem o desenvolvimento relativamente novo da ciência das mudanças globais no país. O grande interesse internacional pela Amazônia tem direcionado uma boa parte dos esforços de pesquisa para a região, desde 1980. Até o final da década de 90, iniciativas de pesquisa partiam em geral de grupos

estrangeiros, tais como os experimentos relacionados à micrometeorologia, química atmosférica e à interação biosfera-atmosfera, que foram realizados em cooperação com a Grã-Bretanha e com os EUA. Estes, desenvolvidos durante os anos 90, constituíram uma experiência importante e uma oportunidade para conduzir pesquisa condizente com os padrões internacionais. O trabalho abriu caminho para um grande salto qualitativo: a liderança e o planejamento brasileiros do Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA) em 1998. O LBA é considerado a maior iniciativa de pesquisa realizada nos trópicos e resultou na conclusão de mais de 250 mestrados e doutorados brasileiros e na criação de uma efetiva rede de pesquisa nacional e internacional.

Na década seguinte, o interesse em desenvolver pesquisas aplicadas que pudessem subsidiar políticas públicas visando o desenvolvimento sustentável da Amazônia resultou na criação de uma nova rede de pesquisa, a Rede Temática em Modelagem Ambiental da Amazônia (GEOMA), formada por pesquisadores brasileiros e com estreita colaboração com o LBA. Ao mesmo tempo desenvolvia-se uma rede de pesquisa voltada aos estudos de biodiversidade no Estado de São Paulo, o programa Biota-FAPESP. Nos últimos três anos da década, a densidade de programas de pesquisa sobre mudanças climáticas alcançou um novo nível, com a criação da Rede Brasileira

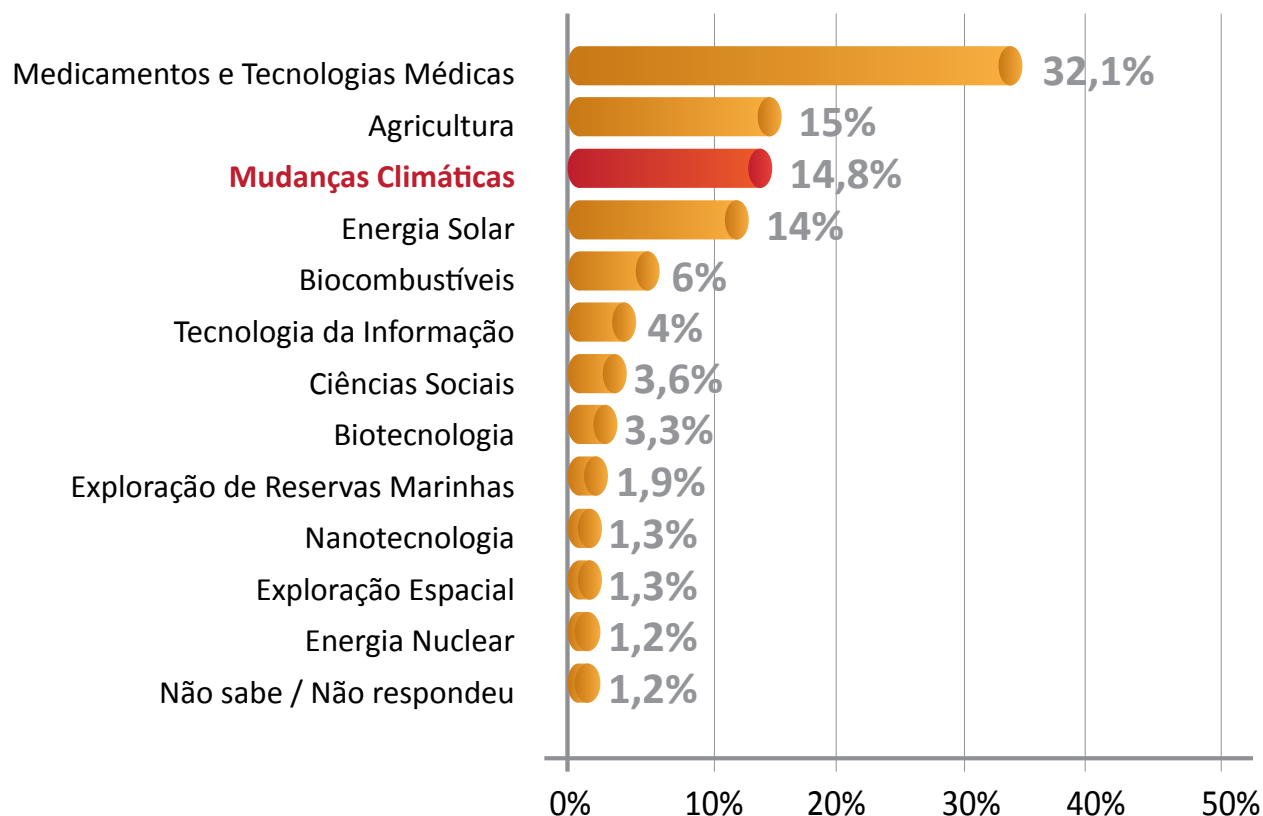
de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede CLIMA), o Programa FAPESP de Pesquisas em Mudanças Climáticas Globais (PFPMCG) e de programas estaduais no Amazonas, em Pernambuco, no Rio de Janeiro e no Rio Grande do Sul.

As redes de pesquisa mencionadas acima formaram as bases para a criação do INCT para Mudanças Climáticas. Este INCT avança nas linhas de pesquisa que

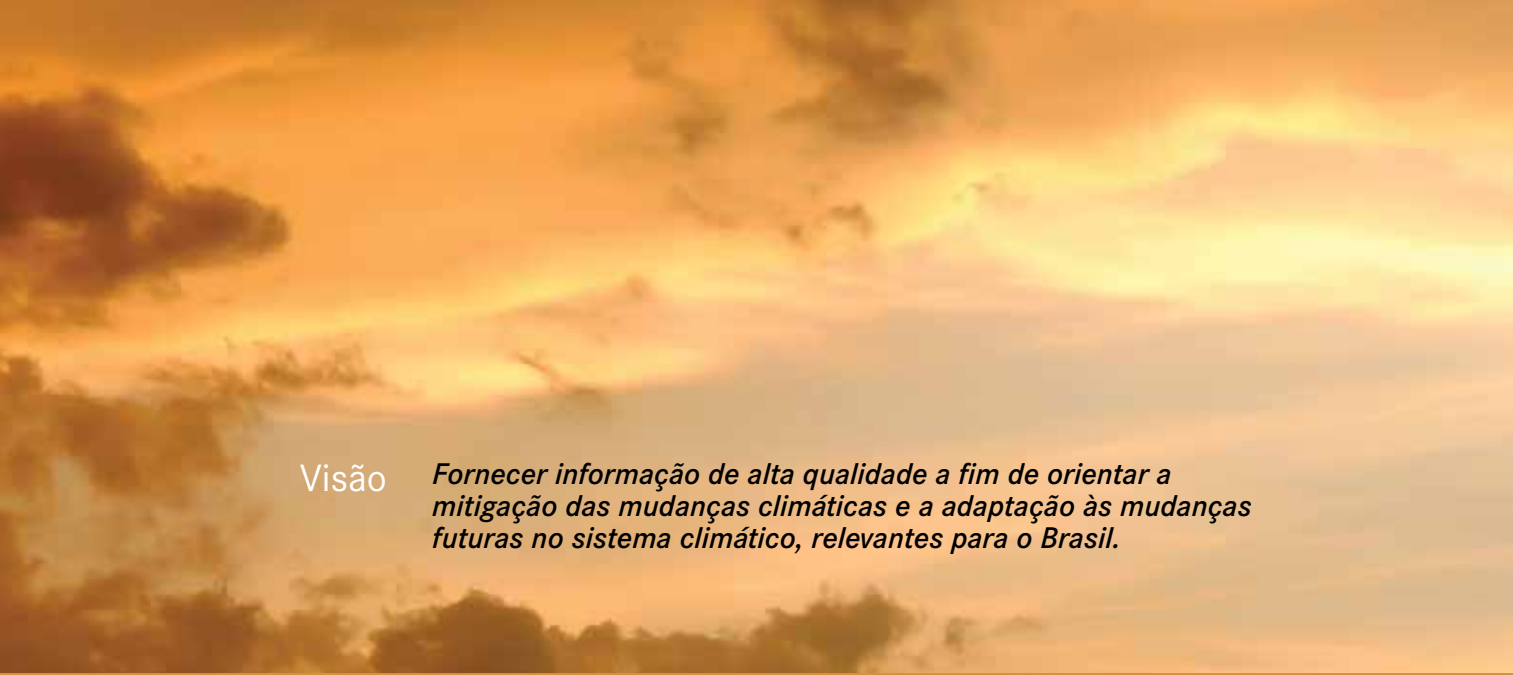
têm sido desenvolvidas por elas, colaborando diretamente com aquelas ainda em vigência, como a Rede CLIMA e o PFPMCG. Além disso, engloba um esforço importante para a continuidade do LBA. Dessa forma, a geração de conhecimento por meio de pesquisas neste INCT deve ser vista como a continuação dos esforços iniciados em projetos anteriores, adicionando-se uma maior integração interdisciplinar dos resultados científicos.

Percepção Pública da Ciência no Brasil

Principais áreas de desenvolvimento no Brasil – 2010



Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia



Visão *Fornecer informação de alta qualidade a fim de orientar a mitigação das mudanças climáticas e a adaptação às mudanças futuras no sistema climático, relevantes para o Brasil.*

Objetivos e Estrutura

A principal meta do INCT para Mudanças Climáticas é fornecer informação científica de alta qualidade necessária para a) compreender o funcionamento do clima, sua variabilidade e suas mudanças e b) subsidiar as políticas públicas de mitigação e adaptação em níveis local, nacional e internacional. Para alcançar essa meta, os objetivos científicos deste INCT são: **(i)** detectar mudanças ambientais no Brasil e na América do Sul e atribuir causas às mudanças observadas (por exemplo, o aquecimento global, mudanças dos usos e cobertura da terra, urbanização); **(ii)** desenvolver um modelo do sistema climático global necessário para gerar cenários futuros de mudanças ambientais globais e regionais (especialmente cenários em alta resolução do clima e de usos e cobertura do solo), **(iii)** estudar os impactos e identificar as vulnerabilidades às mudanças climáticas nos setores e sistemas-chave (ecossistemas e biodiversidade, agricultura, recursos hídricos, saúde humana, cidades, zonas costeiras, energias

renováveis, economia), e **(iv)** desenvolver técnicas e metodologias necessárias para a mitigação das mudanças climáticas.

Ao lado da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (*Rede CLIMA, consulte a próxima seção*), o INCT para Mudanças Climáticas é um dos dois pilares de pesquisa e desenvolvimento do Plano Nacional sobre Mudança do Clima. Em última instância, este INCT visa promover a compreensão da complexa dinâmica dos sistemas naturais e sociais interatuantes, para fornecer informações para a governança do Sistema Terrestre relevantes para o desenvolvimento regional e nacional.

O programa de pesquisa do INCT para Mudanças Climáticas está estruturado em quatro eixos: três científicos e um tecnológico (*Figura 1*):

- a base científica das mudanças ambientais globais;
- pesquisa sobre impactos, adaptação e vulnerabilidade;
- mitigação;
- desenvolvimento de produtos tecnológicos.

Estrutura organizacional e funcional



Projetos de Pesquisa Científicos e Tecnológicos



Rede Clima

Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais

Parceira Científica do INCT PARA MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Em resposta à urgência imposta à sociedade pelo desafio das mudanças climáticas globais e à necessidade crítica de conhecimento científico de alta qualidade e relevância para subsidiar as políticas públicas, o governo federal estabeleceu, por meio do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede CLIMA), com os seguintes objetivos:

1. Proporcionar informações científicas de alta qualidade para apoiar as negociações internacionais no âmbito das

convenções ambientais da ONU (Convenção-Quadro da Organização das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas-UNFCCC, Convenção sobre Diversidade Biológica-CDB e Convenção para o Combate à Desertificação-CCD).

2. Implementar estudos sobre detecção e atribuição das causas e dos impactos das mudanças climáticas globais e regionais no Brasil, enfatizando a identificação das vulnerabilidades às mudanças climáticas.

3. Estudar estratégias de adaptação dos sistemas sociais, naturais e econômicos às mudanças climáticas.



4. Avaliar a contribuição dos sistemas naturais e sócio-econômicos para as emissões de GEE e propor vias alternativas de mitigação.

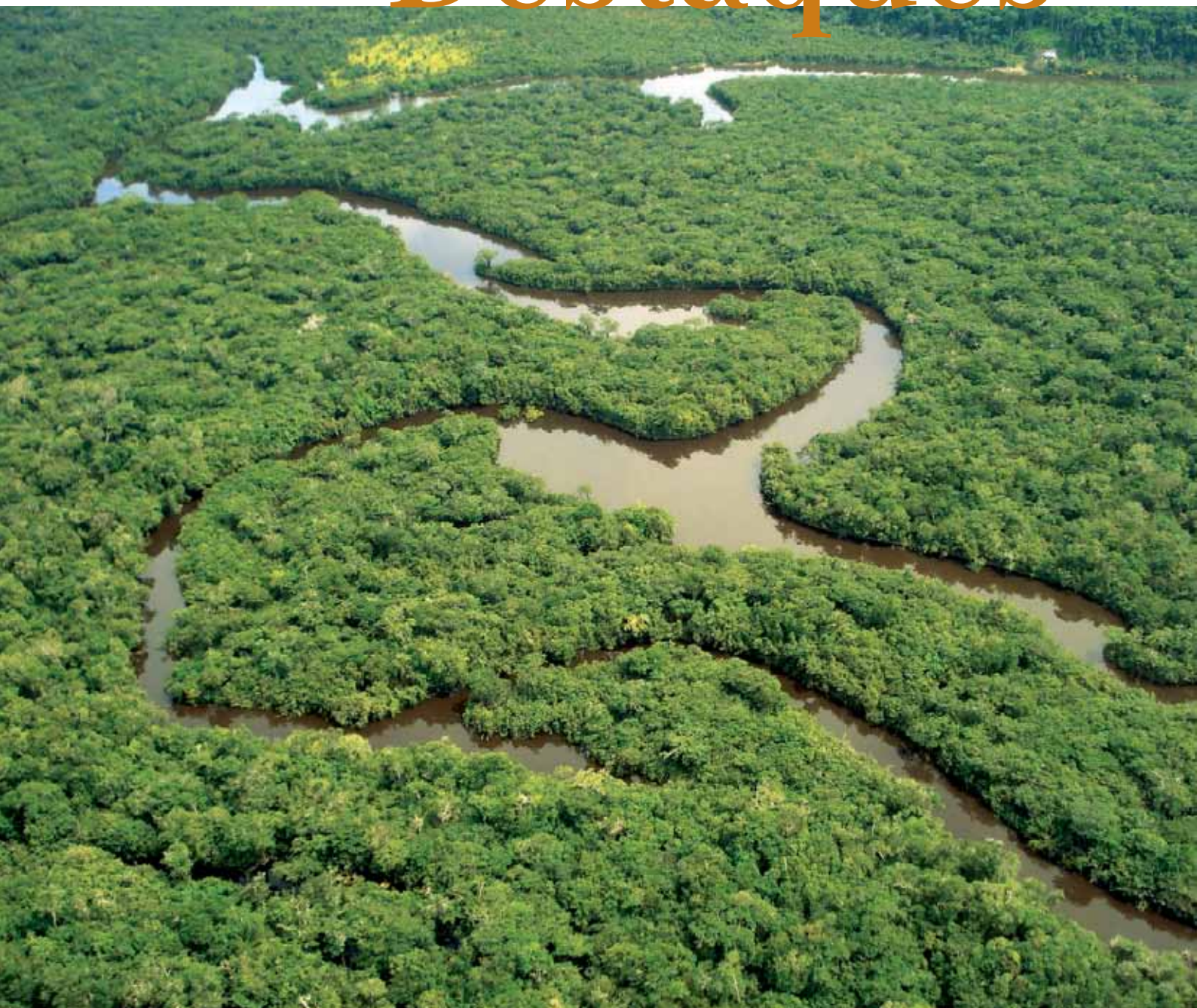
5. Contribuir para a formulação de políticas públicas sobre mudanças climáticas e ambientais de relevância para o Brasil.

6. Promover o desenvolvimento tecnológico para a redução das emissões de GEE.

7. Aumentar a consciência pública das mudanças climáticas e ambientais e seus impactos no Brasil.

A Rede CLIMA está intimamente ligada ao INCT para Mudanças Climáticas. Através de mecanismos de financiamento existentes e previstos, oferece recursos adicionais para a implementação bem sucedida do INCT, que por sua vez, provê a Rede CLIMA com articulação, integração, coesão e trabalho em rede. Atualmente, a Rede CLIMA está organizada em dez áreas temáticas (Agricultura, Biodiversidade e Ecossistemas, Cidades e Urbanização, Desenvolvimento Regional, Economia, Energias Renováveis, Recursos Hídricos, Saúde, Zonas Costeiras, e Modelagem Climática), que abrangem essencialmente as áreas científicas de impactos, adaptação e vulnerabilidade.

Destques



Científicos

Após 18 meses de existência, o INCT para Mudanças Climáticas produziu importantes avanços científicos.

Uma breve e não exaustiva descrição de tais avanços é apresentada aqui. Um maior detalhamento dos resultados, uma listagem das principais publicações e outras informações pertinentes podem ser encontrados nos próximos quatro capítulos deste Relatório. Uma lista de publicações selecionadas está disponível no último capítulo. Cada um dos quatro capítulos abrange um dos quatro principais temas do INCT para Mudanças Climáticas: A Base Científica; Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade; Mitigação; e Produtos Tecnológicos. Eles contêm relatórios de todos os subprojetos de pesquisa, cada um cobrindo um tema particular de ciência ou tecnologia. Em geral, um número importante de artigos científicos em periódicos de circulação internacional com revisão por pares, livros e capítulos de livros foi produzido até novembro de 2010.

Em seus primeiros 18 meses, o projeto se concentrou no desenvolvimento de infraestrutura e organização de pesquisa. Assim, um grande esforço foi dedicado a ampliar colaborações dentro e fora do INCT para Mudanças Climáticas, organizando reuniões de subprojetos, reunindo bases de dados, fazendo revisões bibliográficas, montando laboratórios e experimentos de campo e criando o apoio necessário às suas atividades.

Os principais resultados científicos são resumidos nesta seção.

Variabilidade climática, mudanças climáticas e cenários climáticos futuros.

Novos cenários climáticos para a América do Sul do século XXI sob diferentes concentrações de gases de efeito estufa sugerem que as mudanças climáticas e seus impactos têm variação regional: projeta-se que áreas do norte do continente experimentarão deficiência de chuvas, enquanto áreas no sudeste deverão registrar aumento. As projeções também indicam aumento generalizado dos eventos de precipitação intensa e seca extrema em algumas regiões. Um estudo desenvolveu um modelo coerente para descrever como fenômenos climáticos intra-sazonais interagem com as escalas anual e interanual (2-7 anos) produzindo variabilidade climática decadal/multidecadal.

Oceanos. Os pesquisadores vêm se concentrando na compreensão de projeções futuras para mudanças em ciclones extratropicais gerados ao longo do Oceano Atlântico Sul, e na compreensão das mudanças projetadas nos padrões de bloqueio atmosférico sobre os sub-trópicos e latitudes médias, que estão associados com secas em regiões agrícolas brasileiras. Nesse contexto, e com o intuito de aumentar a nossa compreensão do papel dos oceanos no clima presente e futuro, alguns estudos dedicam-se a investigar o aumento da quantidade de águas salgadas e quentes que se originam no giro do Oceano Índico subtropical sul (a corrente das Agulhas) e adentram o Atlântico Sudoeste

(o vazamento das Agulhas). Com base em estudos preliminares que sugerem que esse aumento pode estar causando mudanças no clima regional, os pesquisadores estão agora concentrados na detecção e compreensão dos mecanismos por trás de tais mudanças.

Amazônia. Importantes avanços foram obtidos na compreensão do papel que a Amazônia desempenha no sistema climático, incluindo as emissões e a influência do clima, da atividade do fogo e do desmatamento no equilíbrio dos ecossistemas da floresta tropical. Um estudo quantificou os efeitos das emissões de queimadas no balanço de radiação da floresta amazônica próxima a Manaus e a Porto Velho. Medições recentes mostraram que até 30% da radiação solar está sendo absorvida pelos aerossóis emitidos por esses incêndios. Atualmente, investiga-se os efeitos das altas concentrações de aerossóis sobre a saúde das populações locais. Outro estudo sobre o fogo aperfeiçoou o cálculo dos fatores de emissão para os principais gases que se originam da queima de biomassa na Amazônia, contribuindo assim para uma melhor quantificação dos seus efeitos sobre o aquecimento global da atmosfera. Outro grupo de pesquisadores desenvolveu um método para medir a influência combinada do desmatamento, mudanças climáticas globais e atividade do fogo sobre a futura distribuição espacial dos principais biomas da região. Seus resultados indicam que as mudanças previstas no clima local (geralmente mais quente e seco), devidas à combinação dessas forçantes das mudanças ambientais, podem levar à transição para ambientes cuja vegetação é relativamente esparsa, como a transição de floresta tropical para savana e de savana para formações adaptadas ao ambiente semi-árido. No entanto, os pesquisadores ressaltam que os efeitos de adubação das plantas pelas altas concentrações de CO₂ podem minimizar ou mesmo compensar os efeitos da mudança climática sobre a distribuição do bioma. Outro resultado promissor de modelagem mostrou que, na ausência de incêndios naturais causados por relâmpagos, a fronteira entre floresta e Cerrado

penetraria cerca de 200-250 km em direção à área de Cerrado atual no Brasil Central. Finalmente, alguns avanços interessantes têm sido obtidos em termos de ações voltadas à redução das emissões por meio de mecanismos de REDD (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal). Esse grupo estudou uma abordagem de fluxo de ações para a atribuição dos benefícios de REDD no Brasil, que poderia fornecer um mecanismo formal pelo qual os estados amazônicos com baixas taxas de desmatamento poderiam participar ativamente do processo.

Urbanização e Megacidades. Estudos detectaram que os eventos extremos de chuva (superiores a 50 mm/dia) na cidade de São Paulo tornaram-se mais frequentes e intensos desde 1960, e que esse aumento deve-se mais à urbanização - o efeito de 'ilha de calor urbano' - do que às mudanças climáticas causadas pelo aquecimento global. Paralelamente a essas investigações, esse grupo de pesquisa gerou mapas de vulnerabilidade à mudança climática para a Região Metropolitana de São Paulo e um mapa preliminar para as enchentes, deslizamentos de terra e impactos na saúde para a cidade do Rio de Janeiro. Em suma, a mudança climática por causas locais na megacidade de São Paulo nos últimos 100 anos tem mudado drasticamente as condições ambientais e em parte explica o número crescente de catástrofes naturais. Esse grupo de pesquisa vai proceder uma análise profunda das respostas sociais, econômicas e políticas da cidade para a mudança climática atual, a fim de compreender os fatores determinantes para a adaptação.

Economia, saúde e questões sociais.

Do ponto de vista da economia brasileira, os resultados preliminares sugerem que a mudança climática terá efeitos negativos sobre o crescimento do país e o bem-estar humano, embora alguns setores e regiões possam ser positivamente afetados. Além disso, uma questão a ser seriamente considerada é que as mudanças climáticas reforçarão as desigualdades econômicas regionais no Brasil,

isto é, os pobres sofrerão mais drasticamente. A situação se torna ainda mais preocupante no contexto dos estudos da influência do clima sobre a transmissão de doenças e outros problemas de saúde humana. Estudos sugerem que as mudanças climáticas devem ser analisadas em conjunto à globalização (aumento das conexões entre as pessoas no comércio e na informação), às mudanças ambientais (degradação dos ecossistemas, redução da biodiversidade e acúmulo de substâncias tóxicas no meio ambiente), e ao enfraquecimento de sistemas de governança (via redução de investimentos na saúde, aumento da dependência com relação aos mercados e aumento das desigualdades sociais), uma vez que todos esses fatores interagem fortemente e de forma complexa.

Novas tecnologias. Na parte deste INCT que se ocupa de aplicações, e quanto à pesquisa sobre a mitigação das emissões de gases de efeito de estufa, uma iniciativa tecnológica promissora envolve a substituição do O_2 do ar por aquele contido nos óxidos metálicos (transportadores de O_2), a fim de que hidrogênio, ao invés de CO_2 , seja um produto final em processos de combustão em geral. Nos experimentos, o óxido de níquel teve o melhor desempenho através de CLQ (combustão por *looping* químico, uma nova tecnologia de combustão com separação intrínseca do CO_2 causador do efeito estufa) e RLQ (reforma por *looping* químico, uma nova técnica de *looping* químico que produz gás de síntese e hidrogênio). Outro grupo, que vem pesquisando novos materiais, tem demonstrado que a oxidação orgânica e a redução de nitrato, incluindo o tratamento de superfície por micro / nanocristais de boro ou filmes dopados com nitrogênio (BDDN), mostram um enorme potencial para aplicações.

Desenvolvimento de Modelos. O INPE lidera um projeto multi-institucional para o desenvolvimento do Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global, que incorpora modelos-componentes da vegetação e de processos da terra, química da atmosfera e

aerossóis, gelo marinho, biogeoquímica, e vazão dos rios, ao Modelo Geral de Circulação com acoplamento oceano-atmosfera do INPE (GCM). O projeto é resultado de uma parceria entre mais de 50 cientistas de diversas instituições no Brasil e no exterior. Os esforços brasileiros de pesquisa em modelagem do sistema climático global também incluem uma colaboração científica com um centro britânico de modelagem do clima, o Hadley Center for Climate Prediction do UK Met Office. O algoritmo de elevação de pluma térmica, criado no INPE, foi implementado no modelo HadGEM2-ES (Modelo Ambiental Global do Hadley Center – Sistema Terrestre - *Hadley Centre Global Environmental Model* versão 2 - *Earth System*), que está sem dúvida entre os mais sofisticados à disposição hoje em dia. Um projeto conjunto para o desenvolvimento e a implementação de um modelo de incêndio florestal no âmbito do HadGEM2-ES, que envolve a participação de pesquisadores do INPE que são membros do INCT para Mudanças Climáticas, está também em andamento. A nova versão do modelo foi denominada HadGEM2-ES/INPE. O desenvolvimento do HadGEM2-ES/INPE passou pelas fases de planejamento, implementação do modelo de pluma térmica, e desenvolvimento e validação do modelo de fogo. Agora está em curso a implementação desse conjunto operacional para o novo supercomputador (máquina Cray), classificado entre os mais poderosos do mundo. Os cenários gerados pelo modelo HadGEM2-ES/INPE serão importantes para a nossa compreensão do clima futuro e consolidarão a participação do Brasil no 5º Relatório de Avaliação do IPCC (IPCC AR5).

Infraestrutura e formação de Recursos Humanos

A interação e a integração dos subprojetos de pesquisa do INCT para Mudanças Climáticas dependem fortemente da eficiência da estrutura organizacional e da prestação de serviços que facilitem a comunicação. A magnitude

deste INCT, que envolve mais de 90 grupos de pesquisa de 65 instituições e mais de 400 participantes, resulta em consideráveis desafios organizacionais e de gestão. Felizmente, as sinergias entre o INCT para MC e a Rede CLIMA permitem o compartilhamento de instalações e procedimentos. Destaca-se em particular a criação de uma secretaria executiva comum para servir a ambos.

O INCT para Mudanças Climáticas tem a seguinte estrutura organizacional: um Conselho Executivo supervisionando a implementação geral do programa; uma secretaria executiva localizada em sua sede no INPE, composta por um Gestor Científico e pessoal administrativo; quatro unidades de coordenação lidando com dados e propriedade intelectual, comunicação, relação com as políticas públicas e modelagem; e um Comitê Científico, que supervisiona a implementação do programa, coordenando e promovendo a comunicação entre os subprojetos de pesquisa.

A secretaria executiva fornece aos participantes os seguintes serviços e benefícios: **a)** acesso ao banco de dados e informações do INCT para MC, incluindo o acesso às projeções de cenários

climáticos disponíveis no banco de dados; **b)** acesso ao ambiente de supercomputação, instalado na sede do INPE, com a possibilidade de utilizar modelos climáticos numéricos ou modelos desenhados para o estudo dos impactos das mudanças climáticas em setores e sistemas; **c)** apoio logístico para a organização de workshops, seminários, reuniões técnicas e científicas; **d)** organização de atividades de capacitação no uso de sistemas computacionais e modelos numéricos; **e)** criação de um sítio de internet; **f)** divulgação e comunicação dos resultados da pesquisa; **g)** comunicação e ligação com as entidades governamentais relevantes para as questões pertinentes a políticas públicas.

Além dos serviços acima referidos, a parceria com a Rede CLIMA tem permitido ao INCT para Mudanças Climáticas aumentar consideravelmente o número de bolsas para estudantes e jovens pesquisadores. Após 18 meses de existência, esses dois projetos financiaram um total de R\$ 3,321 milhões, sendo R\$ 2,6 milhões por meio da Rede CLIMA e R\$ 721 mil via INCT para Mudanças Climáticas.

A fim de garantir as condições materiais necessárias para a realização da pesquisa, a Rede CLIMA forneceu mesas, cadeiras e armários para 28 instituições em todo o país. Estão em processo de entrega 15 servidores, 180 computadores, 70 notebooks, 20 impressoras a laser e 10 unidades de UPC. A maior parte dessas instituições participa do INCT para Mudanças

Climáticas. Finalmente, por meio do seu apoio financeiro e científico, o INCT para Mudanças Climáticas está ajudando vários de seus subprojetos de pesquisa a construir laboratórios e equipamentos de campo (*ver os relatórios dos subprojetos*) que serão disponibilizados aos pesquisadores e estudantes de diversas regiões e campos de pesquisa.

O novo ambiente de supercomputação.

O INPE fornecerá total apoio aos pesquisadores da Rede CLIMA, do Programa FAPESP de Pesquisa em Mudanças Climáticas Globais e do INCT para Mudanças Climáticas para que usem o novo ambiente de supercomputação do INPE-Rede CLIMA-Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais, inaugurado em dezembro de 2010. Esse ambiente consiste em um supercomputador Cray estado-da-arte que liderará o caminho para uma nova era de avanços em pesquisas com complexos modelos numéricos dos sistemas terrestre e climático. Essa infraestrutura de supercomputação, a maior de seu gênero na América Latina e no Hemisfério Sul, e uma das mais poderosas do mundo para a pesquisa em mudanças climáticas, permitirá que se atinja um nível competitivo nessa área da ciência e na produção de cenários do clima global. Permitirá também a colaboração com centros internacionais de excelência em modelagem climática. O INPE manterá uma equipe de pesquisadores e especialistas em informática para facilitar o uso de modelos climáticos no novo supercomputador.

Ambiente de supercomputação

29º computador mais poderoso do mundo; 8º maior computador para Mudanças Climáticas



TUPÃ = “Deus do Trovão”

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	
CPUs	1272 nós, cada um com dois núcleos Opteron 12 de 2GHz e velocidade máxima de 192 GFlops/s, 32 GB de memória de rede SeaStar2, totalizando 30528 núcleos.
Desempenho	Máximo de 244 TFlops/s, Efetivo 15.8 TFlops/s
Disco Primário	Sistema de arquivos com 866 net TB, acessíveis a 320 GBs
Armazenamento Secundário	3.84 Petabytes em discos SATA, biblioteca de fitas com 8.000 slots com 8.000 LTO4 fitas, 6 PB em fitas.
Processamento Auxiliar	20 nós, cada um com 4 núcleos Opteron 4 de 2.7 GHz, 128 GB de memória com desempenho agregado de 3760 SPCE
Acesso Interativo	13 nós, cada um com 4 núcleos Opteron 4 de 2.7 GHz, 128 GB de memória com performance agregada de 2444 SPCE
Espaço Físico, Energia e Refrigeração	Ocupa 100m², requer 639 Kw de energia e refrigeração a ar com dissipação máxima de 550.000 Kcal/h

O INCT para Mudanças Climáticas em Números

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

	Em andamento	Concluídos
Mestrados	39	19
Doutorados	58	10
Pós-Doutorados	21	-
Iniciações Científicas	23	-
Bolsas de Nível Técnico	03	-
Bolsas de pesquisa concedidas por Rede CLIMA, CAPES e INCT para Mudanças Climáticas entre 2008-2010	100	82
Programa de Doutorado em Ciência do Sistema Terrestre criado no INPE	01	-

PUBLICAÇÕES

Artigos científicos em revistas internacionais com avaliação por pares	112
Artigos científicos em revistas brasileiras com avaliação por pares	32
Livros	06
Capítulos de livros	25

CONHECIMENTO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

Patente registrada	01
Projeto com a indústria	01
Aplicativos computacionais livres	02
Interações com outros INCTs	05

ATIVIDADES DE EXTENSÃO

Cursos de Curta Duração	03
Eventos (workshops, seminários etc...)	45
Materiais Educacionais (CD-ROM Interativo, livros eletrônicos para crianças, livros ilustrados para Ensino Fundamental e Ensino Médio)	06
Reportagens e entrevistas sobre Mudanças Climáticas (2009-2010)	225

Durante a seca extrema de 2010 na Amazônia esta balsa encalhou no Lago Manacapurú enquanto transportava caminhões e carros para Caapiranga (Amazonas).





Ciência Inovadora

A BASE CIENTÍFICA

IMPACTOS, ADAPTAÇÃO E VULNERABILIDADE

MITIGAÇÃO

PRODUTOS TECNOLÓGICOS

Nos parágrafos seguintes, os 26 subprojetos de pesquisa do INCT para Mudanças Climáticas são apresentados, assim como suas principais realizações no período 2009-2010. O *status* atual de cada subprojeto é indicado no canto superior esquerdo da página. Subprojetos que estão construindo equipamentos, realizando reuniões para estabelecer objetivos principais e realizando outras atividades antes da coleta de dados são classificados como em fase de IMPLEMENTAÇÃO. Subprojetos cujos dados já estão sendo coletados são classificados como em fase de DESENVOLVIMENTO. Eventualmente, quando os subprojetos estiverem em suas fases finais, os que estiverem realizando a análise dos dados finais, a discussão dos resultados e a elaboração de relatórios serão classificados como em fase de SÍNTESE.

DESTAQUES

Três modelos climáticos regionais (Eta CCS, RegCM3 e HadRM3P) aninhados no modelo global HadAM3P mostraram um aquecimento de até 6° C a 8° C para o cenário A2 do IPCC, de alta emissão, para o período 2071-2100. Um aquecimento mais intenso está previsto para a faixa de 5° S-15 N°. No sul da América do Sul, as projeções são de que o aquecimento no verão varie de 2°C a 4 °C e 3° C a 5 °C no inverno. Mudanças projetadas para a precipitação sugerem aumento na costa noroeste do Peru-Ecuador, e no Sudeste da América do Sul, e diminuição na Amazônia Oriental e Nordeste do Brasil. Em relação aos estudos observacionais, foi detectado que, na cidade de São Paulo, os eventos extremos de chuva acima de 50 mm / dia têm se tornado mais frequentes e intensos desde 1960, mais devido aos efeitos da urbanização do que aos da mudança do clima.

DESENVOLVIMENTO

PALAVRAS-CHAVE

Ciclones extratropicais, megacidades, eventos climáticos extremos, modelos climáticos regionais, dados de descargas de relâmpagos, extremos de precipitação.

PRINCIPAIS PERGUNTAS DE PESQUISA

Quais as principais mudanças observadas nos extremos de chuvas nas grandes cidades brasileiras nos últimos 60 anos? As tendências climáticas projetadas por modelos para os extremos de chuva até o final do século XXI são consistentes com as tendências observadas? Essas mudanças observadas e projetadas serão devidas às atividades humanas (urbanização) ou à variabilidade natural do clima?

Detecção, Atribuição e Variabilidade Natural do Clima

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) estabeleceu em seu 4º Relatório de Avaliação (AR4), divulgado em 2007, que o aquecimento global é inequívoco e que as atividades humanas têm contribuído significativamente para o aquecimento observado durante os últimos 50 anos. Este subprojeto explora as questões referentes à detecção de tais mudanças e à atribuição das suas causas.

Detecção das mudanças climáticas é o processo de demonstrar que o clima mudou em algum sentido estatisticamente definido, sem fornecer uma razão para essa mudança. Atribuição de causas das mudanças climáticas é o processo de estabelecer as causas mais prováveis para a mudança detectada, com algum nível definido de

confiança. Detecção e atribuição dependem diretamente dos dados observacionais, das previsões climáticas e / ou das simulações.

O clima varia continuamente em todas as escalas de tempo. Assim, este subprojeto está contribuindo para uma melhor compreensão do tempo, da variabilidade e das mudanças climáticas no Brasil ao longo de várias escalas de tempo diferentes. É importante saber se as mudanças observadas podem ser explicadas pela variabilidade natural do clima, ou por mudanças induzidas pelo homem sob a forma de mudanças de uso da terra para a urbanização e / ou aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE).

COORDENADORES

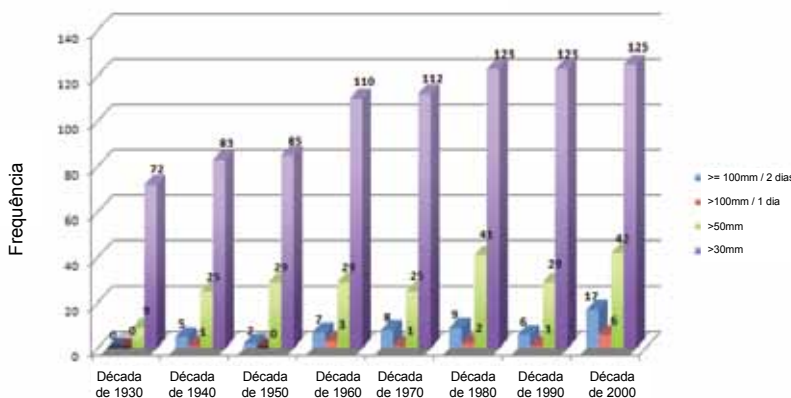
TÉRCIO AMBRIZZI (1) E
JOSÉ A. MARENGO (2)

(1) USP, São Paulo, SP, Brasil

(2) INPE, São José dos Campos,
SP, Brasil

jose.marengo@inpe.br
ambrizzi@model.iag.usp.br

Número de eventos por década (1933 – 2009)



Eventos de chuva intensa (dias com chuva > 30, 50 e 100mm) na cidade de São Paulo (Estação Meteorológica da Água Funda- IAG/USP) por década (1933-2009). (Fonte: Julia Reid, CCST/INPE).

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Três alunos de doutorado e quatro de mestrado estão trabalhando em questões referentes à variabilidade climática de longo prazo e mudanças na América do Sul, considerando a detecção de alterações observadas com base em observações de longo prazo e projeções de mudanças climáticas, a partir dos modelos globais do IPCC AR4 e projeções do modelo regional do clima.

INFRAESTRUTURA

Um cluster de computadores e ambiente de armazenamento de dados foi adquirido pelo Grupo de Estudos Climáticos (GEEC) da USP - Departamento de Ciências Atmosféricas, para ajudar com as simulações do clima presente e simulações de curto prazo do clima futuro, usando uma variedade de modelos regionais.

PRINCIPAIS EVENTOS

Uma reunião geral com todos os membros deste subprojeto foi realizada a fim de organizar tarefas, distribuir responsabilidades e estabelecer a agenda de pesquisa. Apresentações dos resultados deste subprojeto foram feitas em eventos científicos, como o XVI Congresso da Sociedade Brasileira de Meteorologia, em Belém, Pará, e na Reunião Anual da American Geophysical Union em Foz do Iguaçu, Paraná.

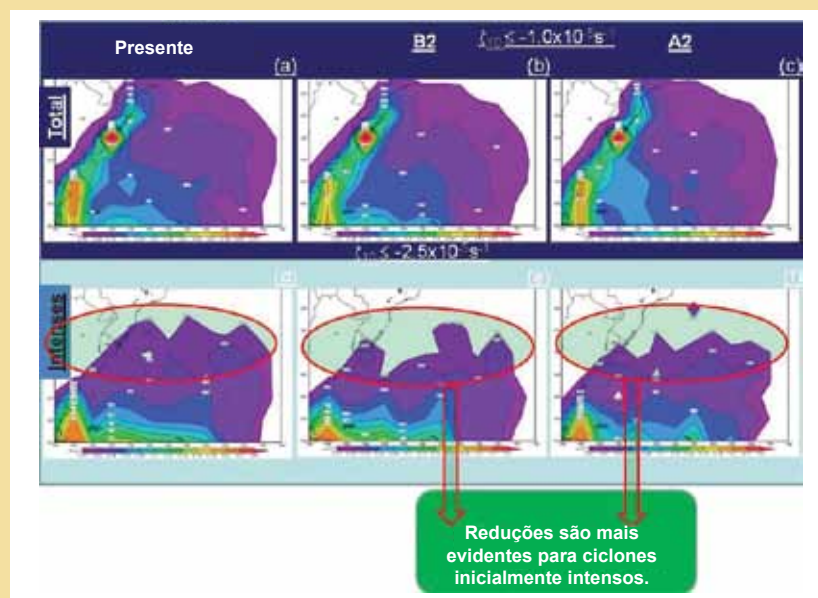
Destaques Científicos

Três modelos climáticos regionais (Eta CCS, RegCM3 e HadRM3P) foram aninhados dentro do modelo global HadAM3P. As simulações abrangeram um período de 30 anos representando o clima atual (1961-1990) e um cenário futuro foi definido para o cenário A2 do IPCC (alta emissão) para o período 2071-2100. Focou-se nas mudanças da circulação média e das variáveis de superfície, em particular a temperatura do ar à superfície e a precipitação. Os três modelos apresentaram um aquecimento de até 6°C a 8°C, mais intenso na região tropical, especialmente na banda S 5° N-15°. No sul da América do Sul o aquecimento no verão variou de 2°C a 4°C, enquanto a variação projetada para a mesma região no inverno foi de 3°C a 5°C. Projeções de precipitação sugerem aumento para a costa noroeste do Peru-Ecuador e Sudeste da América do Sul, e diminuição na Amazônia Oriental e Nordeste do Brasil.

Nos estudos observacionais detectou-se que os eventos extremos de chuva acima de

50 mm / dia têm se tornado mais frequentes e intensos desde 1960 na cidade de São Paulo, devido mais

aos efeitos da urbanização do que à mudança natural do clima.



Densidade média anual de ciclones extratropicais no clima presente (1975-1989) e para os cenários A2 e B2 (2071-2085) simulados pelo RegCM3. (Fonte: Luis F. Kruger 2009 IAG/USP).

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

Os resultados estão sendo utilizados em um estudo conjunto do INPE- UNICAMP- USP-IPT- UNESP sobre a Vulnerabilidade da Cidade de São Paulo às mudanças climáticas, e também em análises de impactos e avaliações de vulnerabilidade para diversos setores que serão apresentadas na 2ª Comunicação Nacional do Brasil junto à UNFCCC, bem como para fornecer informações sobre tendências e projeções de cenários climáticos no Brasil e na América do Sul para o Painel Brasileiro sobre Mudança do Clima.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Marengo J, Ambrizzi T, Rocha RP, Alves LM, Cuadra SV, Valverde MC, Ferraz SET, Torres RR, & Santos DC. 2009. Future change of climate in South America in the late 21st century: Intercomparison of scenarios from three regional climate models. *Climate Dynamics*. DOI 10.1007/s00382-009-0721-6.

Reboita MS, Da Rocha RP, Ambrizzi T & Sugahara S. South Atlantic Ocean cyclogenesis climatology simulated by regional climate model (RegCM3). *Climate Dynamics*. DOI: 10.1007/s00382-009-0668-7. (Published online: 23.09.2009).



DESTAQUE

As medições do impacto das emissões provenientes da queima de biomassa mostraram que até 30% da radiação solar é absorvida pelos aerossóis emitidos.

PRINCIPAL PERGUNTA DE PESQUISA

Qual é o funcionamento atual da Amazônia como uma entidade regional, e como as mudanças no uso da terra e as mudanças do clima afetam as suas funções químicas, biológicas e físicas, incluindo a sustentabilidade do desenvolvimento na região e a sua influência na mudança global do clima (questões globais do LBA)?

DESENVOLVIMENTO

PALAVRAS-CHAVE

Amazônia, desmatamento, clima, aerossóis, saúde, ciclos biogeoquímicos, LBA.

Amazônia



A. C. Ribeiro



Implementação de um sistema de monitoramento em Manaus. Um recipiente totalmente equipado, instrumentado para a pesquisa em aerossóis, foi instalado em uma área de floresta tropical intacta. A estação está localizada perto de uma torre micrometeorológica de 60 metros de altura na Reserva do INPA ZF2, e situada em uma pequena bacia (rio Cuieiras) a 65 km da cidade de Manaus. Os instrumentos medem propriedades de aerossóis e correlacionam-nas com as características atmosféricas.

COORDENADORES

PAULO EDUARDO ARTAXO
NETO (1) E
GILBERTO FISCH (2)

(1) USP, São Paulo, SP, Brasil

(2) DCTA, São José dos Campos,
SP, Brasil

artaxo@if.usp.br
gfisch@iae.cta.br

O principal foco deste subprojeto é a compreensão do funcionamento integrado do ecossistema amazônico através da compreensão da dinâmica integrada de vários de seus componentes (clima físico, saúde humana, hidrologia, química atmosférica e outros). A pesquisa está sendo realizada como parte do Experimento LBA e é uma iniciativa interdisciplinar que envolve organizações do Sudeste do Brasil (IF / USP, IAE / CTA, INPE, FIOCRUZ, CENA / USP) e das Universidades da Amazônia (UFPA, UEA, UNIR, etc.).

O objetivo é estudar os processos naturais físico-químico-biológicos que regulam o funcionamento do ecossistema amazônico, bem como as alterações causadas por influências antropogênicas, tais como mudanças no uso e cobertura do solo e a mudança climática global. O foco principal é a análise dos dados, alguns dos quais já foram coletados (LBA RACCI 2002, AMAZE 2008, etc.). Além disso, também está sendo realizada uma modelagem ambiental.

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Durante a fase inicial do subprojeto, oito estudantes em níveis de mestrado e doutorado que utilizaram dados coletados em experimentos anteriores (no âmbito do LBA) terminaram os seus cursos de pós-graduação. Há três pós-doutorandos, seis estudantes de doutorado, cinco alunos de mestrado e quatro alunos de graduação trabalhando neste subprojeto.

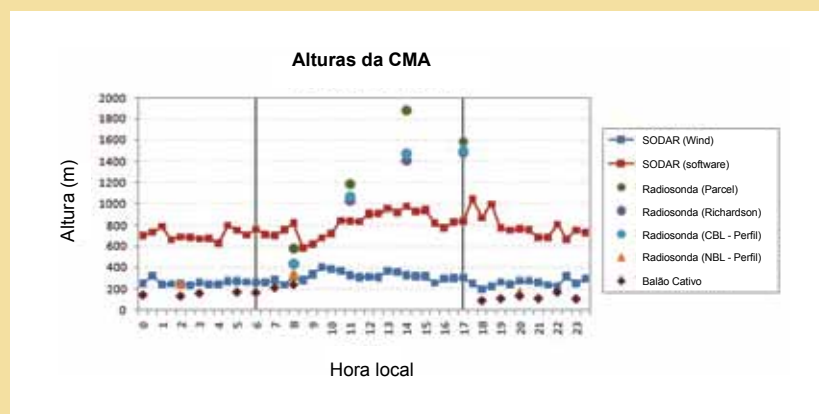


Destaques Científicos

Três estações de monitoramento permanente foram instaladas e estão em contínua operação na Amazônia, duas em Manaus (uma em área intacta e outra em área perturbada) e Porto Velho (uma em área perturbada). Elas medem o impacto das emissões pela queima de biomassa no clima regional, especialmente no balanço de radiação e na microfísica das nuvens. Alterações no balanço de radiação são muito pronunciadas, com até 30% da radiação solar sendo absorvida pelos aerossóis emitidos pela queima de biomassa. Estudos dos impactos na saúde humana estão sendo correlacionados com essas medidas. A camada limite sobre a floresta e a pastagem é muito importante para os gases de efeito estufa (principalmente dióxido de carbono), porque acopla os processos de superfície e da baixa atmosfera. A camada limite sobre pastagem é mais profunda e mais energética e pode por isso desencadear a convecção durante o início da

estação chuvosa. O conteúdo de carbono nos córregos também foi medido para pastagem e floresta em sítios na Amazônia, bem como

na transição para o Cerrado. Detectaram-se altos valores de perda de carbono devido a fluxos evasivos de CO₂.



A evolução temporal do crescimento da camada limite atmosférica sobre área de pastagens no Sudoeste da Amazônia (Rondônia) determinada por vários métodos diferentes.

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

A influência dos aerossóis provenientes do desflorestamento (queima de biomassa) sobre a saúde humana está sendo investigada (taxas de mortalidade e número de admissões em hospitais). Resultados futuros determinarão ações a serem tomadas em nome da proteção do bem estar da sociedade.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Freitas SR, Longo KM, Silva Dias MAF, Chatfield R, Silva Dias P, Artaxo P, Andreae MO, Grell G, Rodrigues LF, Fazenda A and Panetta J. The Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System (CATT-BRAMS). Part 1: Model description and evaluation. Atmos. Chem. Phys., 9, 2843-2861, 2009. www.atmos-chem-phys.net/9/2843/2009/ Betts AK, Fisch G, Randow CV, Silva Dias MAF, Cohen JCR, Silva R, Fitzjarrald DR. The Amazonian boundary layer and mesoscale circulations. In: Amazonia and Global Change, Ed. M. Keller, M. Bustamante, J. Gash, P. S. Dias. American Geophysical Union, Geophysical Monograph 186, pg. 335-354, ISBN: 978-0-87590-449-8, 2009.

Artaxo P, Rizzo LV, Paixao M, De Lucca S, Oliveira PH, Lara LL, Wiedemann KT, Andreae MO, Holben B, Schafer J, Correia AL and Pauliquevis TM. Aerosol particles in the Amazon: Their composition, role in the radiation balance, cloud formation and nutrient cycles. In: Amazonia and Global Change, Ed. M. Keller, M. Bustamante, J. Gash, P. S. Dias. American Geophysical Union, Geophysical Monograph. 186, pag. 235-254, ISBN: 978-0-87590-449-8, 2009.



DESTAQUE

Foram realizados workshops em uma das regiões estudadas (Santarém) com o objetivo de identificar mecanismos institucionais que configuram o uso da terra na região.

PRINCIPAIS PERGUNTAS DE PESQUISA

Como as trajetórias dos sistemas de uso da terra e a evolução das disposições institucionais na Amazônia se inter-relacionam?

Como a coevolução dos sistemas de uso da terra e dos arranjos institucionais pode ser representada em modelos computacionais e cenários de mudanças de uso da terra?

IMPLEMENTAÇÃO

PALAVRAS-CHAVE

Mudança do uso da terra, arranjos institucionais, sensoriamento remoto, modelos computacionais, Amazônia, desmatamento, agricultura.

Mudanças dos Usos da Terra



Cuiabá (MT), 22/12/2003

COORDENADORES

GILBERTO CÂMARA E
ANA PAULA DUTRA AGUIAR

INPE, São José dos Campos,
SP, Brasil

gilberto.camara@inpe.br
ana.aguiar@inpe.br

A emissão de CO₂ relacionada às transformações no uso da terra e ocupação do solo é um dos principais fatores associados à mudança climática. No Brasil, o desmatamento da Amazônia é a principal razão porque o país é 4º ou 5º maior emissor de carbono para a atmosfera do mundo. A Amazônia brasileira ocupa uma área de cerca de 5 milhões de km² e, até o presente, cerca de 17% da floresta foram removidos.

Neste subprojeto, a compreensão da dinâmica do uso da terra na Amazônia em diferentes escalas está sendo aprimorada e estão sendo gerados subsídios para a construção de mo-

delos ambientais que analisem as relações bidirecionais entre o desmatamento e as mudanças climáticas. Para alcançar este objetivo, foi definido um conjunto de questões e temas integrados: (1) Monitoramento de mudanças na cobertura do solo, com base de dados de sensoriamento remoto; (2) Análise da dinâmica socioeconômica e da vulnerabilidade dos sistemas das cidades a essas mudanças; (3) Modelagem das mudanças, com foco nas interações entre os sistemas sociais e ambientais e na construção de cenários.

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Um estudante de mestrado está terminando sua dissertação sobre arranjos institucionais e cenários na região de Santarém, e dois outros estudantes de mestrado estão concluindo suas pesquisas na área de modelagem de Mudanças de Uso e Cobertura da Terra (LUCC – sigla em inglês). Seis teses de doutorado e duas dissertações de mestrado sobre modelagem, sensoriamento remoto e dinâmica de uso da terra estão sendo desenvolvidas no âmbito deste subprojeto.

PRINCIPAL EVENTO

Uma assembleia geral com todos os membros deste subprojeto foi realizada para organizar tarefas e responsabilidades.



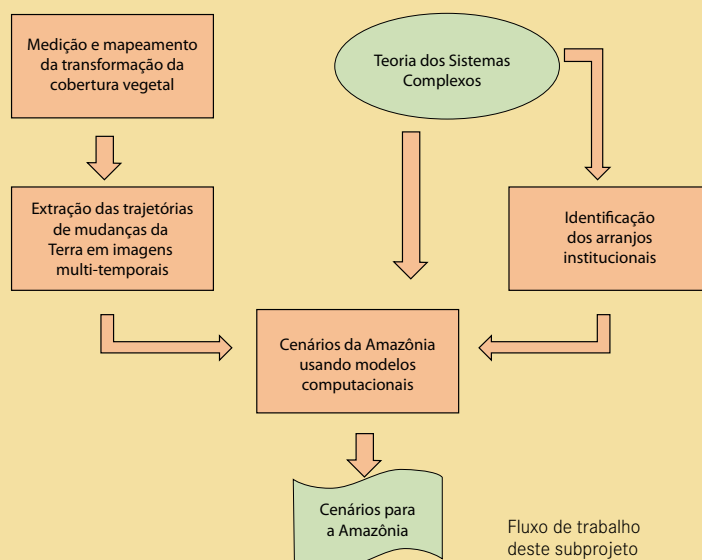
Destaques Científicos

Estão sendo realizadas pesquisas por meio de estudos de caso comparativos, combinação de métodos de análise social de arranjos institucionais (com foco no planejamento e posse da terra, acordos de mercado e medidas para controlar o desmatamento), sensoriamento remoto, ecologia da paisagem e modelagem dinâmica. O primeiro estudo de caso é da região de Santarém. Lá, trabalho de campo e workshops para elaboração de cenários foram realizados durante o primeiro ano do subprojeto, com o objetivo de identificar os mecanismos institucionais que formam a dinâmica do uso da terra na região.

Estão sendo desenvolvidas simultaneamente duas linhas de pesquisa: 1) compreensão dos mecanismos institucionais e construção de cenários e 2) melhora das técnicas de sensoriamento remoto, análise de paisagem e modelagem dinâmica. Estas linhas de investigação contribuem para responder à questão geral do subprojeto, por meio de

estudos de caso. Por exemplo, os principais resultados do subgrupo de modelagem foram a criação de um ambiente de modelagem de Mudanças de Uso e Cobertura da Terra no ambiente para modelagem

computacional TerraME, incluindo suporte para modelos de alocação topo-base, modelos com base em agentes e acoplamento dinâmico de modelos de múltiplas escalas.



Fluxo de trabalho deste subprojeto

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

Este subprojeto tem relação estreita com as políticas públicas porque visa compreender os arranjos institucionais que configuram a utilização da terra na Amazônia. Tal conhecimento será disponibilizado para a sociedade através de relatórios e processos participativos de construção de cenários, esperando-se que seja utilizado para apoiar políticas de planejamento em diferentes escalas.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Andrade PR, Vieira Monteiro AM, Câmara G, Sandri S. Games on Cellular Spaces: How Mobility Affects Equilibrium, Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 12(1), 2009.

Moreira E, Costa S, Aguiar AP, Câmara G, Carneiro T. Dynamical coupling of multiscale land change models. Landscape Ecology, vol 24(9): 1183-1194, November 2009 (DOI: 10.1007/s10980-009-9397-x).



IMPLEMENTAÇÃO

DESTAQUE

A bem sucedida mobilização dos principais cientistas para produzir documentos sintetizando o conhecimento brasileiro atual dos ciclos biogeoquímicos e a produção de conjuntos de dados sobre as reservas e fluxos de carbono, nitrogênio e fósforo em uma variedade de ecossistemas no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE

Processos biogeoquímicos, mudança climática, funcionamento de ecossistemas, biomas brasileiros.

PRINCIPAIS PERGUNTAS DE PESQUISA

Como os cenários de mudança climática projetados para este século afetarão a estrutura e o funcionamento dos principais biomas brasileiros?

Como as alterações na estrutura e no funcionamento dos principais biomas brasileiros afetam os ecossistemas aquáticos, as águas costeiras e o Oceano Atlântico?

Ciclos Biogeoquímicos Globais



Bolhas de metano emitidas por lago de várzea durante a seca de 2009 na Amazônia.

COORDENADORES

LUIZ MARTINELLI (1),
MERCEDES BUSTAMANTE
(2), HUMBERTO ROCHA (3)
E JEAN OMETTO (4)

(1) USP, São Paulo, SP, Brasil

(2) UnB, Brasília, DF, Brasil

(3) USP, São Paulo, SP, Brasil

(4) INPE, São José dos Campos,
SP, Brasil

martinelli@cena.usp.br
mercedes@unb.br
humberto@model.iag.usp.br
jpometto@igbp.inpe.br

Ciclos biogeoquímicos ligam a atmosfera à biota, ao solo, às águas subterrâneas, às águas de superfície e aos oceanos. Os ciclos do carbono e do nitrogênio são mediados por reações biológicas exercidas por plantas, animais e microorganismos, que por sua vez são dependentes da temperatura do ambiente em que vivem e da quantidade de água disponível. Como as alterações globais potencialmente modificam a temperatura planetária e a distribuição das chuvas, essas alterações podem modificar a funcionalidade e a distribuição dos organismos na terra e, por conseguinte, alterar os ciclos biogeoquímicos.

Tais mudanças podem exceder a capacidade dos ecossistemas de prestar serviços ambientais essenciais para a sobrevivência da nossa espécie. Portanto, é importante entender como os ecossistemas operam os ciclos do carbono e do nitrogênio para permitir a previsão de possíveis alterações e a adoção de medidas de mitigação e adaptação. Devido à estreita relação entre fluxos de energia e matéria nos ecossistemas e na biodiversidade, este subprojeto é desenvolvido em cooperação com o subprojeto Biodiversidade do INCT para Mudanças Climáticas.

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Um pós-doutorando na Universidade de Brasília.

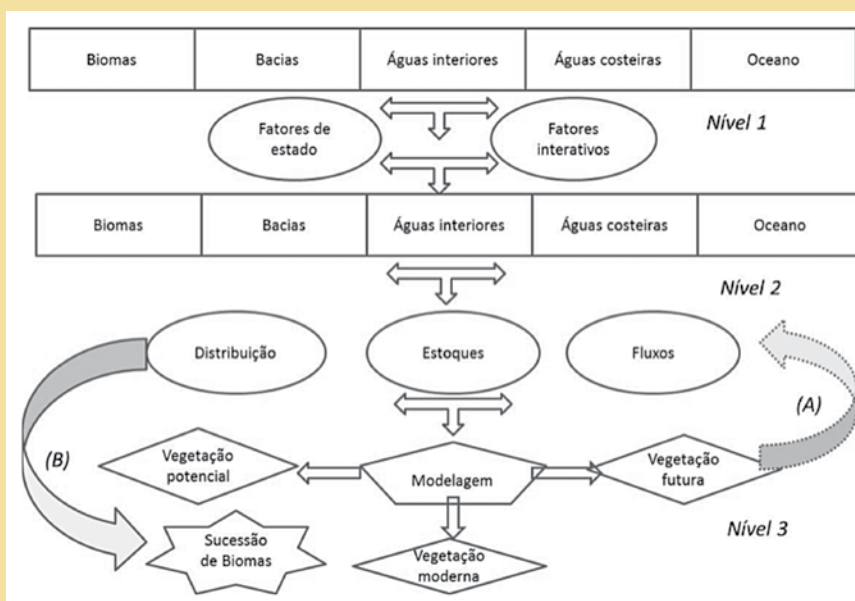
PRINCIPAL EVENTO

O Workshop Biomas Brasileiros e Mudanças Climáticas: uma abordagem por Ecologia de Ecossistemas (Brazilian Biomes and Climatic Change: An Ecosystem Ecology Approach), realizado de 8 a 13 de novembro 2010, para o qual foram convidados bioquímicos especializados em diferentes biomas e bacias hidrográficas brasileiras, águas interiores, águas costeiras e oceanos.



Destaques Científicos

Duas atividades principais estão sendo desenvolvidas: 1) A construção, através de revisão de literatura, de um banco de dados contendo informações sobre fluxos e estoque de carbono, nitrogênio e fósforo em diferentes compartimentos do ecossistema. Essa informação será importante para ajudar a entender os problemas regionais relacionados, por exemplo, ao uso do solo. Além disso, permitem a previsão de futuros impactos causados pelas mudanças climáticas e seus efeitos nos ciclos biogeoquímicos. Este banco de dados pode ser usado como referência por vários subprojetos do INCT para Mudanças Climáticas; 2) A produção de uma edição especial do Brazilian Journal of Biology (antiga Revista Brasileira de Biologia) com conhecimento atualizado sobre ciclos biogeoquímicos nos biomas e bacias hidrográficas brasileiras, relacionando o ambiente terrestre com os estuários e águas interiores. Estes artigos abrangentes vão ajudar a disseminar novos conhecimentos científicos para o público em geral.



Quadro do plano operacional do workshop e temas para os relatórios técnicos.

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

A compreensão dos processos que conduzem à manutenção dos ciclos biogeoquímicos globais, bem como daqueles relacionados à biodiversidade e às mudanças de uso da terra, é um importante pré-requisito para a produção de conhecimentos básicos necessários para a conservação do meio ambiente em escalas locais e global.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Bustamante MMC, Melillo J, Connor D, Hardy Y, Lambin E, Lotze-Campen H, Ravindranath N, Searchinger T, Schirley J, Watson H. What are the final land limits. In: R.W. Howarth; S. Brinzeu. (Org.). Biofuels: Environmental consequences and interactions with changing land use. Ithaca, New York: Cornell University, p. 271-291. 2009.

Vitousek PM, Naylor R, Crews T, David MB, Drinkwater LE, Holland E, Johnes PJ, Katzenberger J, Martinelli LA, Matson PA, Nziyheba G, Ojima D, Palm, CA, Robertson GP, Sanchez PA, Townsend AR, Zhang FS. Nutrient Imbalances in Agricultural Development. Science (New York, N.Y.), v. 324, p. 1519-1520, 2009.

Le Quere C, Raupach MR, Canadell JG, Marland G, Bopp L, Ciais P, Conway TJ, Doney SC, Feely RA, Foster P, Friedlingstein P, Gurney K, Houghton RA, House JI, Huntingford C, Levy PE, Lomas MR, Majkut J, Metzl N, Ometto JP, Peters GP, Prentice IC, Randerson JT, Running SW, Sarmiento JL, Schuster U, Sitch S, Takahashi T, Viovy N, Van Der Werf GR, Woodward FI. Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. Nature Geoscience, v. 2, p. 831-836. 2009.

Della Coletta L, Nardoto GB, Latansio-Aidar SR, Rocha HR, Aidar MPM, Ometto JPHB. An isotopic view of vegetation and carbon and nitrogen cycles in a Cerrado ecosystem, southern Brazil. Scientia Agricola, v. 66, p. 467-475. 2009.

Ometto JPHB and Martinelli LA. Ciclos Biogeoquímicos. In: Marcos Buckeridge (ed) Biologia e Mudanças Climáticas no Brasil. Rima Editora. 2009.



IMPLEMENTAÇÃO

DESTAQUE

Experimentos preliminares com o Modelo de Coordenadas Híbridas HYCOM (Hybrid Coordinate Model HYCOM) mostraram que, de acordo com alguns estudos na região, a exportação das águas do Oceano Índico para o Atlântico SW pode estar causando algumas alterações no último que poderiam afetar o clima regional.

PRINCIPAL PERGUNTA DE PESQUISA

Quais os impactos e consequências do aumento da exportação das águas do Oceano Índico no giro subtropical do Atlântico Sul (um fenômeno chamado “Vazamento das Agulhas”)?

PALAVRAS-CHAVE

Bóia Atlas, Atlântico Sul Sudoeste, interações oceano-atmosfera, Vazamento das Agulhas, Zona de Convergência Atlântico Sul, Simulação de profundidade da termoclina do Atlântico Equatorial.

Oceanos



COORDENADORES

EDMO CAMPOS (1),
PAULO NOBRE (2) E
JANICE TROTTE-DUHÁ (3)

(1) USP, São Paulo, SP, Brasil

(2) INPE, São José dos Campos,
SP, Brasil

(3) DHN, Niterói, RJ, Brasil

edmo@usp.br
paulo.nobre@cptec.inpe.br
janice.trotte@terra.com.br

Este subprojeto é uma contribuição para a compreensão das propriedades do oceano-atmosfera e as interações relevantes para o clima da América do Sul no Atlântico Sudoeste. A pesquisa está sendo realizada combinando trabalho de campo e modelação numérica e beneficia-se da cooperação entre várias instituições do Brasil e do exterior.

O quadro observacional baseia-se na construção e implantação de um protótipo brasileiro da bóia Atlas, semelhante à PIRATA, e ao arranjo de bóias do Tropical Atmosphere Ocean Project (TAO). A bóia, conhecida como “Atlas-B”, será ancorada nas imediações de 28 ° S/42 ° W, em águas do Sudeste do Brasil. Para amarrar e fazer a manutenção da

bóia será efetuado pelo menos um cruzeiro oceanográfico por ano, com a realização de um levantamento hidrográfico ao longo da corrente do Brasil.

O componente de modelação numérica baseia-se na implementação de um Modelo de Circulação Geral Oceânica com Resolução de Turbulência (Eddy-Resolving Ocean General Circulation Model) (OGCM) para estudar a circulação forçada com produtos de vento observados e um modelo acoplado oceano-atmosfera para investigar o impacto das alterações no SW do Atlântico sobre o clima na região continental adjacente.

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Em 2009, um estudante iniciou seu programa de mestrado no IOUSP com o objetivo de analisar simulações numéricas para investigar os impactos das mudanças na tensão de cisalhamento do vento sobre o “Vazamento das Agulhas”.

INFRAESTRUTURA

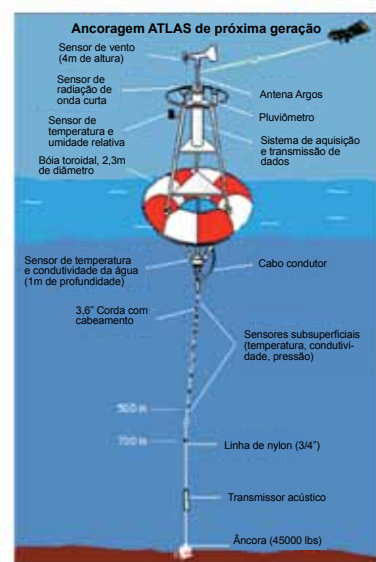
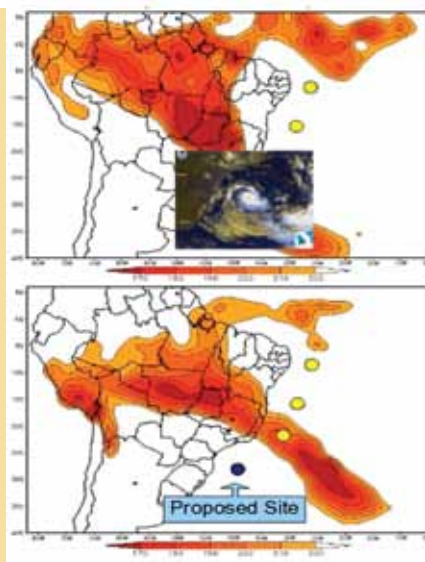
Com financiamento adicional concedido pelo CNPq, este subprojeto está melhorando a capacidade de calibração dos instrumentos do Laboratório de Instrumentação do Oceano na IOUSP.

PRINCIPAIS EVENTOS

O workshop de modelagem de oceano no INPE, realizado em outubro de 2009, contou com a participação dos principais grupos de modelagem de oceano no Brasil. Eles discutiram, entre outras coisas, o desenvolvimento do Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global. Foi realizado em Niterói, RJ, em maio de 2010, o 1º workshop anual, imediatamente após a reunião de SAMOC3.

Destaques Científicos

Com o financiamento adicional do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), este subprojeto está começando a construir, e instalará mais tarde, a versão brasileira do Bóia Oceânica Atlas (“Atlas-B”). A construção e a instalação do sistema ATLAS-B em 28° S/40° W, durante 2011, permitirá a coleta de séries de dados oceanográficos a serem usadas na criação de um modelo acoplado oceano-atmosfera da Zona de Convergência do Atlântico Sul (SACZ). Este modelo será usado em conjunto com os dados oceânicos e atmosféricos coletados pela extensão sudoeste do arranjo de bóias PIRATA sobre o Atlântico Tropical. Com dados recolhidos pelo satélite brasileiro (SCD), construído e operado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e com a implantação da bóia ATLAS-B pela Direção de Hidrografia e Navegação Brasileira (DHN) no Atlântico Sul, este subprojeto tornar-se-á o primeiro sistema totalmente brasileiro de monitoramento oceanográfico de longo prazo, com uma bóia ancorada em alto mar.



O componente Oceanográfico do INCT para Mudanças Climáticas é baseado em observações e modelagem de interações oceano-atmosfera no Atlântico Sul Ocidental. O círculo azul escuro no painel inferior esquerdo indica o local previsto para o fundeamento da bóia “Atlas-B” (painel direito). Os círculos amarelos são as bóias PIRATA-WE. No local, a bóia “Atlas-B” irá fornecer conjuntos de dados de valor inestimável para estudar a variabilidade da Zona de Convergência do Atlântico Sul (SACZ) e para melhorar nossa capacidade de prever eventos extremos, tais como o furacão Catarina, mostrado no painel superior esquerdo.

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

Os dados coletados pela bóia “Atlas-B” vão ajudar a detectar ciclones no Atlântico Sul quando eles ainda estão sendo formados, antes de sua chegada ao litoral brasileiro. Isto será importante para a prevenção de desastres, como o furacão Catarina que causou grandes estragos em cidades costeiras dos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, em março de 2004.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Bourles, Lumpkin R, McPhaden MJ, Hernandez F, Nobre P, Campos E, Yu L, Planton S, Busalacchi A, Moura, Servain J, Trotte JR. The PIRATA Program: History, Accomplishments, and Future Directions. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.89, p.1111 - 1125, 2008.



DESTAQUE

A colaboração deste grupo de investigação com o subprojeto 'Tecnologias Observacionais para Mudanças Climáticas' resultou na implementação de um laboratório para estudar aerossóis atmosféricos e qualidade da água.

PRINCIPAL PERGUNTA DE PESQUISA

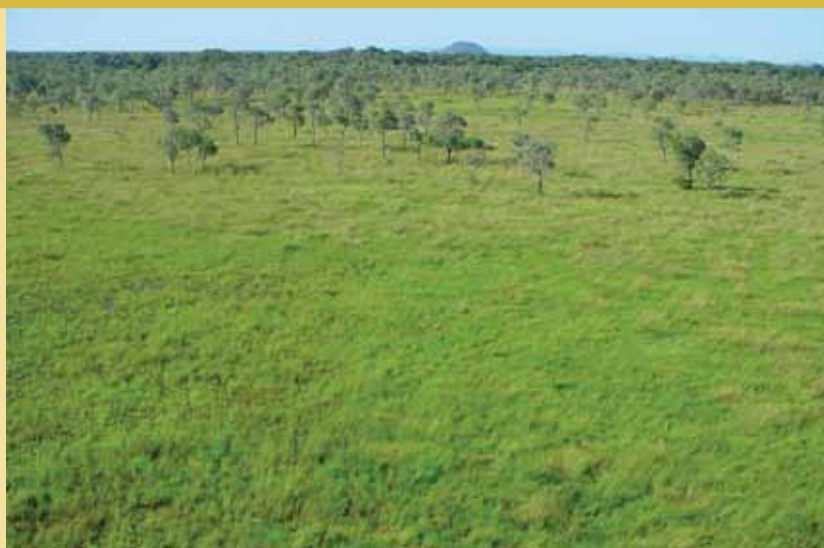
Como as concentrações absolutas e relativas de gases de efeito estufa serão modificadas por alterações na terra cultivada, queima de biomassa e utilização de combustíveis fósseis no Brasil?

IMPLEMENTAÇÃO

PALAVRAS-CHAVE

Gases de efeito estufa, dados de série temporal, emissões de gases.

Gases de Efeito Estufa



Pantanal do Miranda, Mato Grosso, Brasil

Atualmente há um entendimento de que o aumento de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera constitui um forte componente de mudança climática devido à influência que exercem sobre o equilíbrio de energia do sistema terrestre, resultando em uma retro-alimentação positiva (aquecimento), principalmente nas últimas cinco décadas. Para avaliar e atenuar os efeitos da crescente concentração de GEE no sistema climático e especialmente os efeitos no Brasil é necessário melhorar a compreensão dos processos relacionados com a emissão, química e transporte desses gases para a atmosfera,

bem como sua interação com a biosfera.

O principal objetivo deste subprojeto é obter dados históricos para construir uma série temporal de gases de efeito estufa, concentrando-se em CO_2 , CH_4 e N_2O , através da implementação de estações de monitoramento em dois locais: Maxaranguape/RN e Pantanal/MS. Tais dados serão usados para rastrear as alterações nas concentrações de gases na atmosfera; nos modelos, eles vão ajudar a avaliar os impactos climáticos das variações nas concentrações de gases em escalas local, regional e global.

COORDENADOR

PLÍNIO CARLOS ALVALÁ

INPE, São José dos Campos,
SP, Brasil

plinio@dge.inpe.br

INFRAESTRUTURA

O grupo tem um laboratório que está preparado para efetuar a cromatografia gasosa e é, portanto, útil para a identificação dos principais gases de efeito de estufa (CO_2 , CH_4 , N_2O).



Destaques Científicos

Poucos estudos estão discutindo as emissões de metano das zonas úmidas na região do Pantanal, embora elas tenham se tornado muito importantes devido à sua relevância para o balanço global de metano. O Pantanal está sujeito a inundações anuais de novembro a março/abril e isto produz as condições ambientais que resultam no aumento de emissões de metano. As emissões obtidas nos experimentos (média global de $117\text{mgCH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) mostraram marcada variação sazonal, com médias anuais semelhantes às observadas na Amazônia.



A Estação Experimental de Maxaranguape ($5^\circ 29'22''\text{S}$, $35^\circ 15'39''\text{W}$) está localizada perto do Oceano Atlântico, na costa nordeste do Brasil. Ela é usada para fazer amostragem de gases de efeito estufa e lançamento de balões do tipo ozonesonda. O lugar está situado a cerca de 70 km do centro regional do INPE em Natal, RN.

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

O conhecimento dos processos relacionados ao aumento da concentração de GEE na atmosfera é um dos motivos principais para discussões sobre impactos, atribuição e mitigação.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Bourotte C, Forti MC. Association of atmospheric particulate chemical characteristics with vehicular emission in São Paulo city, Brazil. In: Advances in Environmental Research. Editors: M. Haider, T. Müller Volume 2. Chap 7. pp. ISBN: 978-1-60741-793-4 - Nova Science Publishers, Inc., 2010 (in press).
Alvalá PC, Marani L. Environmental parameters influencing the methane emission in the Pantanal floodplain, Brazil. In Climate Change and Crops - Series: Environmental Science and Engineering. Chap. 7. Springer, New York, NY. Singh, S. N. (Ed.), pp.384. ISBN978-3-540-88245-9, 2009.

DESTAQUE

Um modelo das influências combinadas do desmatamento, das mudanças climáticas globais e das queimadas sobre a futura distribuição espacial dos principais biomas da América do Sul indica que o clima quente e seco previsto para o local fará com que os biomas mudem, transformando-se em formas com vegetação mais esparsa, com menos biomassa. A adubação devido à maior concentração de CO₂, no entanto, pode minimizar ou até mesmo compensar os efeitos da mudança climática sobre a distribuição dos biomas.

PRINCIPAIS PERGUNTAS DE PESQUISA

Qual o estado atual (espacial e sazonal) de vegetação e do uso da terra na América do Sul?

Levando em consideração as interações bidirecionais entre a atmosfera e a vegetação, serão os possíveis impactos da mudança climática sobre os ecossistemas da América do Sul ampliados ou contrabalançados?

DESENVOLVIMENTO

PALAVRAS-CHAVE

Modelos Biosfera-atmosfera, dinâmica da vegetação, mapas de uso e cobertura da terra.

Interações Biosfera-Atmosfera

Este subprojeto começou em 2009 com o objetivo de produzir novas análises ambientais que pudessem levar em conta as influências bidirecionais que conectam a biosfera e a atmosfera, com foco na América do Sul. Para esse fim, as atividades de investigação têm se concentrado no uso de modelos computacionais para simular a dinâmica dos ecossistemas terrestres na região, supondo diferentes usos do solo e cenários climáticos. Grandes progressos foram obtidos com a estruturação e determinação das principais ferramentas para

a pesquisa. Atualmente, o foco está na implementação e testes de modelos e capacitação de recursos humanos. Há um intercâmbio substancial de experiências com outros subprojetos relacionados, planejado para fortalecer a agenda de pesquisa. Isso inclui as contribuições para o desenvolvimento do novo Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global, para a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas (Rede CLIMA) e para o Programa FAPESP de Pesquisa em Mudanças Climáticas Globais.

COORDENADOR

MANOEL CARDOSO

INPE, São José dos Campos,
SP, Brasil

manoel.cardoso@inpe.br



FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Há cinco alunos de graduação, um aluno bolsista de Desenvolvimento Tecnológico, dois doutorandos e um pós-doutorando trabalhando neste subprojeto. Um curso de curta duração sobre a base científica das mudanças climáticas foi ministrado no Instituto de Meio Ambiente do Governo do Estado da Bahia.

PRINCIPAL EVENTO

Workshop do “Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global/ Componente de superfície”, em 27-31 julho de 2009, em Cachoeira Paulista, SP, Brasil.



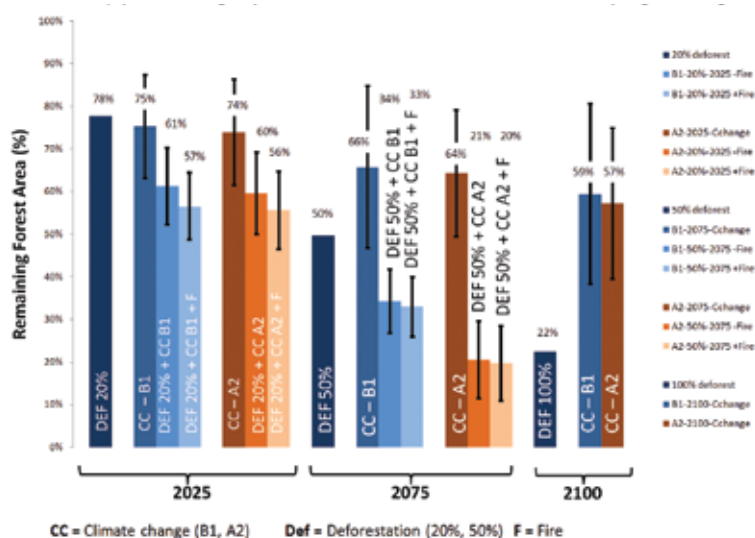
Destaques Científicos

(i) Nas grandes escalas, diferentes níveis de ocorrências de fogo e desmatamento podem ser explicados pelos padrões de umidade atmosférica e pela sazonalidade da umidade do solo na região. (ii) Um estudo sobre os impactos das mudanças no regime de chuvas para o equilíbrio do carbono na vegetação, fazendo uso de um modelo de vegetação dinâmica, mostrou que um aumento na variabilidade interanual da precipitação pode causar alterações no ecossistema. Isto indica que a floresta é estável para um intervalo realista de variações atuais, mas uma sequência de anos mais secos do que a média poderia causar um colapso da floresta tropical. (iii) Um método desenvolvido para combinar as influências do desmatamento, das mudanças climáticas globais e da atividade do fogo sobre a futura distribuição espacial dos principais biomas da região indicou que as mudanças no clima local (geralmente mais quente e seco) provocadas pela combinação destes processos podem levar a transições para biomas com vegetação

relativamente esparsa, como a transição da floresta tropical em savana. A fertilização devida à maior concentração de CO₂, no entanto, pode minimizar ou até mesmo compensar os efeitos da mudança climática sobre a distribuição dos biomas. (iv) Resultados de

modelagem mostram que, na ausência de incêndios naturais causados por relâmpagos, a fronteira entre floresta e cerrado penetraria cerca de 200-250 km para dentro do que hoje é o Cerrado do Brasil Central.

Área(%) da Floresta Tropical Remanescente na Amazônia em Vários Cenários de Mudança Sinérgica



Sampaio et al. 2011 (em preparação).

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

Os mapas produzidos ajudarão os tomadores de decisão a avaliar quais regiões e biomas são mais vulneráveis às mudanças climáticas, de modo que as políticas de conservação e os investimentos possam ser mais eficazes em escalas local e regional.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Bustamante Becerra J. A., Shimabukuro Y. E., Alvalá R. C. S. Relação do padrão sazonal da vegetação com a precipitação na região de cerrado da Amazônia Legal, usando índices espectrais de vegetação. Revista Brasileira de Meteorologia, v.24, n.2, 125-134, 2009.

Cardoso M., Nobre C., Sampaio G., Hirota M., Valeriano D. M., Câmara G. Long-term potential for tropical-forest degradation due to deforestation and fires in the Brazilian Amazon. Biologia (Bratislava), v. 64, p. 433-437, 2009.

Hirota, M., Nobre C., Oyama M. D., Bustamante M. M. The climatic sensitivity of the forest, savanna and forest-savanna transition in tropical South America. New Phytologist, 187, 707-719. 2010.

Salazar LF & Nobre CA. Climate change and thresholds of biome shifts in Amazonia. Geophysical Research Letters, v. 37, L17706, 5 pp. 2010.

Zanchi FB, Waterloo MJ, Aguiar LJG, Von Randow C, Kruijt B, Cardoso FL & Manzi AO. Estimativa do índice de área foliar (IAF) e Biomassa em pastagem no estado de Rondônia, Brasil. Acta Amazonica, 39(2): 335-348.10.1590/S0044-59672009000200012. 2009.



DESENVOLVIMENTO

DESTAQUE

Análises de incertezas foram feitas para as projeções dos modelos globais do IPCC AR4 e para as projeções regionais derivadas do modelo (regional) Eta do CPTEC, para a América do Sul. Uma campanha de campo foi realizada em março de 2010, em Alcântara, Maranhão, nordeste do Brasil (Projeto CHUVA), com o objetivo de estimar as incertezas em simulações de chuva. Os dados produzidos foram posteriormente assimilados nos modelos globais e regionais do CPTEC.

PALAVRAS-CHAVE

Projeções de mudanças climáticas, análise de incertezas, campanha de campo, modelos climáticos regionais, modelos climáticos globais, microfísica de nuvens.

PRINCIPAIS PERGUNTAS DE PESQUISA

Como podem ser estimadas as incertezas nas projeções de clima futuro geradas pelos modelos globais e regionais?

Como podem ser reduzidas as incertezas em processos importantes como as simulações/projeções de chuva?

Cenários Climáticos Futuros e Redução de Incertezas

Duas abordagens para a análise de incerteza estão sendo utilizadas: (1) a primeira envolve a estimativa de incertezas em conjuntos de projeções do modelo global HadCM3 do Hadley Centre do UK Met Office, para o cenário de emissões A1B. Fazendo uso do método de Conjunto de Perturbações Físicas (*Perturbed Physics Ensemble*, PPE), quatro membros do modelo HadCM3 têm sido utilizados como condições de contorno para o modelo regional Eta-CPTEC, e as projeções para 2010-2100 foram extraídas desse refinamento da escala espacial. Primeiro, o método PPE é aplicado para avaliar as incertezas no nível das bacias hidrográficas (São Francisco, Amazonas e Paraná), em seguida é aplicado a cada ponto de grade em toda a América do Sul. (2) A segunda abordagem considera as análises de incerteza nas observações de precipitação, que são utilizadas para avaliar tendências de longo prazo, bem

como as incertezas na simulação da precipitação a partir de modelos globais e regionais do clima. A introdução dos processos de física de nuvens na modelagem reduz erros nas simulações de chuva nos modelos climáticos. Estimativas melhoradas de chuva a partir de dados de satélite permitem o estudo de possíveis alterações nos regimes de chuvas com maior precisão. A fim de alcançar este objetivo, medições de precipitação in loco realizadas durante a experiência de campo do Projeto CHUVA serão utilizadas para auxiliar a compreensão dos processos físicos nas nuvens. Isto possibilitará melhorar a calibração da chuva além de uma melhor descrição da microfísica das nuvens nos modelos que a contém, o que possibilitará a geração de projeções mais realistas de chuva futura.

COORDENADORES

JOSÉ A. MARENGO E
LUIZ A. T. MACHADO

INPE, São José dos Campos,
SP, Brasil

jose.marengo@inpe.br
luiz.machado@cpotec.inpe.br



Estratégia de medição da campanha de campo CHUVA

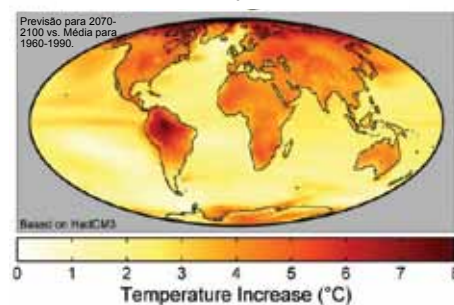
FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Oito estudantes de doutorado estão envolvidos com as campanhas de campo e várias vagas de pós-doutorado estão sendo abertas para o trabalho de análise dos dados produzidos na campanha do Projeto CHUVA. Dois estudantes de doutorado estão trabalhando em colaboração com pesquisadores do UK Met Office na implementação do método de EPP para projeções de mudanças climáticas.

PRINCIPAIS EVENTOS

Em dezembro de 2009 organizou-se uma reunião geral envolvendo todos os participantes do INCT para Mudanças Climáticas, do CPTEC e do Centro de Ciências do Sistema Terrestre do INPE (CCST/INPE). Sessões especiais foram realizadas na Reunião Anual da Associação de Geofísica dos EUA (American Geophysical Union - AGU), em Foz do Iguaçu, Paraná, e na Segunda Conferência Internacional do Clima e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semi-Áridas, realizada em Fortaleza, Ceará, em 2010.

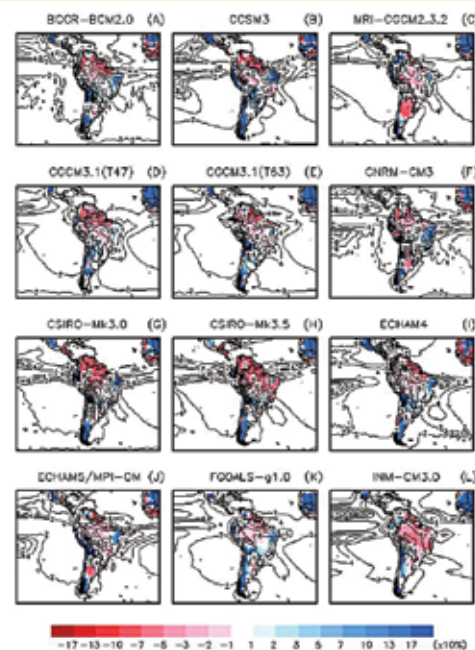
Previsões de Aquecimento Global



Destaques Científicos

Os novos cenários climáticos regionais já estão sendo utilizados por vários grupos do INCT para Mudanças Climáticas, da Rede CLIMA e por outros grupos de pesquisa das universidades e institutos federais, envolvidos principalmente com análises de impacto e avaliações de vulnerabilidade. Estas atividades fazem parte dos esforços para preparar a 2ª Comunicação Nacional para a Convenção-Quadro das Nações Unidas para Mudança Climática (2nd National Communication of Brazil to the United National Framework Convention on Climate Change Convention - UNFCCC). Este subprojeto trabalha no desenvolvimento de uma versão melhorada do modelo regional ETA do CPTEC que inclui a mudança nas concentrações dos GEE e no esquema de vegetação dinâmica (resolução de 20 ou 40 km), forçada por vários modelos globais do clima e para vários cenários de emissões até 2100. Isto mostra as sinergias com o subprojeto do Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global (MBSCG), que está gerando cenários de mudanças climáticas

para o Brasil e para a América Latina. O modelo regional Eta do CPTEC também será rodado com as projeções globais do MBSCG como condições de contorno. O segundo componente irá realizar experimentos de campo em sete locais para investigar os diferentes regimes de precipitação no Brasil. Ele pretende aumentar o conhecimento dos processos de nuvens, a fim de reduzir as incertezas nas estimativas de precipitação, principalmente nas de precipitação de nuvens quentes e, desta forma, melhorar o conhecimento do balanço de água e de energia.



Climatologia para o verão austral (Dezembro-Fevereiro) simulada pelos 12 modelos globais do IPCC AR4 para 1901-1998. Contornos (a cada 2 mm/dia) representam a chuva atual e as cores representam o viés do modelo (simulado menos observado, x10%).

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

O trabalho utilizando cenários futuros de mudança climática para estimar os impactos e a vulnerabilidade a ela inclui vários setores, como agricultura, recursos hídricos, biodiversidade, saúde humana, regiões semi-áridas, turismo e zonas costeiras. Os cenários de mudanças climáticas para Brasil e América Latina serão apresentados na forma de relatórios nacionais ou regionais e mapas temáticos georreferenciados, de modo que os efeitos adversos da mudança do clima a curto, médio e longo prazo possam ser identificados e os governos possam decidir sobre as medidas e opções de adaptação.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Diedhiou A, Machado LA, Laurent H. Mean Kinematic Characteristics of Synoptic Easterly Disturbances over the Atlantic. *Advances in Atmospheric Sciences*, v. 27, p. 1-17, 2010.

Marengo JA, Chou SC, Kay G, Alves LM, Pesquero JF, Soares WR, Santos DC, Lyra AA, Sueti G, Betts R, Chagas DJ, Gomes JL, Bustamante JF & Tavares PD. Development of regional future climate change scenarios in South America using the Eta CPTEC/HadCM3 climate change projections: Climatology and regional analyses for the Amazon, São Francisco and the Parana River Basins. Accepted, *Climate Dynamics*.

DESTAQUE

Projeções de mudanças climáticas para a América do Sul até o final do século XXI foram obtidas por regionalização do modelo global HadCM3 usando o modelo climático regional Eta-CPTEC, com uma resolução de 40 km de longitude-latitude. Estas estão sendo usadas para estudos de impactos e análises de extremos climáticos em vários setores-chave, com o objetivo de planejar medidas de adaptação. Exemplos de aplicação desses novos cenários de clima futuro são as avaliações de vulnerabilidade da Região Metropolitana de São Paulo e de outras grandes cidades brasileiras aos extremos climáticos previstos.

PRINCIPAL PERGUNTA DE PESQUISA

Quais serão as mudanças nos padrões regionais de precipitação, temperatura do ar e ventos, bem como extremos de precipitação e temperatura na América do Sul, durante o século XXI?

DESENVOLVIMENTO

PALAVRAS-CHAVE

Modelagem climática, cenários de mudanças climáticas, avaliações de incerteza, aumento da resolução espacial.

Cenários de Mudanças Climáticas para o Século XXI

Este subprojeto investiga a mudança climática regional com base em projeções derivadas do modelo regional ETA-CPTEC aninhado ao modelo global britânico HadCM3. O foco é a geração de cenários detalhados em alta resolução de futuras mudanças climáticas na América do Sul, necessários para os estudos de impactos e análises de vulnerabilidade. As projeções de extremos climáticos (secas, chuvas intensas, ondas de calor e de frio) também estão sendo geradas para o período 2010-2100 com uma resolução horizontal de 40 km (latitude e longitude) do modelo regional Eta-CPTEC, e supondo

o cenário A1B do IPCC para emissão de gases de efeito-estufa (nível intermediário). As simulações do clima presente abrangem o período 1961-1990 e têm a mesma resolução.

Alguns importantes estudos já utilizando estes cenários de mudanças climáticas regionais incluem análises de extremos e avaliações de riscos de desertificação no semi-árido do Nordeste do Brasil e os impactos da mudança e extremos climáticos nas megacidades brasileiras, particularmente São Paulo e Rio de Janeiro.

COORDENADORES

JOSE A. MARENGO E
CARLOS A. NOBRE

INPE, São José dos Campos,
SP, Brasil

jose.marengo@inpe.br
carlos.nobre@inpe.br



Enchente em Santa Catarina (SC), Novembro 2008

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Um estudante de doutorado no programa de pós-graduação em Meteorologia do INPE analisa atualmente os padrões regionais e globais de mudança climática a partir de modelos globais do IPCC AR4 e das simulações que serão feitas para o IPCC AR5, bem como dos cenários de mudança climática regional sendo gerados com o modelo Eta-CPTEC neste subprojeto. Além disto, há atividades orientadas para a formação de estudantes de pós-graduação, pós-doutorandos e pesquisadores de outras instituições no Brasil e outros países sul-americanos.

PRINCIPAIS EVENTOS

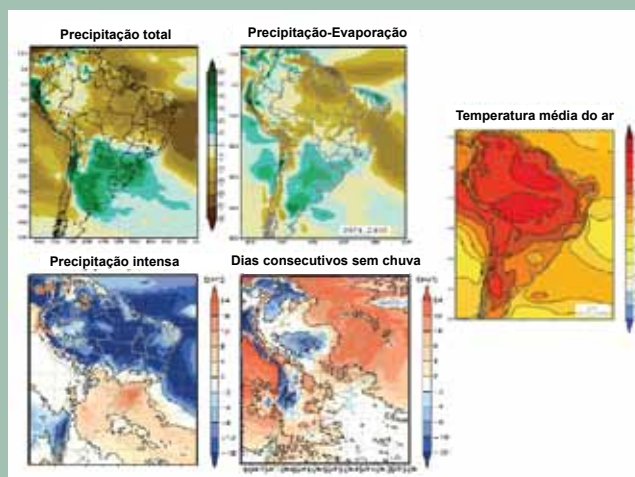
Foram organizadas sessões especiais sobre o tema no Simpósio Internacional de Climatologia, em Canela, Rio Grande do Sul, e na reunião anual da Associação de Geofísica dos EUA (American Geophysical Union - AGU) em Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.

Destaques Científicos

Novos cenários climáticos futuros obtidos para a América do Sul por aumento da resolução do modelo global HadCM3 usando o Eta-CPTEC, sob o cenário de emissões A1B, sugerem que as mudanças climáticas e seus impactos têm variação regional. Até o final do século XXI, um forte aquecimento (4°C a 6°C) do continente sul-americano aumentará o gradiente de temperatura entre o continente sul-americano e o Atlântico Sul. Isso conduz a gradientes mais fortes de pressão no nível do mar entre continentes e oceanos e a mudanças no transporte de umidade e precipitação desde o Atlântico tropical até a América do Sul tropical. As projeções apontam que as áreas do norte do continente, que compreendem a Amazônia e o Nordeste do Brasil, deverão experimentar deficiência de chuvas (com redução de até 40%), enquanto no sudeste da América do Sul, incluindo a bacia Paraná La Plata, as chuvas deverão aumentar cerca de 30%. A diferença entre precipitação e evaporação (P-E) no cenário A1B refinado para norte da América do Sul é negativa, ou seja, $P < E$, sugerindo déficits de água e redução do escoamento fluvial na Amazônia Oriental e na bacia do São Francisco, tornando estas regiões suscetíveis a condições

mais secas no futuro. No caso do Nordeste do Brasil, o risco de desertificação pode aumentar no futuro. Projeções climáticas também indicam um aumento generalizado da precipitação intensa,

principalmente no sudeste da América do Sul, bem como maior frequência de dias secos consecutivos e de secas na Amazônia e no Nordeste do Brasil. As mudanças tornar-se-ão mais intensas em meados deste século.



Mudanças projetadas no total anual de precipitação (%), precipitação menos evaporação (%), precipitação intensa (dias), dias secos consecutivos (dias) e temperatura anual média (°C), derivadas do modelo regional Eta-CPTEC 40 km para 2071-2100 relativa a 1961-90 para o cenário A1B de emissões.

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

Os cenários climáticos gerados por este subprojeto foram utilizados em avaliações de vulnerabilidade e impactos relevantes para a 2ª Comunicação Nacional para a UNFCCC, e para o estabelecimento de políticas públicas de adaptação às mudanças climáticas na região. Vários estudos sobre as megacidades do Brasil têm sido desenvolvidos (São Paulo), ou estão sendo preparados agora (Rio de Janeiro), mostrando integração entre a comunidade científica e os tomadores de decisão nos níveis federal, estadual e municipal. Há a expectativa de que todos os subprojetos do INCT para Mudanças Climáticas e da Rede CLIMA utilizem esses novos cenários de mudanças climáticas regionais.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Marengo J, Ambrizzi T, Rocha RP, Alves LM, Cuadra SV, Valverde MC, Ferraz SET, Torres RR & Santos DC. 2009: Future change of climate in South America in the late XXI Century: Intercomparison of scenarios from three regional climate models. Climate Dynamics, DOI 10.1007/s00382-009-0721-6. 2009.

Nobre C, Young A, Saldiva P, Marengo J, Nobre A, Alves Jr. S, G. Costa MS & Lombardo M. Vulnerabilidade das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo. Sumário Executivo. São Paulo, 31 pp (www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/megacidades.pdf). 2010.



DESTAQUE

A principal atividade até o momento foi a preparação do terreno para a experiência e a aquisição dos equipamentos, bem como o desenvolvimento e teste das câmaras de topo aberto. Os experimentos realizados em 2009 visaram testar o funcionamento das câmaras de topo aberto em um ambiente com concentração de CO_2 aumentada. Ambos os testes foram realizados com o crescimento sucessivo de uma cultura C_3 , o feijão (*Phaseolus vulgaris*), e uma cultura C_4 , o milho (*Zea mays*).

PRINCIPAIS PERGUNTAS DE PESQUISA

Qual é o nível de dependência das culturas de plantas C_3 e C_4 para o aumento na concentração de CO_2 atmosférico?

Até onde vai o ponto de aclimação fotossintética para aumento de CO_2 atmosférico?

IMPLEMENTAÇÃO

PALAVRAS-CHAVE

Temperatura da superfície, mudanças climáticas, fertilização de CO_2 , rendimento de C_3 e C_4 , câmaras de topo aberto.

Agricultura

O século passado foi caracterizado por um aumento substancial da população mundial, o que colocou a necessidade de fornecimento de alimentos dentre as principais questões globais. Para aumentar a produção alimentar pode-se aumentar a área plantada, maximizar a produtividade das culturas para alcançar valores próximos à produtividade potencial ou pode-se desenvolver novas variedades de culturas. Este subprojeto tem como objetivo investigar o impacto do aumento da concentração de CO_2 atmosférico sobre a agricultura. O foco é o efeito do aumento da concentração de CO_2 sobre o estágio fenológico, a resposta fisiológica e a produção tanto para as culturas

C_3 como C_4 , como um proxy de estudos de mudanças climáticas. A avaliação proposta é crucial porque os ciclos fenológicos da cultura, e, portanto, as colheitas em todo o mundo, estão intimamente ligadas às condições ambientais. Por exemplo, os estudos mostraram que a produtividade do trigo e do milho apresenta marcada resposta negativa ao aumento da temperatura. No entanto, a resposta das culturas às mudanças de CO_2 é controversa. Para investigar esta questão, câmaras de topo aberto têm sido usadas para simular uma atmosfera enriquecida com diferentes níveis de CO_2 , lembrando os cenários de emissão B2 e A2 do IPCC.

COORDENADOR

LUIZ CLÁUDIO COSTA

Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, Brasil

l.costa@ufv.br



Detalhe de uma planta de feijão (*Phaseolus vulgaris*) crescendo dentro de uma câmara de topo aberto em um ambiente enriquecido com CO_2 .

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Atualmente há dois mestrandos, dois doutorandos e quatro alunos de graduação envolvidos no subprojeto.

INFRAESTRUTURA

Foram adquiridos novos equipamentos para coletar dados sobre as emissões de CO₂ a partir de plantas e monitorar a condição do solo. Além disso, foi melhorada a área experimental localizada na universidade, que está disponível para outros grupos de pesquisa.

PRINCIPAL EVENTO

Workshop Internacional sobre a Abordagem da Crise de Subsistência dos Agricultores: Serviços de Tempo e Clima (International Workshop on Addressing the Livelihood Crisis of Farmers: Weather and Climate Services), realizado em Belo Horizonte, em 12-14 de julho de 2010.

Destaques Científicos

Com base nos experimentos descritos na Introdução, diversas variáveis serão medidas, inclusive estimativas de parâmetros associados à fenologia e à fisiologia vegetal. Essas quantidades são extremamente importantes nos estudos de modelagem da cultura, servindo para calibrar os modelos, bem como para serem usadas como condições iniciais. São feitas estimativas do impacto das mudanças climáticas sobre a produtividade agrícola e, portanto, na segurança alimentar, principalmente utilizando a abordagem experimento-modelagem. Neste sentido, os resultados serão extremamente úteis para alertar os tomadores de decisão quanto aos possíveis problemas a serem enfrentados no futuro, relativos ao aumento da pressão por oferta de alimentos.



Câmaras de topo aberto usadas para simular uma atmosfera enriquecida com diferentes níveis de CO₂ semelhante à dos cenários de emissões B2 and A2 do IPCC.



INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

Os mapas temáticos mostrando os impactos das mudanças climáticas sobre a produtividade agrícola e a evolução da produtividade de várias culturas em diferentes cenários de mudanças climáticas serão fundamentais para o planejamento estratégico nacional e regional e para a segurança alimentar.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Costa LC, Justino F, Oliveira LJ, Sediama GC, Ferreira WPM & Lemos CF. Potential forcing of CO₂, technology and climate change in maize (*Zea mays*) and bean (*Phaseolus vulgaris*) yield in Southeastern Brazil. Environmental Research Letters. DOI: 10.1088/1748-9326/4/1/014013. 2009.



DESTAQUE

Dois artigos científicos exploraram as diferenças entre as secas hidrológicas de 1997 e 2005 na Amazônia, incluídas entre as mais severas dos últimos 100 anos na Bacia Amazônica e tornaram-se estudos de casos para a compreensão do efeito dos extremos climáticos futuros na resiliência da Amazônia.

PRINCIPAL PERGUNTA DE PESQUISA

Levando-se em conta os cenários de mudanças climáticas, como o subprojeto contribui para a gestão dos recursos hídricos do Brasil?

IMPLEMENTAÇÃO

PALAVRAS-CHAVE

Recursos hídricos, hidrologia, semi-árido brasileiro, modelo de elevação digital de terreno.

Recursos Hídricos



COORDENADORES

JAVIER TOMASELLA (1) E
JOSÉ ALMIR CIRILO (2)

(1) INPE, São José dos Campos,
SP, Brasil

(2) UFPE, Recife, PE, Brasil

javier.tomasella@inpe.br
almir.cirilo@gmail.com.br

Os principais esforços deste grupo de investigação são dedicados à modelagem de bacias em todas as regiões brasileiras. As atividades incluem o desenvolvimento de: um banco dos dados meteorológicos e hidrológicos existentes, em um formato adequado para estudos de mudanças climáticas; ferramentas de software para apoiar os esforços de modelagem, em particular para facilitar a preparação de rotinas numéricas de hidrologia; melhoria nas rotinas de modelos hidrológicos; estudos

observacionais e numéricos em bacias hidrográficas representativas nos trópicos úmidos e semi-áridos do Brasil; estudos de modelagem para avaliar os impactos sobre a disponibilidade de recursos hídricos e energia hídrica nas principais bacias hidrográficas brasileiras sob diferentes cenários de mudanças climáticas; e os efeitos das mudanças climáticas sobre os aquíferos do semi-árido brasileiro.

PRINCIPAIS EVENTOS

Houve duas reuniões deste subprojeto. A primeira ocorreu em maio de 2009, na cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil, e a segunda em novembro, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Em ambas as reuniões as discussões focaram o modo como as atividades de investigação deverão ser desenvolvidas.



Destaques Científicos

A variabilidade climática inter-decadal, que tem um forte impacto na gestão dos recursos hídricos, representa um sério desafio para o planejamento que considera tanto as condições climáticas atuais quanto os cenários futuros de mudanças climáticas. Pesquisas no grupo de recursos hídricos procuram abordar como essas flutuações podem ser explicitamente incorporadas aos planos de gestão dos recursos hídricos nas regiões semiáridas do Nordeste do Brasil. A maioria dos esforços de modelagem tem se dedicado a avaliar a capacidade dos modelos atmosféricos de

representar os atuais cenários hidrológicos. Esse esforço em geral concentra-se no período entre 1970 e 1990, para o qual há dados hidrológicos disponíveis. A correção de viés nos resultados de modelos atmosféricos tem sido identificada como uma questão não resolvida e reconhecida como um dos principais obstáculos para a utilização de cenários de mudanças climáticas na simulação hidrológica. Outra fonte de incertezas está relacionada à dispersão nas simulações de cenários de mudanças climáticas em regiões do Brasil onde a previsibilidade climática é baixa. O efeito do tempo de contribuição dos afluentes do Amazonas para

a definição da resposta hidrológica do curso principal durante as secas 1997-1998 e 2005 foi explicado (Tomasella et al. 2010a). Um segundo artigo (Tomasella et al. 2010B) concentra-se nos impactos de ambas as secas nos níveis de água dos lagos de várzea, mostrando que durante a seca de 2005 as condições meteorológicas locais produziram maiores taxas de evaporação e temperatura da água, o que favoreceu a rápida redução do lago e provavelmente foram associadas a maiores taxas de mortalidade de peixes.



Várzea na região do baixo Rio Purus durante a seca extrema de 2010. O grau de isolamento dos lagos durante a seca depende de quão baixo chega a ser o nível da água durante esta estação. Secas extremas causam maior perda de conectividade e diminuição na qualidade da água para consumo humano. Durante a cheia toda a área retratada fica alagada.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Rodríguez DA, Tomasella J & Linhares CA. Is the forest conversion to pasture affecting the hydrological response of the Amazonian catchments? Signals in the Ji-Paraná Basin. *Hydrological Processes*, v. 24, p. 1254-1269, 2010.

Trancoso R, Carneiro Filho A, Tomasella J, Schietti J, Forsberg BR & Miller RP. Deforestation and conservation in major watersheds of the Brazilian Amazon. *Environmental Conservation*, v. 36, p. 277-288, 2010.



DESENVOLVIMENTO

DESTAQUE

Os principais destaques estão relacionados ao desenvolvimento e à aplicação de modelos de transferência radiativa para avaliação da energia solar, o estudo dos impactos das mudanças climáticas sobre os recursos de energia eólica e a disseminação dos dados ambientais adquiridos com a rede SONDA.

PALAVRAS-CHAVE

Energias renováveis, solar, eólica, mudanças climáticas, energia, desenvolvimento.

PRINCIPAIS PERGUNTAS DE PESQUISA

Qual o impacto da mudança climática global sobre os recursos de energia solar e eólica no Brasil? Qual a necessidade de reavaliação dos recursos de energia solar e eólica no Brasil? Como pode a rede de observação no solo ser expandida para fornecer informações relevantes para o setor energético? Como é possível aumentar a sinergia entre grupos de pesquisa nacionais e internacionais preocupados com o intercâmbio de tecnologia necessário para o desenvolvimento de tecnologias renováveis?

Energias Renováveis

A relação entre energia, ambiente e desenvolvimento sócio-econômico é inequívoca. Como deve a sociedade fazer uso de seus recursos energéticos de tal forma a causar menor impacto ambiental, e ao mesmo tempo permitir o robusto desenvolvimento sustentável necessário para fornecer bens e serviços para uma população mundial em constante crescimento? Esta é uma questão crucial na maioria das economias desenvolvidas assim como nos países em desenvolvimento. Este desafio exige uma ação mundial para aumentar a inserção de fontes de energia renovável nas matrizes energéticas.

O Brasil está desenvolvendo suas próprias políticas nacionais para promover as formas renováveis de geração de eletricidade e energia para o transporte. Ambas fazem parte de um objetivo estratégico de elevar o patamar de segurança energética e de responder ao apelo do IPCC para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Este subprojeto pretende aumentar a competência brasileira na área e promover esforços conjuntos da comunidade científica brasileira para impulsionar as atividades de P&D em relação à avaliação de recursos de energias renováveis.

COORDENADOR

ENIO BUENO PEREIRA

INPE, São José dos Campos,
SP, Brasil

enio.pereira@inpe.br



FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Há dois estudantes de doutorado envolvidos neste subprojeto. Um deles trabalha com a influência dos aerossóis de queima de biomassa em recursos de energia solar, a fim de melhorar os modelos numéricos para avaliação de energia solar. O outro estuda os impactos das mudanças climáticas sobre o regime de ventos no Brasil.

INFRAESTRUTURA

Criação de uma rede de aquisição de dados no solo e a difusão de informação para ser utilizada pelos setores energético e ambiental (rede SONDA - www.sonda.cptec.inpe.br)

PRINCIPAL EVENTO

Foi realizada uma reunião geral com todos os membros deste subprojeto a fim de organizar tarefas e distribuir responsabilidades.

Destaques Científicos

Cenários de energia eólica para os próximos 100 anos correspondentes ao cenário de emissões A1B do IPCC mostram significativo aumento da energia eólica no Brasil, especialmente no Nordeste. A energia solar apresenta aplicações em potencial no Brasil, especialmente em uma grande área que se estende do Nordeste ao Sudoeste. O potencial de uso de sistemas híbridos fotovoltaico-diesel para mini-redes na região da Amazônia é estimado em centenas de MWp (Megawatts). O tempo necessário para o retorno do investimento para um sistema compacto de aquecimento de água de baixo custo projetado que substitui chuveiros elétricos em residências de baixa renda pode ser inferior a três anos na maior parte das regiões Sul-Sudeste. Uma pesquisa enviada a diversas empresas, universidades, centros de pesquisa, organizações governamentais e não-governamentais e associações da sociedade civil mostrou que as questões mais importantes para o desenvolvimento da energia solar

e eólica no Brasil são: 1) Políticas fiscais de incentivo à adoção das energias renováveis solar e eólica devem ser implementadas pelo governo, aumentando assim a consciência pública sobre os seus benefícios ambientais; 2) Melhoria

da regulamentação governamental sobre a geração de eletricidade com fontes intermitentes (solar e eólica); 3) Mais incentivos e ações de estímulo ao mercado interno para as tecnologias solar e eólica em escala industrial.



INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

Um dos resultados do subprojeto é fornecer informações confiáveis sobre a avaliação energética. Isso tem sido parcialmente atingido por meio de uma pesquisa de opinião com aplicação de questionários e entrevistas pessoais com os principais setores interessados, abrangendo questões fundamentais acerca da inserção da energia solar e eólica na matriz energética brasileira. Os resultados apontaram para alguns dos principais obstáculos para a promoção eficaz de políticas e ações governamentais para investimentos no mercado de energia renovável no Brasil.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Martins FR & Pereira EB. Enhancing Information for Solar and Wind Energy Technology Deployment in Brazil. Submitted to Energy Policy.

Viana TS, Ruther R, Martins FR & Pereira EB. Assessing the Potential of Concentrating Solar Photovoltaic Generation in Brazil with Satellite Derived Normal Irradiation. Submitted to Solar Energy Journal.

Guarnieri RA, Martins FR & Pereira EB. Solar Radiation Forecast Using Artificial Neural Networks. Submitted to Solar Energy Journal.



Fernando Weberich / stock.xchng

IMPLEMENTAÇÃO

DESTAQUE

Foi montado um banco de dados geográficos acessível via internet que possui extensa série temporal de produtos MODIS (2000-2009) para os biomas Cerrado e Mata Atlântica, bem como uma ampla variedade de camadas vetoriais contendo dados relativos às variáveis ambientais.

PRINCIPAL PERGUNTA DE PESQUISA

Como a mudança climática afetará a distribuição e a composição da biodiversidade no Cerrado e Mata Atlântica?

PALAVRAS-CHAVE

Fenologia, Cerrado, Mata Atlântica, biodiversidade funcional

Biodiversidade: Composição, Estrutura e Função dos Ecossistemas no Cerrado e Biomas da Mata Atlântica: Respostas à Mudança Climática



COORDENADORES

MERCEDES BUSTAMANTE (1)
FABIO RUBIO SCARANO (2) E
CARLOS ALFREDO JOLY (3)

(1) UnB, Brasília, DF, Brasil

(2) UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

(3) UNICAMP, Campinas, SP, Brasil

mercedes@unb.br
fscarano@biologia.ufrj.br
cjoly@unicamp.br

Os biomas Cerrado Brasileiro e Mata Atlântica são hotspots de biodiversidade - áreas de alta riqueza de espécies e níveis de endemismo, sujeitas a uma perda rápida e extensiva dos habitats. A principal motivação deste subprojeto é avaliar os impactos potenciais das mudanças climáticas sobre a distribuição dos grupos funcionais e sobre o funcionamento destes ecossistemas naturais. Através da compilação de informações provenientes de parcelas permanentes e dados auxiliares, bem como imagens de satélite, um amplo banco de

dados está sendo construído. Esse banco de dados permitirá a discriminação espacial e a modelagem de grupos funcionais definidos com base nos mecanismos de resposta da vegetação às mudanças climáticas. Como é importante associar alterações na biodiversidade (específica e funcional) ao funcionamento biogeoquímico e hidrológico destes sistemas, este subprojeto está trabalhando em estreita colaboração com o subprojeto Ciclos Biogeoquímicos Globais do INCT para Mudanças Climáticas.

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Três doutorandos (PD Junior-CNPq e CAPES PNPd), um assistente DTI (financiado pelo INCT para Mudanças Climáticas) e dois estudantes de graduação (ITI-INCT para Mudanças Climáticas e IC-voluntário) estão envolvidos neste subprojeto.

PRINCIPAIS EVENTOS

O primeiro Workshop realizado entre os subprojetos Biodiversidade e Ciclos Biogeoquímicos Globais oficializou a colaboração. Como resultado dessa reunião, foi delineada a estrutura do banco de dados relativo às características das plantas e à fenologia dos ecossistemas Cerrado e Mata Atlântica.

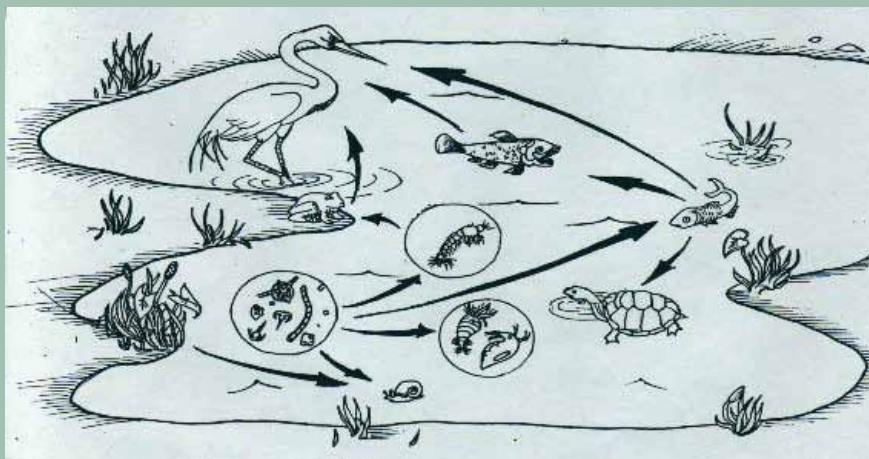


Destaques científicos

Definimos a estrutura conceitual e lógica e a implantação (com base em uma plataforma de código aberto) do banco de dados para facilitar a gestão e acessibilidade dos dados. Todas as imagens MODIS, bem como uma variedade de mapas em formato vetorial, estão disponíveis em LAPIG - site da Universidade Federal de Goiás (www.lapig.iesa.ufg.br). Um algoritmo de consulta GIS foi desenvolvido para permitir que o usuário acesse o banco de dados geográficos por completo, com a possibilidade de escolher o bioma de seu interesse (Cerrado e Mata Atlântica), os produtos disponíveis (por exemplo, MOD11, MOD13

e MOD15), o ano de análise (por exemplo, 2000), entre outras opções. Com o desenvolvimento contínuo das atividades do subprojeto, novos

dados serão inseridos no banco de dados. O banco de dados completo é de fácil acesso aos cientistas e ao público em geral.



Teia alimentar (Figura pela USP). Uma teia alimentar mostra as relações tróficas entre as espécies em um ecossistema. Uma cadeia alimentar é parte da estrutura de um ecossistema e assim influencia o equilíbrio de energia do ecossistema, a dinâmica da população e das espécies e outras características do ecossistema, várias das quais estão relacionadas à sua resposta às mudanças nas condições climáticas.



INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

Este subprojeto irá fornecer conhecimento científico sobre a conservação do Cerrado e do pouco que resta da Mata Atlântica. Tal informação é relevante para os tomadores de decisão do Brasil, porque o gerenciamento consciente da biodiversidade e dos ecossistemas é uma necessidade num mundo sujeito às mudanças climáticas e onde os ecossistemas estão sendo destruídos num ritmo alarmante.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Muñoz MES, Giovanni R, Siqueira MF, Sutton T, Brewer P, Pereira RS, Canhos DAL & Canhos VP. OpenModeller: a generic approach to species potential distribution modelling. *Geoinformatica* (Dordrecht). In press.

Carvalho FMV, De Marco P& Ferreira Jr. LG. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. *Biological Conservation*, v. 142, p. 1392-1403, 2009.



DESENVOLVIMENTO

DESTAQUE

Estudos desenvolvidos no âmbito deste subprojeto mostram a influência de fatores climáticos sobre a transmissão de doenças propagadas pela água, doenças respiratórias associadas à poluição do ar e doenças transmitidas por vetores.

PRINCIPAIS PERGUNTAS DE PESQUISA

Qual a atual distribuição espacial e a variabilidade de doenças sensíveis ao clima?

Em que medida os fatores ambientais afetam a distribuição de tais doenças?

PALAVRAS-CHAVE

Doenças transmitidas pela água, poluição atmosférica, catástrofes naturais, doenças transmitidas por vetores, eventos extremos.

Saúde Humana

O objetivo principal é tornar disponíveis dados e informações sobre as mudanças climáticas e a saúde humana através do Observatório Brasileiro do Clima e da Saúde (Observatorium). Esta iniciativa destina-se a monitorar e prever os efeitos da mudança climática global na saúde humana, integrando informações ambientais, climáticas, epidemiológicas, sócio-econômicas e de saúde pública. O Observatorium integra bancos de dados de instituições como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

(IBGE) e o Departamento de Sistemas de Informação (que apoia o Sistema de Saúde Unificado - DATASUS), bem como dados recolhidos pelas universidades. Destina-se a promover estudos e desenvolvimento de inovações tecnológicas nas áreas de clima e de saúde. Permite acessar, consultar e compartilhar informações. Na fase atual do subprojeto, foi produzido um inventário de dados sobre clima e saúde que constitui a base de dados compartilhados.

COORDENADORES

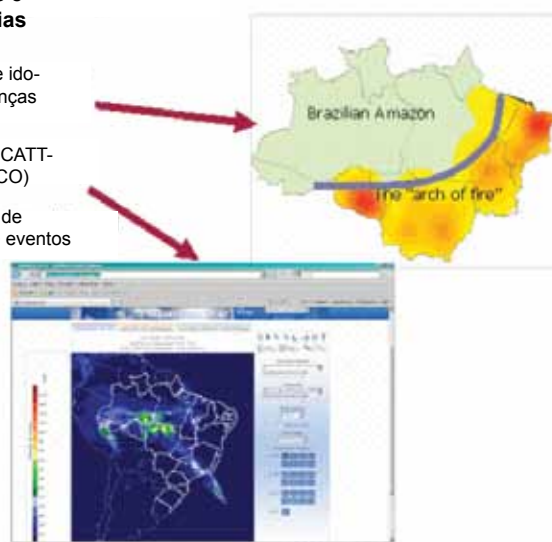
CHRISTOVAM BARCELOS
E SANDRA HACON

FIOCRUZ, Rio de Janeiro, RJ,
Brasil

xris@fiocruz.br
shacon@ensp.fiocruz.br

Incêndios florestais e doenças respiratórias

- Hospitalização de idosos devido a doenças respiratórias
- Qualidade do ar (CATT-BRAMS PM_{2.5} e CO)
- Séries temporais de qualidade do ar e eventos relacionados à saúde.



FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Quatro alunos de doutorado e sete estudantes de mestrado estão trabalhando neste subprojeto. O Observatorium tem gerado grandes quantidades de dados que são utilizados por alunos da Fiocruz, INPE, UNIR, UFRN, USP, entre outras instituições de pesquisa.

PRINCIPAIS EVENTOS

O início das atividades deste subprojeto foi marcado por um workshop realizado em maio de 2009, durante o qual foram estabelecidos os objetivos e as relações interinstitucionais. Outros workshops foram organizados para discutir tópicos mais específicos, tais como doenças transmitidas pela água, doenças respiratórias ligadas à poluição do ar e doenças transmitidas por vetores.



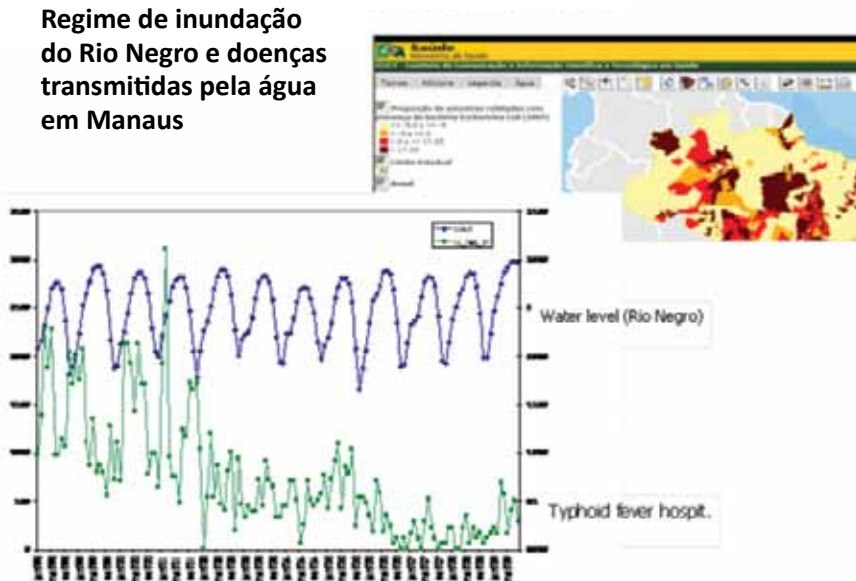
Destaques científicos

Nos sítios sentinela – aqueles de especial interesse para estudos aprofundados, quer devido a condições mais críticas, ou porque não há dados melhores, ou outro motivo –, estão sendo realizados estudos para avaliar as variações temporais de variáveis climáticas e doenças. Tem-se priorizado a leptospirose, doenças respiratórias e cardiovasculares e a dengue. Este subprojeto apresenta seus resultados em duas escalas e abordagens diferentes: impacto de grandes mudanças climáticas e ambientais sobre a saúde e estudos de caso desenvolvidos nos sítios sentinela. Essas áreas foram selecionadas de acordo com doenças prevalentes e biomas: estudos de doenças respiratórias em certas regiões do Mato Grosso, Acre e Rondônia; estudos de incidência de leptospirose associada às inundações em Salvador; estudos de doenças transmitidas pela água em Manaus; e estudos da incidência de dengue no Rio de Janeiro. Em Manaus, uma plataforma de GIS foi usada para coletar e analisar dados sobre saúde, meio ambiente, e informações socio-demográficas para avaliar os riscos das mudanças climáticas que afetem a incidência de malária nas periferias urbanas. O desmatamento, a presença de

riachos e a ocupação recente de áreas explicam a elevada incidência de malária nessa cidade. O ritmo de desmatamento e a extensão dos riachos alagáveis podem aumentar

consideravelmente durante as próximas décadas devido à variação do nível de água dos rios e as pressões decorrentes do uso da terra.

Regime de inundação do Rio Negro e doenças transmitidas pela água em Manaus



INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

Este subprojeto está sendo realizado sob a supervisão do Ministério da Saúde e a Organização Pan-Americana de Saúde, que usará os resultados em um plano de adaptação às mudanças climáticas. Além disso, estão sendo realizadas reuniões com organizações da sociedade civil, além do Fórum Brasileiro sobre Mudanças Climáticas, que visam aumentar a consciência pública e política sobre as ameaças que a mudança climática impõe sobre a saúde humana.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Barcellos C, Monteiro AMV, Corvalan C, Gurgel HC, Carvalho, MS, Artaxo P, Hacon S & Ragoni V. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. Epidemiologia e Serviços de Saúde. , v.18, p.285 - 304, 2009.

Ignotti E, Valente JG, Longo KM, Freitas SR, Hacon S & Netto PA. Impact on human health of particulate matter emitted from burnings in the Brazilian Amazon region. Rev. Saúde Pública. 44(1): 121-30. 2010.

Reis I, Honorio NA, Codeco C, Magalhães MAFM, Lourenço de Oliveira R & Barcellos C. Relevance of differentiating between residential and non-residential premises for surveillance and control of Aedes aegypti in Rio de Janeiro, Brazil. Acta Tropica. 114(1): 37-43. 2010.



DESENVOLVIMENTO

DESTAQUE

A conclusão da primeira reunião interinstitucional foi que, para o estudo das zonas costeiras brasileiras, é imperativo que sistemas observacionais sejam melhorados a fim de que possam ser realizados programas de acompanhamento sistemático dos parâmetros físicos, biológicos e sociais. Outra conclusão foi que abordagens experimentais podem ajudar a ciência e a gestão das mudanças climáticas, mas somente após uma melhor escolha de questões e hipóteses com relevância em escalas regionais.

PRINCIPAL PERGUNTA DE PESQUISA

Quais as vulnerabilidades dos ecossistemas costeiros e qual a sua capacidade de resistência às forçantes climáticas que os modelos preveem que irão mudar ao longo das próximas décadas?

PALAVRAS-CHAVE

Zona costeira, vulnerabilidade à mudança climática, análises históricas, avaliação preliminar, sistemas de observação.

Zonas Costeiras

A longa zona costeira brasileira é demasiado complexa para ser abordada por um subprojeto de pesquisa ou investigada sob a perspectiva de uma questão de pesquisa. Ela é ocupada por densas populações e estruturas humanas, e na interface terra-mar-ar, a zona costeira é composta por um mosaico de ecossistemas diferentes e interligados que estão sendo expostos aos impactos naturais e antropogênicos e são altamente vulneráveis à maioria dos efeitos das mudanças climáticas. Neste contexto, um grande esforço foi feito para formar uma equipe de pesquisa multidisciplinar, sob uma abordagem coordenada, incluindo representatividade regional e institucional, com o objetivo de

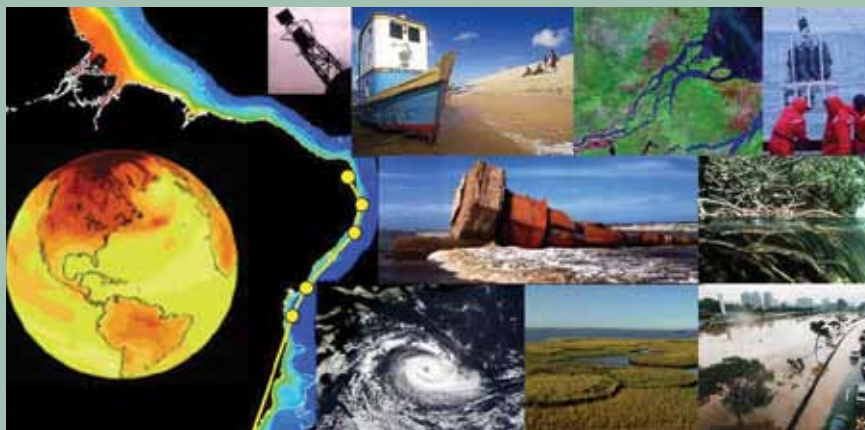
atingir um impacto científico nacional e internacional. Durante a elaboração da proposta decidiu-se que o conhecimento atual sobre as zonas costeiras brasileiras é insuficiente para chegar a hipóteses sobre a influência das mudanças climáticas nesses ambientes. Assim, os objetivos prioritários para este subprojeto e seus colaboradores são: 1) avaliar o Estado do conhecimento; 2) identificar lacunas de conhecimento; 3) recomendar estudos futuros; e 4) coordenar / integrar projetos que investiguem os efeitos das mudanças climáticas em todas as regiões costeiras e ecossistemas brasileiros.

COORDENADORES

CARLOS ALBERTO EIRAS GARCIA,
JOSÉ HENRIQUE MUELBERT E
MARGARETH DA SILVA COPERTINO

FURG, Rio Grande, RS, Brasil

dfsgar@furg.br
redeclima.zonacosteira@furg.br



A Rede do INCT para Mudanças Climáticas das Zonas Costeiras é composta de vários grupos de pesquisa e instituições distribuídas em toda a zona costeira do Brasil. Cerca de 15 estudos estão abordando questões sobre impactos e vulnerabilidades climáticas das regiões. Em 2009, os principais temas abordados foram: aumento do nível do mar, eventos extremos, erosão costeira, hidrologia estuarina, fitoplâncton, recifes de coral, flora e fauna benthicos, manguezais, ecologia da pesca e economia e limnologia.

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Cinco alunos de graduação com bolsa de formação técnica (ITI), três mestrandos, um doutorando e três bolsistas de pós-doutorado colaboram neste subprojeto.

INFRAESTRUTURA

O “Laboratório de Estudos do Oceano e do Clima” foi criado na Fundação Universidade do Rio Grande (FURG).

PRINCIPAIS EVENTOS

Este subprojeto originou o 1º Workshop Brasileiro sobre Mudança Climática em Zonas Costeiras e o Workshop “Mudança Climática, Variabilidade Oceanográfica e Pesca Artesanal no Atlântico Sudoeste: um programa de dimensão humana”.

Destaques científicos

O 1º Workshop Brasileiro sobre Mudanças Climáticas em Zonas Costeiras (<http://mudancasclimaticas.zonascosteiras.com.br/workshop>), organizado pela Universidade Federal do Rio Grande, patrocinado pelo INCT para Mudanças Climáticas e por um Auxílio para Eventos Científicos do CNPq, destinou-se a divulgar resultados preliminares sobre a Zona Costeira, consolidando o grupo de pesquisa, estimulando a integração de seus membros e discutindo protocolos metodológicos e futuras pesquisas. O evento contou com a presença de 200 pessoas, incluindo cientistas e estudantes de diversas instituições nacionais. O workshop alcançou seus objetivos com êxito, e os resultados foram destacados pela comunidade científica nacional, pela mídia e pela sociedade em geral. Ao reunir instituições e áreas de pesquisa diferentes, estabeleceram-se novas colaborações. Aberto para estudantes e para a comunidade científica em geral, o subprojeto começou contribuindo para a disseminação de novos conhecimentos sobre problemas relacionados às mudanças climáticas. Outro destaque foi a produção da edição especial “Mudanças climáticas nas zonas costeiras brasileiras”, publicado pelo Pan-American Journal of Aquatic Sciences (PANAMJAS), com artigos científicos completos e recomendações de workshops.



Participantes do 1º Workshop Brasileiro sobre Mudanças Climáticas em Zonas Costeiras, realizado na Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e patrocinado pelo INCT para Mudanças Climáticas, em 13-14 de setembro, 2009

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

Foi feita uma tentativa direta de influenciar a política e a sociedade através da publicação da Declaração do Rio Grande (<http://mudancasclimaticas.zonascosteiras.com.br/declaracao-de-riogrande/898>), uma carta aberta assinada por membros do subprojeto Zonas Costeiras e participantes do workshop. A carta, enviada aos principais grupos dos meios de comunicação nacional, adverte sobre problemas das mudanças no clima, particularmente aqueles que afetam a costa, e exige uma ação da sociedade política e civil.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Mudanças Climáticas e Zonas Costeiras: Avaliação Preliminar do Estado do Conhecimento. 2009. [http://mudancasclimaticas.zonascosteiras.com.br/temas/Climate Changes and Coastal Zones](http://mudancasclimaticas.zonascosteiras.com.br/temas/Climate%20Changes%20and%20Coastal%20Zones). 2010.

Pan-American Journal of Aquatic Sciences. (Special Issue). In press. (Containing 14 full articles and documents related to I Brazilian Workshop on Climate Changes and Coastal Zones).



DESENVOLVIMENTO

DESTAQUE

As mudanças climáticas podem afetar negativamente a infraestrutura e piorar o acesso aos serviços urbanos básicos, diminuindo a qualidade de vida nas cidades. Os pobres - habitantes de favelas em megacidades - provavelmente serão os mais afetados.

PALAVRAS-CHAVE

Vulnerabilidade social, urbanização, mudanças climáticas, adaptação, inundações, deslizamentos de terra.

PRINCIPAIS PERGUNTAS DE PESQUISA

Quais as principais vulnerabilidades das cidades de São Paulo e Rio de Janeiro às mudanças climáticas?

Como os impactos das mudanças climáticas (por exemplo, aumento do nível do mar e eventos extremos) afetarão estas cidades?

Quais grupos populacionais são mais vulneráveis às mudanças climáticas em São Paulo e Rio de Janeiro?

Urbanização e Megacidades



Tráfego em São Paulo, Brasil

O objetivo deste subprojeto é, por um lado, compreender como a mudança climática vai afetar áreas urbanas, especificamente as megacidades de São Paulo (21 milhões de habitantes) e Rio de Janeiro (11 milhões de habitantes), e como esta nova situação terá impacto sobre a população em termos de aumento da vulnerabilidade social a estes novos riscos climáticos. Por outro lado, o objetivo é identificar e propor políticas públicas destinadas a contribuir para a adaptação às mudanças climáticas. A metodologia de investigação é composta de duas abordagens: 1) a vulnerabilidade social é discutida usando dados secundários (dados do censo) e 2)

painéis de especialistas são formados para identificar as áreas mais vulneráveis aos riscos relacionados às mudanças climáticas. Durante o primeiro ano, dois painéis de especialistas em “Megacidades e mudança climática: São Paulo e Rio de Janeiro” foram criados para discutir e conscientizar sobre as funções primordiais que cidades e governos locais têm sobre os impactos da mudança climática. No segundo ano, o grupo irá identificar os grupos populacionais mais vulneráveis em São Paulo reunindo informações sobre riscos ambientais e características sócio-econômicas.

COORDENADOR

RICARDO OJIMA

UNICAMP, Campinas, SP, Brasil

ojima@nepo.unicamp.br

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Um bolsista de pós-doutorado, três alunos de doutorado, dois estudantes de mestrado e um estudante de graduação estão trabalhando no subprojeto; eles são, respectivamente, da USP, UNICAMP e UFMG.

INFRAESTRUTURA

O subprojeto trouxe melhorias para as instalações computacionais no Centro de Estudos de População da Universidade de Campinas (NEPO / UNICAMP). O NEPO é um centro de pesquisa multidisciplinar que tem abordado questões relacionadas à população, urbanização e meio-ambiente no Brasil há mais de 20 anos e tem uma equipe de pesquisadores com demógrafos, sociólogos, geógrafos, urbanistas, entre outros.

PRINCIPAIS EVENTOS

Em 2010, foi organizado o evento “Vulnerabilidade das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo”. O objetivo foi apresentar o sumário executivo do estudo da região metropolitana de São Paulo. Outro evento semelhante foi realizado no Rio de Janeiro.

Destaques científicos

A publicação organizada por Hogan e Marandola Jr. (2009) traz algumas importantes contribuições para o debate teórico e conceitual sobre população e desenvolvimento, bem como sobre urbanização e mudanças climáticas. Note-se que as análises das dimensões humanas das mudanças climáticas estão em fase inicial. Há necessidade de desenvolver definições mais precisas para conceitos como risco, vulnerabilidade, mitigação e adaptação. A compreensão das relações entre estes conceitos é fundamental para a construção de propostas políticas. Com o objetivo de chamar a atenção para as estimativas de riscos da subida do nível do mar, Carmo e Silva (2009) apresentaram estimativas da população que vive em zonas costeiras do Brasil. O livro organizado por Carmo e Cabrera Trimiño (2009) reuniu temas relacionados com população e meio ambiente na América Latina dentro de uma perspectiva ampla, abrangendo questões como processos de urbanização e impactos das mudanças climáticas. Esta publicação é uma síntese de seis anos de discussões no âmbito do “Red Población y Medio Ambiente”, da “Asociación Latino Americana de Población” (ALAP). Os workshops mostram que, apesar do conhecimento existente sobre os

impactos do rápido crescimento urbano e mudanças ambientais, os tomadores de decisão em São Paulo e Rio de Janeiro ainda não possuem a aptidão para lidar com as mudanças climáticas ou implementar políticas a respeito. Sobre esta lacuna, o subprojeto organizou dois mini-cursos e uma sessão da conferência para difundir o estado-da-arte na área; daí em diante, foram feitos vários contatos entre pesquisadores

e políticos. Os resultados do caso de São Paulo mostram que a mudança climática afetará o planejamento urbano e que a configuração dos sistemas econômico e político que regem a cidade têm criado a maioria dos desafios. As pessoas mais pobres que não têm acesso aos assentamentos urbanos formais serão as mais afetadas pelas mudanças climáticas devido à sua situação mais vulnerável.



Favelas no Rio de Janeiro, Brasil

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

A informação fornecida pelos relatórios sobre populações das megacidades vulneráveis à mudança climática irá contribuir para a formulação de Planos de Ação Local e do Plano Nacional de Mudança do Clima.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Hogan DJ & Marandola Jr. E (Orgs.). População e Mudança Climática: Dimensões Humanas das Mudanças Ambientais Globais. Campinas: Núcleo de Estudos de População – epo/Unicamp; Brasília: UNFPA, p. 137-158. ISBN 978-85-88258-12-9. 2009.

Carmo RL & Cabrera-Trimíño GJ (Orgs.). Población y medio ambiente en Latinoamérica y El Caribe Cuestiones recientes y desafíos para el futuro. Serie Investigaciones Nº 6. ALAP Editor. Rio de Janeiro. 2009.

Carmo RL, Silva CM. População em zonas costeiras e mudanças climáticas: redistribuição espacial e riscos. In: HOGAN, D. J. (Org.); MARANDOLA JR., E. (Org.). População e Mudança Climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais. 1. ed. Campinas: Nepo/UNFPA, v. 1. 290 p. 2009.

Nobre C, Young A, Saldívar P, Marengo J, Nobre A, Alves Jr. S, G. Costa MS, Lombardo M, 2010: Vulnerabilidade das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo. Sumário Executivo. São Paulo, 31 pp (www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/megacidades.pdf).



DESENVOLVIMENTO

DESTAQUE

Resultados preliminares sugerem que a mudança climática terá efeitos adversos sobre o crescimento e o bem-estar no Brasil. Além disso, ela irá reforçar a desigualdade regional no país. Por outro lado, alguns setores e regiões podem ser positivamente afetados.

PRINCIPAL PERGUNTA DE PESQUISA

Como e em que medida a mudança climática terá impacto na agenda de desenvolvimento do Brasil?

PALAVRAS-CHAVE

Análise de impacto, modelagem de integração, modelos computáveis de equilíbrio geral, economia da mudança climática, análise econômica espacial, ciência regional.

Economia das Mudanças Climáticas

O principal objetivo é desenvolver uma metodologia integrada para simular o potencial impacto das mudanças climáticas na economia brasileira, considerando seus diversos setores e dimensões espaciais. Este subprojeto visa integrar os cenários das mudanças climáticas fornecidos pela base científica do INCT para Mudanças Climáticas em modelos socioeconômicos. Essa integração envolve relações diretas com outros subprojetos do INCT para Mudanças

Climáticas, tais como os grupos de pesquisa sobre energia e agricultura, que fornecerão os principais mecanismos de transmissão de informação para os modelos econômicos. Ainda na sua fase de desenvolvimento, a implementação do subprojeto se baseia em uma rede de pesquisa de especialistas de diferentes instituições acadêmicas do país, e na troca de experiências com grupos de pesquisa internacionais.



COORDENADORES

EDUARDO HADDAD E
JACQUES MARCOVITCH

FEA/USP, São Paulo, SP, Brasil

ehaddad@usp.br
jmarcovi@usp.br

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Atualmente, seis estudantes de graduação estão diretamente ligados a este subprojeto, todos desenvolvendo pesquisas sobre temas relacionados com a modelagem do impacto econômico das mudanças climáticas.

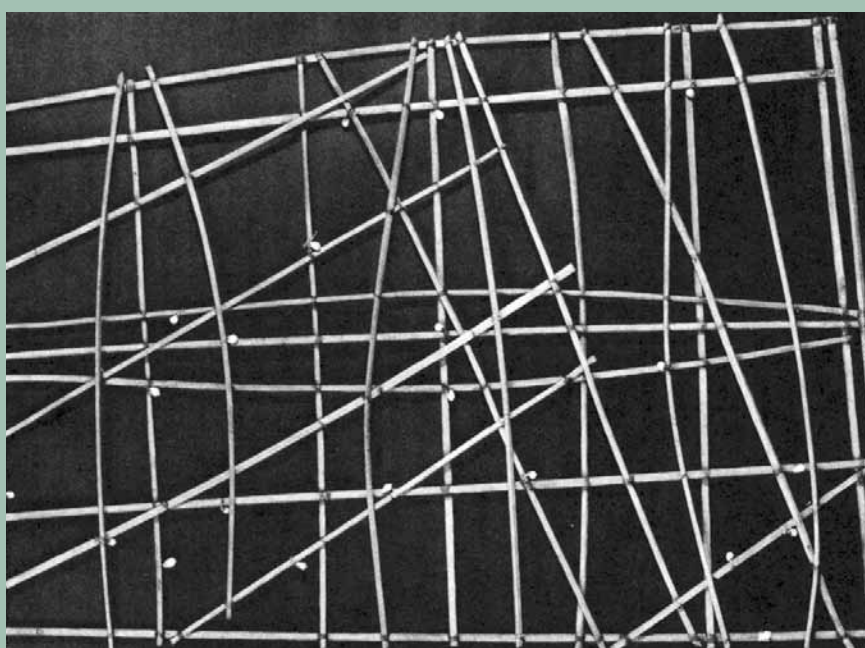
PRINCIPAIS EVENTOS

“Workshop FEA/IEA de Economia do Clima”, 17 de março de 2010, na Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA-USP), coorganizado pela FEA-USP e pelo Instituto de Estudos Avançados (IEA) da USP. Além deste, organizou o “International Workshop on CGE Modeling and Climate change”, dia 14 de junho de 2010, na FEA-USP.



Destaques Científicos

Se os custos das mudanças climáticas globais no Brasil até 2050 fossem antecipados para o presente, a uma taxa de redução de 1%, os custos em termos do PIB de 2008 seriam aproximadamente entre R\$ 719 bilhões e R\$ 3.655 bilhões, representando entre 25% e 125% do produto interno bruto (PIB) nacional de 2008. Este resultado vem do estudo “Economia das mudanças climáticas no Brasil”, que envolveu os principais investigadores do INCT para Mudanças Climáticas e serviu de base para a criação deste subprojeto. Esta foi a primeira vez que foi feita uma estimativa dos custos econômicos das mudanças climáticas dentro de um quadro integrado da economia brasileira. Usando a experiência acumulada neste esforço de modelagem, o subprojeto está agora em processo de melhoria no desenvolvimento do modelo. Recentemente, um seminário internacional sobre “CGE modelagem e mudança climática”, realizado na FEA-USP como parte das atividades do INCT para Mudanças Climáticas e da Rede CLIMA, reuniu especialistas nacionais e internacionais sobre o tema e contribuiu para o reforço da colaboração entre instituições brasileiras e australianas.



Este curioso gráfico náutico feito de tiras de fibra vegetal representa a área das Ilhas Marshall no Oceano Pacífico, nordeste da Austrália. Algumas ilhas são representadas por conchas anexadas às tiras.

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

Esperamos que os resultados contribuam para a formulação de políticas públicas, fornecendo a racionalidade econômica necessária para sua avaliação *ex ante*.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Azzoni CR, Haddad EA & Kanczuk F. Climate Change and Energy Use in the Long-Run Growth in Brazil. In: Amann E, Baer W, Coes D. (Org.). Energy, Bio Fuels and Development: Comparing Brazil and the United States. Florence, Kentucky, USA: Routledge Taylor & Francis Group, 2010.

Barbieri AF, Domingues EP, Queiroz BL, Ruiz RM, Rigotti JI, Carvalho JAM, & Resende MFC. Climate change and population migration in Brazil's Northeast: scenarios for 2025–2050. Population and Environment. v.31, p.344 - 370, 2010.



IMPLEMENTAÇÃO

DESTAQUE

As entrevistas confirmaram uma insularidade persistente, embora diminuída, que marca a cúpula dos tomadores de decisão em clima, limitando a receptividade à participação da sociedade civil e aos pronunciamentos de cientistas do País a respeito das mudanças climáticas e do desflorestamento.

PALAVRAS-CHAVE

Política, ciências sociais, dimensões humanas, interface entre ciência e políticas públicas.

PRINCIPAIS PERGUNTAS DE PESQUISA

Qual o papel de um conjunto diversificado de atores na formação da política climática e da política brasileira?

Quais os principais obstáculos à eficácia das políticas públicas relacionadas a clima e voltadas para o futuro e quais os caminhos futuros promissores?

Estudos de Ciência, Tecnologia e Políticas Públicas



Este subprojeto está analisando a interface entre ciência do clima e políticas públicas no Brasil. Utilizando métodos de pesquisa de opinião, entrevistas e análise de mídia, identifica e analisa redes de atores na ciência, no governo, na indústria e partes da sociedade civil politicamente engajadas e, em particular, aborda como as configurações e a dinâmica das interações entre esses atores heterogêneos moldam as políticas públicas e a política relacionada ao clima no Brasil, especialmente no surgimento e formato do Plano Nacional sobre Mudança do Clima. O objetivo é melhorar a compreensão dos fatores sócio-cultural, políticos

e econômicos que causam emissões de gases de efeito estufa no Brasil e que moldam a propensão e a capacidade da sociedade brasileira de evitar, resistir e adaptar-se aos impactos das mudanças climáticas induzidas pelo homem. A pesquisa vem preencher uma lacuna, já que poucas iniciativas até hoje têm investigado o papel das redes sociais, cultural, de interesses e informação científica sobre mudanças climáticas na formação de políticas públicas relacionadas ao clima, particularmente fora dos Estados Unidos, Europa e das partes mais ricas e setentrionais do mundo.

COORDENADOR

MYANNA LAHSEN

INPE, São José dos Campos,
SP, Brasil

myanna.lahsen@inpe.br

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

A coordenadora participou da reunião de 2009 da Associação Brasileira de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Sociais (ANPOCS) como parte de um esforço para superar a falta de engajamento das ciências sociais no Brasil com os problemas ambientais globais. Em 2010 um bolsista de pós-doutorado envolveu-se com a pesquisa sendo desenvolvida no INPE.



Destaques Científicos

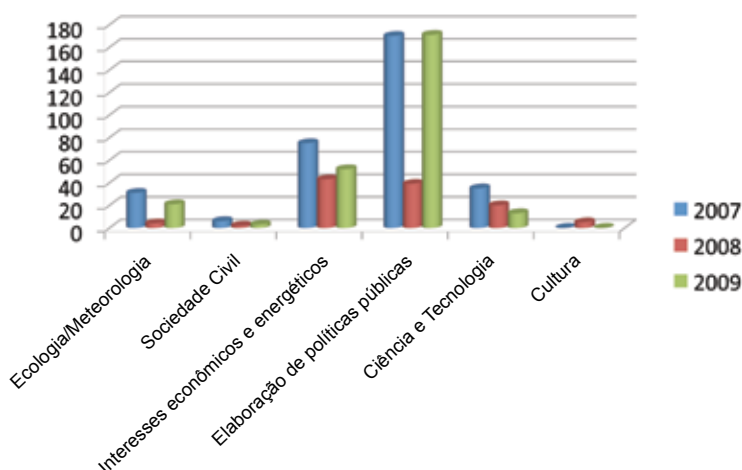
Em 2009, as atividades concentraram-se no desenvolvimento da coleta de dados, instrumentos e metodologias de análise a serem utilizados por todos os 15 grupos (todos de países diferentes), colaborando sob o programa Compon (Comparing Climate Change Policy Networks / Redes de Comparação de Políticas Públicas para Mudanças Climáticas). Protocolos detalhados de pesquisa, definindo cada passo destes processos de coleta e análise de dados, foram desenvolvidos em conjunto com o coordenador da pesquisa do Compon e os líderes de cada um das equipes nacionais participantes da pesquisa. Foi decidido que cada equipe nacional precisa construir uma base de dados com artigos de jornal, usando os três principais jornais do país, focando em mudanças climáticas, para os anos de 2007-2009, realizar entrevistas com profundidade com pelo menos 15 especialistas e líderes de organizações, e realizar uma pesquisa de opinião qualitativa entre representantes

de organizações engajados nas questões de mudanças climáticas. O objetivo é coletar dados a respeito de 50 a 100 atores por país. No

Brasil, Lahsen coletou mais da metade dos artigos de jornal necessários e realizou entrevistas preliminares.

Jornal Estado de São Paulo 2007-2009

Categorias de artigos que mencionam mudanças climáticas e/ou aquecimento global.



INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

O estudo resume a existência de diferenças de interpretação por parte de importantes cientistas brasileiros e dos tomadores de decisão com relação aos interesses nacionais no que concerne o regime climático internacional, bem como duradouras embora enfraquecidas tendências à insularidade na tomada de decisão.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Lahsen M. "A Science-Policy Interface in the Global South: The Politics of Carbon Sinks and Science in Brazil", *Climatic Change*, Vol. 97, Issue 3, 339-372 (DOI 10.1007/s10584-009-9610-6). 2009.

Lahsen M. "The Social Status of Climate Change Knowledge," *WIREs Climate Change*, Volume 1, issue 2, pp. 162 - 171. (DOI: 10.1002/wcc.27). Accessible at: <http://wires.wiley.com/WileyCDA/WiresArticle/wisId-WCC27.html>. 2010.



IMPLEMENTAÇÃO

DESTAQUE

O sensoriamento remoto e a tecnologia de telemetria estão provando ser ferramentas importantes na avaliação da influência das forçantes meteorológicas nas propriedades da água.

PRINCIPAL PERGUNTA DE PESQUISA

Qual a contribuição de lagos e reservatórios brasileiros às emissões de CO₂ na atmosfera?

PALAVRAS-CHAVE

Sensoriamento Remoto, equilíbrio térmico, propriedades bio-ópticas, emissões dos lagos e reservatórios.

Emissões de Lagos e Reservatórios

A gestão e o uso sustentável dos recursos hídricos baseiam-se fortemente em dados de qualidade da água e também na forma como esta qualidade muda ao longo do tempo. No caso de reservatórios, sua característica lacustre constitui um problema adicional, pois os torna suscetíveis a fenômenos como eutrofização e salinização. Estes sistemas também estão sob a influência de forçantes naturais associadas às condições meteorológicas e climáticas. Tais fatores desempenham um papel importante nas emissões de gases de efeito estufa por lagos e reservatórios. Os reservatórios das

hidrelétricas são reconhecidos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) como importantes fontes de gases de efeito de estufa para a atmosfera (por difusão e borbulhamento). O estudo da importância relativa dos processos físicos (por exemplo, a climatologia de ondas) e de como influenciam as emissões de gases de efeito estufa é um tema central no campo científico. No Brasil, existem cerca de 31 reservatórios de hidrelétricas que somam um volume de mais de 1 bilhão de m³, o que aumenta a nossa atenção e justifica esta pesquisa.

COORDENADORES

MARCO AURELIO DOS SANTOS (1)
E JOSE LUIZ STECH (2)

1) UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

2) INPE, São José dos Campos, SP, Brasil

aurelio@ppe.ufrj.br
stech@tid.inpe.br



Sistema de Monitoramento Telemétrico (SIMA) instalado no Reservatório de Itumbiara, Goiás, Brasil Central.

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Há um doutorando e um mestrando no programa de pós-graduação em Sensoriamento Remoto do INPE. O primeiro estuda o sensoriamento remoto da temperatura e do fluxo de calor na superfície da água do Reservatório de Itumbiara, Goiás, Brasil, enquanto o segundo concentra-se na realização de uma caracterização bio-óptica desse mesmo reservatório.

PRINCIPAIS EVENTOS

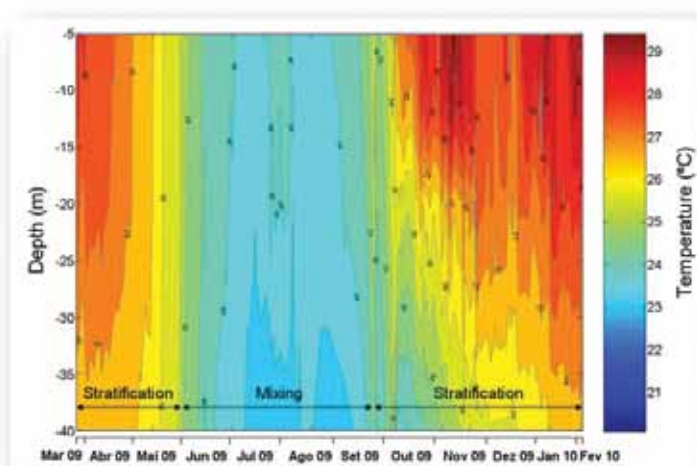
Sessões especiais no Simpósio Internacional de Climatologia, em Canela, RS, Brasil, em Setembro de 2009, e na Conferência das Américas da American Geophysical Union (AGU, União Americana de Geofísica) em Agosto de 2010, em Foz do Iguaçu, Brasil.

Destaques Científicos

Séries temporais de longo prazo de dados ambientais são fundamentais para identificar e classificar rápidos distúrbios que ocorrem em sistemas aquáticos, particularmente os relacionados à variabilidade das emissões de gases de efeito estufa, e para comparar diferentes sistemas. Para resolver este problema, um sistema de monitoramento de telemetria (uma bóia chamada SIMA) foi construído e implantado no Reservatório Hidrelétrico de Itumbiara, em Goiás, Brasil Central. Este sistema coleta dados meteorológicos (temperatura do ar, umidade, radiação de ondas curtas, pressão atmosférica, intensidade e direção do vento) e limnológicos (temperatura, pH, concentração de clorofila-a, turbidez, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido) a intervalos de tempo pré-programados e os transmite por satélite em tempo quase real para qualquer usuário dentro de um raio de 2500 km do ponto de aquisição. A escolha dos parâmetros ambientais medidos pelo SIMA levou em conta aspectos como a adequação para o uso como um índice ambiental (ou seja, as variáveis que respondem de forma consistente a alterações no funcionamento do sistema

aquático), a importância para o processo de emissão de gases de efeito estufa nos sistemas aquáticos e a adequação técnica para aquisição e transmissão a partir de plataformas automáticas.

Todos os dados adquiridos operacionalmente pelo SIMA passam por um processo de controle de qualidade e são armazenados em um banco de dados numéricos.



Estrutura térmica da água no Reservatório de Itumbiara obtida pelo Sistema de Monitoramento Telemétrico (SIMA).

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

Conhecer a contribuição de lagos e reservatórios para as emissões de CO₂ é fundamental a vários aspectos do debate sobre mudanças climáticas, além de conferir substância à mitigação e aos planos de desenvolvimento do Brasil.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Alcântara E, Novo EMLM, Stech JL, Assireu AT, Nascimento R, Lorenzzetti JA & Souza A. Integrating historical topographic maps and SRTM data to derive the bathymetry of a tropical reservoir. *Journal of Hydrology (Amsterdam)*, v. 389, p. 311-316, 2010.

Alcântara EH, Stech JL, Lorenzzetti, JÁ, Bonnet MP, Casamitjana X, Assireu AT & Novo EMLM. Remote sensing of water surface temperature and heat flux over a tropical hydroelectric reservoir. *Remote Sensing of Environment*, p. 2651-2665, 2010.

Santos MA, Rosa LP, Matvienko B, Santos EO, Almeida CHE, Sikar E, Silva MB & Bentes Jr. AP Estimate of degassing greenhouse gas emissions of the turbinated water at tropical hydroelectric reservoirs. *Verhandlungen - Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie / Proceedings of the International Association of Theoretical and Applied Limnology*, v. 30, p. 834-837, 2009.



DESENVOLVIMENTO

DESTAQUE

Na avaliação da reatividade de diferentes óxidos, o óxido de níquel teve o melhor desempenho através de CLC e CLR. Os fatores de emissão foram obtidos para os principais gases resultantes da queima de biomassa Amazônica.

PALAVRAS-CHAVE

Sequestro de CO_2 , transportadores de oxigênio, CLR, CLC, fatores de emissão, fuligem.

PRINCIPAIS PERGUNTAS DE PESQUISA

Quais os fatores de emissão pela queima de biomassa?

Quais as emissões dos diferentes tipos de vegetação da Amazônia?

Quais os transportadores de oxigênio mais eficientes para os processos de CLC e CLR?

Processos de Combustão

Emissões de gases de efeito de estufa provenientes de combustíveis fósseis e processos de combustão de biomassa são a principal causa das mudanças climáticas recentes. Este subprojeto trata de várias facetas de processos de combustão e é dividido em três principais temas. (1) Uma vez que mais de 80% da energia vem da queima de combustíveis fósseis, que geram poluentes, uma alternativa é substituir O_2 do ar por oxigênio a partir de óxidos metálicos (transportadores de O_2) nos processos de combustão em geral (CLC), por meio da captura e armazenamento de CO_2 . O objetivo é desenvolver os óxidos e catalisadores que fornecem o

hidrogênio como um produto final (CLR). Esta pesquisa está em fase de investigação e desenvolvimento de novos materiais desde 2008. (2) Outro tema envolve fatores de emissão, eficiência da combustão, degradação térmica, formação de carvão, caracterização laboratorial e de campo da queima de biomassa, bem como a quantificação da biomassa regenerada. (3) Um terceiro tema tem o objetivo de implementar modelos computacionais que representem a formação de fuligem e a estrutura das chamas de combustível multi-componente.

COORDENADORES

TURIBIO GOMES SOARES NETO
JOSÉ AUGUSTO JORGE RODRIGUES
E FERNANDO FACHINI FILHO

INPE, Cachoeira Paulista, SP, Brasil

turibio@lcp.inpe.br
jajr@lcp.inpe.br
fachini@lcp.inpe.br



Inauguração das instalações laboratoriais em Setembro 2009, construído com financiamento da Petrobras, para o desenvolvimento de novas tecnologias de combustão, visando a mitigação das emissões de gases de efeito estufa.

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Um estudante de graduação e um de doutorado começaram a trabalhar neste subprojeto. O último está participando na determinação dos fatores de emissão por queima de biomassa.

INFRAESTRUTURA

Um laboratório para o desenvolvimento de novas tecnologias de combustão visando a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, inaugurado em Setembro de 2009, construído com financiamento da Petrobras.



Unidade de avaliação de transportadores de oxigênio num reator de base fixa acoplado a uma câmara de cromatografia de gases e a um espectrômetro de massa.

Destaques Científicos

Foram determinados o consumo de biomassa e os fatores de emissão para os gases CO_2 , CO e para os principais hidrocarbonetos (C_2 e C_3) resultantes da queima de um hectare da floresta amazônica, perto da cidade de Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil (no coração do arco do desmatamento). Verificou-se que a queima liberou cerca de 117 mil kg de CO_2 , 8,1 mil kg de CO, 675 kg de CH_4 ; 407 kg de hidrocarbonetos não-metânicos (NMHC) e 354 kg de partículas de poluição 2,5 (PM 2,5). Além disso, os membros do subprojeto participaram da 3ª Reunião Anual Internacional 2009 - Catalise pelo Meio Ambiente: Despoluição, Energias Renováveis e Combustíveis Limpos, realizada de 9 a 12 de setembro de 2009, em Zakopane, na Polônia. Como resultado, contatos foram feitos com a Polônia, França e Vietnã, todos podendo contribuir para a interpretação da cinética da reação (reações redox) e o estudo de parâmetros de avaliação de transportadores de oxigênio mais eficientes.



Análise termogravimétrica de um transportador de oxigênio em uma reação de combustão.

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

O conhecimento sobre os processos de combustão é fundamental para todos os debates sobre mudança climática, uma vez que tem implicações para a economia, meio ambiente e políticas públicas, em todas as escalas.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Okamoto S, Guimarães RCO, Zacharias MA, Ferreira MA, Rodrigues JAJ & Moure GT. Chemical Looping Combustion (CLC) and Chemical Looping Reforming (CLR) of Methane. Proceedings of the 3rd International Annual Meeting 2009 - Catalysis for Environment: Depollution, Renewable Energy and Clean Fuels, GDF Suez (ed.), Zakopane, Poland, 2009.

Soares Neto, TG, Carvalho Jr JA, Veras CAG, Alvarado EC, Gielow R, Lincoln EN, Christian TJ, Yokelson RJ & Santos JC. Biomass consumption and CO_2 , CO and main hydrocarbon gas emissions in an Amazonian Forest clearing fire, Atmospheric Environment, 43. 438-446. 2009.



DESENVOLVIMENTO

DESTAQUE

Os debates sobre REDD promovidos pelo INCT para Mudanças Climáticas e pela Rede CLIMA possibilitaram o cumprimento das metas para 2020 expressas no Plano Nacional sobre Mudança do Clima, incluindo uma redução de 80% no desflorestamento da Amazônia até aquele ano.

PRINCIPAL PERGUNTA DE PESQUISA

Como pode o Plano Nacional sobre Mudança do Clima ser consolidado no Brasil, reduzindo o desflorestamento da Amazônia a praticamente zero ao longo dos próximos 10 anos, em apoio a um plano de desenvolvimento com baixas emissões de abrangência nacional?

PALAVRAS-CHAVE

REDD, desmatamento, Amazônia Brasileira, mudanças climáticas, desenvolvimento com baixas emissões.

Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD)

Existe hoje consenso na comunidade internacional de que, a fim de evitar uma “interferência perigosa” no sistema climático global, o desmatamento das florestas tropicais precisa ser grandemente reduzido. Essa redução pode oferecer uma alternativa viável e pouco custosa para diminuir as emissões de gases de efeito estufa, que poderia ainda ser usada para trazer benefícios financeiros para os países em desenvolvimento e preservar a diversidade biológica planetária. O Brasil pode contribuir substancialmente para a atenuação das mudanças climáticas com a redução do desmatamento, como vem fazendo com sucesso nos últimos cinco anos. Através do mecanismo adotado pela UNFCCC, intitulado “Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD)”, países em desenvolvimento que façam um esforço para reduzir o desmatamento em seus territórios poderiam ser compensados. O governo brasileiro já logrou avanços ao propor seus próprios mecanismos para reduzir o desmatamento da Amazônia (Fundo Amazônia e Plano Nacional sobre

Mudança do Clima). No entanto, por meio da implementação de uma estratégia nacional de REDD, o Brasil poderia criar a base para um desenvolvimento com baixas emissões e implementar o Plano Nacional sobre Mudança do Clima que foi recentemente aprovado pelo Congresso Nacional.



COORDENADOR

PAULO MOUTINHO

IPAM, Brasília, DF, Brasil

moutinho@ipam.org.br

PRINCIPAIS EVENTOS

Apresentação de slides na COP15: Tornando REDD uma Realidade em Múltiplas Escalas, 14 de Dezembro de 2009.

Workshop de REDD em São Paulo, Setembro de 2009. Debate sobre estratégia de REDD para a Amazônia e o Brasil.



Destaques Científicos

Em dezembro passado, na COP 15 da UNFCCC, o Brasil anunciou sua meta oficial de redução de 36% a 39% das suas emissões de GEE até 2020 (em relação ao cenário “Business as Usual” de emissões para 2010), incluindo metas de redução de desmatamento na Amazônia - a principal fonte de emissões brasileiras. Durante a conferência, os pesquisadores deste subprojeto contribuíram com apresentações sobre os possíveis caminhos para que o Brasil possa atingir as metas anunciadas oficialmente, com ênfase na redução do desmatamento na Amazônia. O grupo de pesquisa também apresentou a abordagem por estoque-fluxo (Stock-Flow Approach) para a atribuição de benefícios de REDD, que poderiam trazer substanciais incentivos financeiros para a conservação da floresta Amazônica. Além disto, durante a COP 15 o grupo apresentou dois relatórios delineando os fundamentos de uma estratégia de REDD para o Brasil que poderia contribuir para a implementação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, recentemente aprovado pelo Congresso Nacional. Os

resultados desses relatórios foram publicados na revista Science. Além disso, a instituição coordenadora do subprojeto (IPAM) trabalhou tanto nos níveis estadual quanto regional na Amazônia brasileira, promovendo debates sobre a concepção dos programas de REDD,

apoando a participação de grupos indígenas nas negociações da UNFCCC e guiando o mercado em seus esforços para excluir desmatadores das cadeias de fornecimento de soja e carne bovina.



INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

O Brasil atingiu um ponto crítico na implementação de sua política nacional de desenvolvimento com baixas emissões, devido à implementação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, recentemente aprovado pelo Congresso Nacional. O INCT para Mudanças Climáticas está colaborando com a consolidação de tais políticas, para que as exigências da estratégia nacional para um desenvolvimento com baixas emissões possam ser atendidas.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Nepstad DBS, Soares-Filho F, Merry AL, Moutinho P, Carter J, Bowman M, Cattaneo A, Rodrigues H, Schwartzman S, McGrath DG, Stickler CM, Lubowski R, Piris-Cabezas P, Rivero S, Alencar A, Almeida O & Stella O. The End of Deforestation in the Brazilian Amazon. Science 326:1350-1351. 2009.

Moutinho P, Cenamo M & Moreira P. Reducing Carbon Emission by Slowing Deforestation: Initiatives in Brazil. In Deforestation: Prospects for Mitigating Climate Change. Charles Palmer (ed). Routledge Explorations in Environmental Economics Series (series editor: Nick Hanley). 2009.

Schwartzman S & Moutinho P. Amazon Forest and Climate Change: compensating for deforestation reduction. In Forests and Climate Change. Will Emission Trading Make a Difference? Ed. C. Streck and R. O' Sullivan. Oxford University Press. 2009.

Moutinho P. Desmatamento na Amazônia: desafios para reduzir as emissões brasileiras. www.fbds.org.br/cop15/FBDS_DesmatamentoAmazonia.pdf. 2010.

Soares-Filho B, Moutinho P, Nepstad D, Anderson A, Rodrigues H, Garcia R, Dietzsch L, Merry F, Bowmanc M, Hissaa L, Silvestrini R & Maretti C. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0913048107. 2010



DESENVOLVIMENTO

DESTAQUE

Aspectos importantes do desenvolvimento do Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global foram discutidos no seminário realizado no Brasil, em 2009, do qual participaram jovens e experientes cientistas.

PRINCIPAIS PERGUNTAS DE PESQUISA

Quais os efeitos dos incêndios florestais sobre as nuvens?
Qual o impacto da descarga fluvial na circulação e na biogeoquímica oceânica?
Como representar, na grade dos modelos atmosféricos, os processos de fluxos de superfície continentais e oceânicos que ocorrem em escalas espaciais muito menores que as destas grades?

PALAVRAS-CHAVE

Modelagem climática global, floresta amazônica, incêndios florestais, hidrologia de superfície, circulação oceânica, biogeoquímica, modelagem do sistema terrestre, Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global.

Modelagem de Mudanças Climáticas Globais: Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global (MBSCG)

Devido ao alto grau de não-linearidade do Sistema Terrestre, só é possível estimar os cenários mais prováveis do clima na Terra por meio da criação de um modelo que incorpore de forma consistente as interações entre os processos hidrobiofísicoquímicos relevantes do sistema climático global. O principal objetivo deste subprojeto é reunir a comunidade científica brasileira para modelar os diferentes componentes do sistema climático, tais como a atmosfera, a biosfera, os oceanos, a criosfera, os aerossóis e os processos de superfície, bem

como desenvolver os métodos computacionais necessários para a criação de tal modelo complexo. Neste contexto, os dois principais produtos sendo desenvolvidos são: (1) cenários de mudança climática global que constituirão a contribuição do Brasil para o IPCC AR5, e (2) o Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global (MBSCG), que é uma contribuição original brasileira aos esforços internacionais para modelar e projetar mudanças climáticas globais.

COORDENADORES

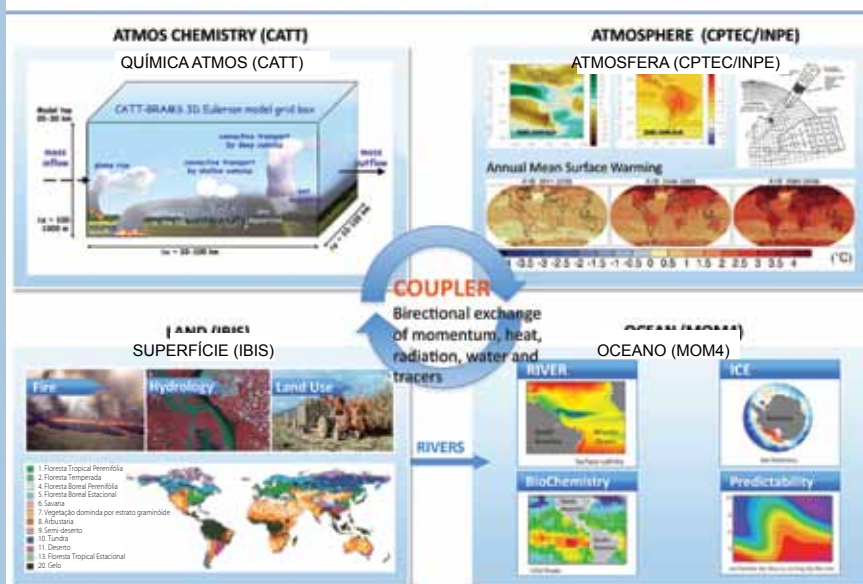
PAULO NOBRE (1)
KARLA LONGO (1) E
MARCOS HEIL COSTA (2)

(1) INPE, Cachoeira Paulista, SP, Brasil

(2) UFV, Viçosa, MG, Brasil

paulo.nobre@cptec.inpe.br
karla.longo@cptec.inpe.br
mhcosta@ufv.br

Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global



FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Duas teses de mestrado estão sendo desenvolvidas por alunos que estão estudando os efeitos do acoplamento oceano-atmosfera sobre a hidrologia continental e os fluxos de superfície usando um modelo regional aninhado. Quatro estudantes de doutorado e dois de mestrado estão sendo treinados em vários aspectos do desenvolvimento, teste e calibração do submodelo dos processos de superfície.

PRINCIPAIS EVENTOS

Uma série de workshops de diagnóstico foi realizada com tema da modelagem do Sistema Terrestre. Estes workshops ocorreram em colaboração com o subprojeto de modelagem do clima da Rede CLIMA, avaliaram o estado-da-arte sobre o tema e fizeram recomendações específicas sobre as melhores formas de desenvolver o MBSCG. Ênfase especial foi dada aos processos que afetam o clima da América do Sul.

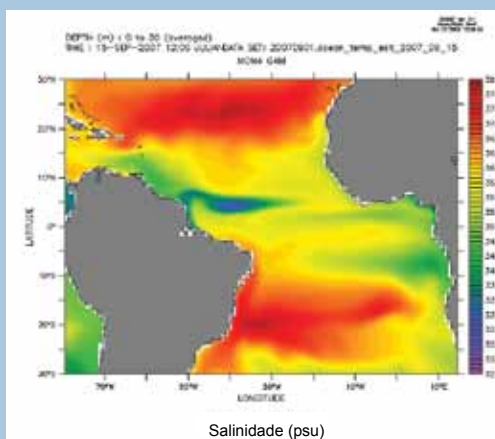


Destaques Científicos

Um aspecto dos mais importantes para o desenvolvimento do Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global é a cooperação multinacional envolvendo instituições de pesquisa de ponta do Brasil, Estados Unidos, Índia e África do Sul, bem como da Argentina, Chile e Uruguai. Pesquisadores jovens e experientes desses países participaram de pelo menos um dos quatro workshops organizados pelo subprojeto MBSCG e sediados no Brasil em 2009. Este interesse trará conhecimentos científicos muito necessários sobre tópicos abrangendo todos os componentes do modelo climático global em desenvolvimento no Brasil, desde incêndios florestais até a hidrologia de superfície, os efeitos da vazão dos rios no oceano, a biogeoquímica marinha e o gelo, e tópicos avançados de convecção atmosférica e chuva. Foi discutido o desenvolvimento dos conjuntos de dados associados necessários

para a utilização do modelo. Além disso, foi publicado o primeiro trabalho científico sobre os impactos do desflorestamento da Amazônia no clima usando o modelo global acoplado oceano-atmosfera. Este modelo acoplado forma a espinha

dorsal do desenvolvimento MBSCG, mostrando a interligação entre a precipitação sobre a Amazônia, a circulação geral da atmosfera e os oceanos.



A modelagem da vazão dos rios nos oceanos globais integra a hidrologia continental com a circulação e a biogeoquímica oceânicas, que por sua vez influenciam a circulação atmosférica e os ciclos de CO₂. Esta figura mostra o efeito da vazão do rio Amazonas sobre a salinidade superficial do Atlântico Equatorial, segundo simulação do MBSCG, versão com acoplamento oceano-atmosfera.

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

O MBSCG representa uma infraestrutura científica necessária para que o Brasil lide com a mudança climática, pois permitirá a produção de cenários climáticos para a América do Sul com maior confiabilidade do que aqueles atualmente disponíveis. Isto ajudará o Brasil e outros países sul-americanos a tomar as medidas necessárias para se adaptar a e mitigar as mudanças climáticas.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

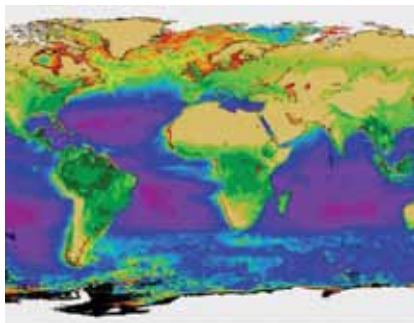
Freitas SR, Longo KM, Silva Dias MAF, Chatfield R, Silva Dias P, Artaxo P, Andreae MO, Grell G, Rodrigues LF, Fazenda A, Panetta J. The Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System (CATT-BRAMS) Part 1: Model description and evaluation. Atmospheric Chemistry and Physics (Online), v. 9, p. 2843-861, 2009.

Hoelzemann JJ, Longo KM, Fonseca RM, do Rosário NME, Elbern H, Freitas SR & Pires C. Regional representativity of AERONET observation sites during the biomass burning season in South America determined by correlation studies with MODIS Aerosol Optical Depth. Journal of Geophysical Research, v. 114, p. D13301, 2009.

Nobre P, Malagutti M, Urbano DF, de Almeida RAF & Giarolla E. Amazon Deforestation and Climate Change in a Coupled Model Simulation, Journal of Climate. 22, 5686-5697, 2009.

Senna MCA, Costa MH & Pires GF. Vegetation-atmosphere-soil nutrient feedbacks in the Amazon for different deforestation scenarios. Journal of Geophysical Research, v. 114, D04104, 2009.

Nobre CA, Brasseur GP, Shapiro MA, Lahsen M, Brunet G, Busalacchi AJ, Hibbard K, Seitzinger S, Noone K & Ometto JP. Addressing the Complexity of the Earth System. Bulletin of the American Meteorological Society 91(1): 1377-1388, 2010.



IMPLEMENTAÇÃO

DESTAQUE

Foi criado um banco de dados geográficos acessível via internet constituído de uma ampla variedade de produtos MODIS. O código do MCGA / CPTEC foi otimizado e um paralelismo maciço (MPI sobre OpenMP) introduzido para centenas de processadores.

PRINCIPAL PERGUNTA DE PESQUISA

Qual a capacidade do MCGA /CPTEC de reproduzir teleconexões atmosféricas, extremos de precipitação e temperatura, e os padrões e variabilidade dos principais gases-traço e aerossóis?

PALAVRAS-CHAVE

Modelo Global Atmosférico, mudanças globais, Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global

Modelo de Circulação Global da Atmosfera do CPTEC

O principal objetivo é o desenvolvimento de um modelo brasileiro do Sistema Climático Global, que permitirá ao Brasil gerar cenários de mudanças climáticas. O entendimento das interações entre os diferentes componentes do sistema terrestre, tais como oceanos, atmosfera, criosfera e biosfera, e capacidade de simulá-los por meio de modelos numéricos é fundamental para o estudo das projeções dos impactos do aumento dos gases de efeito estufa e aerossóis na atmosfera, bem como para a compreensão da

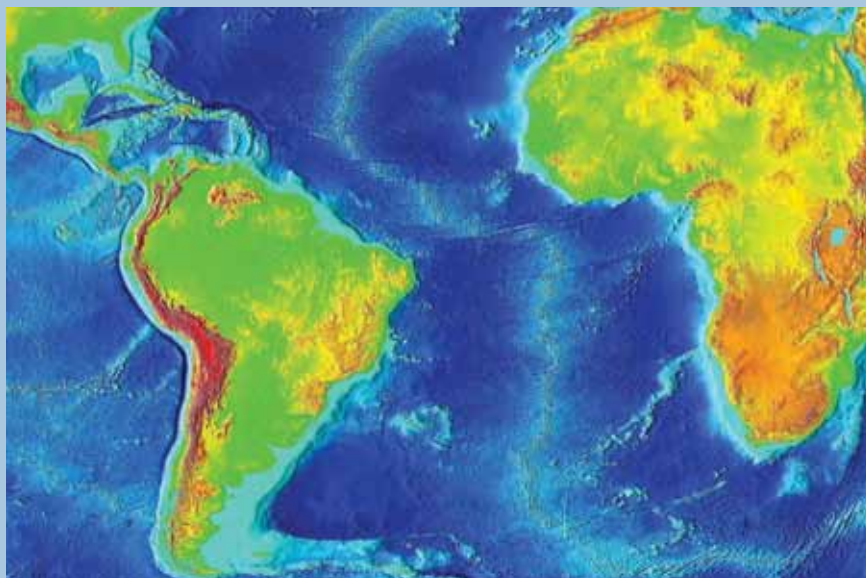
influência das mudanças nos padrões de uso da terra sobre o clima do planeta. Este subprojeto propõe o avanço na modelagem global do clima em duas etapas: 1) utilizar um modelo estado-da-arte de reputação internacional para a geração dos cenários de mudanças climáticas para o Brasil, que será a contribuição do país ao IPCC AR5, e 2) o desenvolvimento do Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global (MBSCG). Este subprojeto concentra-se na componente atmosférica do MBSCG.

COORDENADORES

JOSÉ PAULO BONATTI
IRACEMA CAVALCANTI

INPE, Cachoeira Paulista, SP Brasil

paulo.bonatti@cptec.inpe.br
iracema@cptec.inpe.br



INFRAESTRUTURA

O Modelo de Circulação Global Atmosférico Brasileiro estará disponível gratuitamente a pesquisadores com experiência na área para que possam realizar simulações de mudanças climáticas.

PRINCIPAL EVENTO

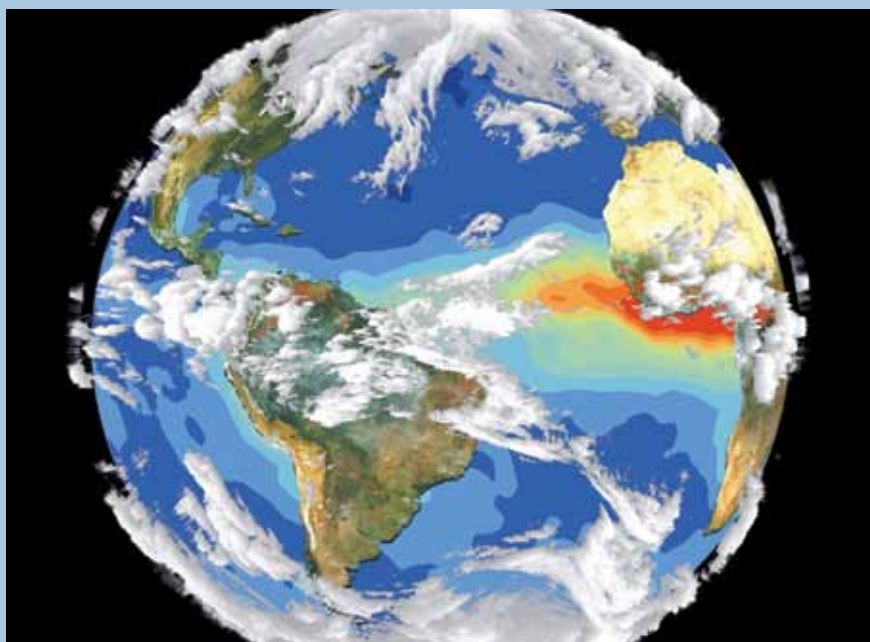
Foi realizado o primeiro workshop sobre o Modelo de Circulação Global Atmosférico do CPTEC. A conclusão principal foi que há necessidade de incluir a reatividade química da atmosfera no modelo.



Destaques Científicos

Os principais resultados estão relacionados ao aperfeiçoamento do MCGA / CPTEC, com o objetivo de integrá-lo ao MBSCG. Como parte desse objetivo, serão realizados testes do seu desempenho na simulação dos processos atmosféricos importantes para a variabilidade climática na América do Sul e oceanos adjacentes, utilizando escalas temporais de horas, dias, sazonais e de períodos mais longos. Os seguintes processos serão incluídos: reatividade química da atmosfera, incluindo as emissões naturais e antropogênicas de aerossóis e gases-traço, seus impactos sobre a qualidade do ar e interação com a atmosfera; assimilação de dados ambientais, inclusive de aerossóis e gases-traço; parametrização de convecção com abordagem estocástica e o acoplamento entre a microfísica de nuvens e a radiação; melhorias na simulação da camada limite planetária e dos seus processos de interação continente-atmosfera; parametrização da radiação e das suas interações com os aerossóis e gases; os efeitos dos aerossóis

no ciclo hidrológico representado pelas parametrizações de convecção; avaliação dos impactos das mudanças no uso da terra e da cobertura da superfície na produção de aerossóis atmosféricos.



INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

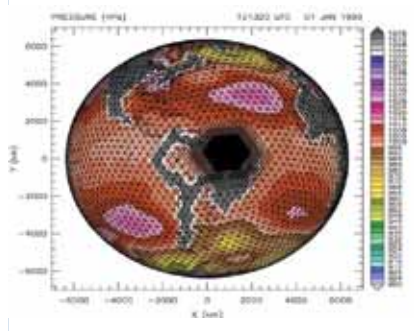
Os resultados servirão de base para decisões do governo brasileiro relativas a planos estratégicos e à adoção de procedimentos de mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Coelho CAS & Goddard L. El Niño-induced tropical droughts in climate change projections. *Journal of Climate*, 22, 6456-6476, 2009.

Mendonça AM & Bonatti JP. Experiments with EOF-Based Perturbation Methods and Their Impact on the CPTEC/INPE Ensemble Prediction System. *Monthly Weather Review*, 137, 1438-1459, 2009.

Nobre P, Malagutti M, Urbano DF, de Almeida RAF & Giarolla E. Amazon Deforestation and Climate Change in a Coupled Model Simulation. *Journal of Climate*, 22, 5686, 2009.



Grade icosaédrica global com refinamento sobre o leste da Amazônia para o estudo de interações de escala relacionadas a circulações costeiras.

DESTAQUE

Um modelo coerente foi desenvolvido para descrever como fenômenos climáticos intrasazonais interagem com as escalas anual e interanual (2-7 anos), levando à variabilidade climática decadal / multidecadal.

PRINCIPAL PERGUNTA DE PESQUISA

A variabilidade climática nas escalas decadal / multidecadal está efetivamente ligada à variabilidade intrasazonal, por meio de processos multiescala?

DESENVOLVIMENTO

PALAVRAS-CHAVE

Multiescala no clima, El Niño, variabilidade multidecadal, modelagem de resolução variável, eficiência paralela.

Modelagem de Múltiplas Escalas: um Desafio para Futuros Esforços em Modelagem

O clima é um exemplo claro de fenômeno multiescala. Conjectura-se que melhores previsões climáticas na escala sazonal podem ser obtidas com modelos que têm melhor desempenho nas previsões de tempo. A chamada previsão abrangente (seamless prediction) constitui a tendência atual em modelagem climática. O subprojeto concentra-se nestes desafios explorando (ao longo de 5-10 anos) a produção de futuras versões de modelos climáticos. Em particular, a modelagem da natureza multiescala dos processos atmosféricos e suas interações será o foco principal. O trabalho é desenvolvido, principalmente, com simulações de computador e desenvolvimento teórico de

ferramentas de análise baseadas em conceitos de troca não-linear de energia entre as diferentes escalas do sistema climático. Este subprojeto tem uma interação substancial com o INCT de Matemática. Desde o seu início, o subprojeto tem alcançado uma melhor compreensão da física das variabilidades climáticas lentas (períodos da ordem de décadas), do papel da variação diurna como um gatilho para a variabilidade climática na escala de 20-60 dias, e conseguiu uma melhoria da paralelização de um possível núcleo dinâmico para futuros modelos climáticos baseados em técnicas numéricas que permitem a modelagem multiescala coerente.

COORDENADOR

PEDRO LEITE DA SILVA DIAS

LNCC, Petrópolis, RJ, Brasil

pldsdias@lncc.br

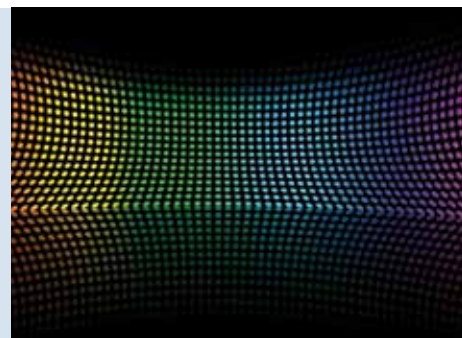


FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Há dois alunos de mestrado trabalhando com aspectos de modelagem climática numérica de multiescala e um estudante de doutorado trabalhando no desenvolvimento de modelos teóricos para multiescalas de clima. Há também um pós-doutorando desenvolvendo técnicas numéricas.

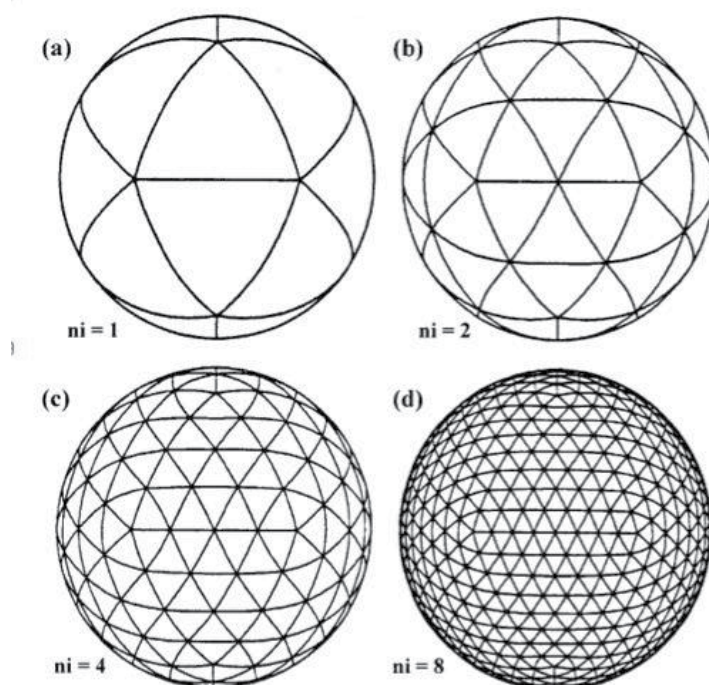
PRINCIPAL EVENTO

Um workshop conjunto entre o INCT para Mudanças Climáticas e o INCT de Matemática foi realizado no IMPA, Rio de Janeiro, Brasil, em janeiro 23-24, 2009.



Destaques Científicos

O papel dos processos multi-escala na interação entre a variabilidade diurna e a escala de tempo intrasazonal na atmosfera é o foco dos trabalhos de Raupp e Silva Dias (2009; 2010). A explicação dinâmica para a transferência de energia é a principal contribuição desses artigos. A implicação prática é que os modelos climáticos devem ser capazes de reproduzir corretamente a variabilidade diurna, a fim de simular corretamente a variabilidade do clima. O artigo de Ramirez Gutierrez et al. (2009) é uma contribuição para a compreensão do regime monsonico de chuvas na América do Sul. Concentra-se na interação de escala que leva ao regime de chuvas de verão na América do Sul tropical. O artigo de Barros e Peixoto (2009) contribui para o desenvolvimento de técnicas numéricas que simulam adequadamente os processos multiescala nos modelos climáticos.



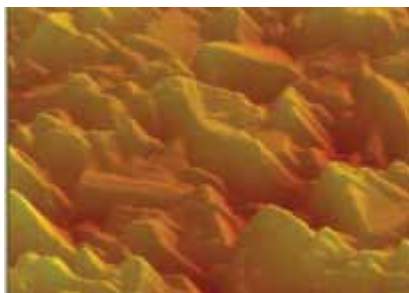
Construção de uma grade geodésica global com células triangulares para a discretização de volume finito das equações governantes do movimento atmosférico.

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

Este subprojeto proverá as bases teóricas para o desenvolvimento de modelos climáticos melhores, que por sua vez servirão de base para cenários mais confiáveis de mudanças climáticas.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Raupp CFM & Silva Dias PL. Interaction of Equatorial Waves through Resonance with the Diurnal Cycle of Tropical Heating. Accepted by Tellus, Series A. 2010.
Raupp CFM & Silva Dias PL. Resonant wave interactions in the presence of a diurnally varying heat source. Journal of the Atmospheric Sciences. V. 66, p. 3165-3183, 2009.
Ramirez Gutierrez EMA, Silva Dias PL, Veiga JA, Camayo R & dos Santos A. Multivariate analysis of the energy cycle of the South American rainy season. International Journal of Climatology 29:2256-2269, 2009.



Microscopia de Força Atômica (AFM, sigla em inglês): imagem de um filme de diamante dopado com boro, com cobre.

DESTAQUE

Estudos sobre a oxidação orgânica e a redução do nitrato, incluindo o tratamento da superfície por micro / nanocristais de boro ou filmes dopados com nitrogênio (BDDN) mostram um enorme potencial para aplicações ambientais.

PRINCIPAIS PERGUNTAS DE PESQUISA

É possível desenvolver dispositivos estáveis, confiáveis e de baixo custo para a detecção de nitratos e compostos orgânicos?
É possível construir reatores para o tratamento de efluentes que sejam eficientes e de baixo custo?

PALAVRAS-CHAVE

Diamante dopado com boro, nitrato, compostos orgânicos, sensores de umidade, carbonáceos, cerâmica.

DESENVOLVIMENTO

Tecnologias Observacionais para Mudanças Climáticas



Instalações do Laboratório de Química Analítica no INPE - São José dos Campos (vista parcial).

Este subprojeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico foi criado para permitir o desenvolvimento, validação e operação de dispositivos sensores baseados em materiais de carbono e cerâmica. Os materiais carbonáceos serão destinados à detecção de espécies químicas (orgânicas e inorgânicas), bem como ao desenvolvimento de reatores para o tratamento de efluentes. Os materiais cerâmicos comporão dispositivos para a medição contínua da umidade da atmosfera e do solo. Este é um projeto multidisciplinar que combina pesquisa e desenvolvimento de tecnologia para a aplicação no

monitoramento da qualidade da água e no tratamento de efluentes. Para tanto, sensores e reatores específicos passarão por testes de bancada, primeiro com produtos químicos sintéticos e depois com reais soluções ambientais ou de efluentes. Se os objetivos forem alcançados, o uso dos dispositivos sensores baseados em materiais carbonosos permitirá o tratamento terciário de efluentes para eliminação de compostos orgânicos e nitratos (objetivo principal), que representará uma melhoria no saneamento, ao mesmo tempo em que reduzirá os seus custos.

COORDENADOR

MARIA CRISTINA FORTI

INPE, Cachoeira Paulista, SP,
Brasil

cristina.forti@cptec.inpe.br

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

As atividades consistiram na supervisão de quatro estudantes de graduação e três pós-doutorandos, todos envolvidos na produção e caracterização de materiais de diamante e carbonáceos aplicados à redução de nitrato e dos processos oxidativos avançados para tratamento de águas residuais.

INFRAESTRUTURA

Um laboratório de química foi implementado no INPE, São José dos Campos, SP, Brasil, para a preparação e análise de amostras. Ele abrange um amplo espectro de técnicas de análise, como a cromatografia líquida de íons, o analisador total de carbono e nitrogênio, entre outros.



Destaques Científicos

Os resultados para a oxidação do ácido oxálico mostraram a superioridade dos eletrodos BDDN (micro / nanocristais de filmes de boro ou nitrogênio dopado) tratados com plasma de hidrogênio em comparação a outros tratamentos e filmes sem dopagem. Estes resultados confirmam a importância do controle das terminações de superfície na resposta eletroquímica de eletrodos de BDDN, e a possibilidade de aplicá-los na oxidação de outras moléculas. Isto já começou a ser feito com o estudo da oxidação do fenol durante a limpeza de efluentes. Uma célula eletroquímica desenvolvida em laboratório está sendo usada em testes de degradação de corantes. Filmes BDD foram modificados a partir de eletrodeposição de nanopartículas metálicas com o objetivo de melhorar as propriedades eletro-catalíticas do diamante dopado com boro, que pode então ser utilizado para analisar o nitrato na água. Cinco

artigos foram publicados em revistas científicas indexadas e 18 apresentações foram feitas em conferências científicas internacionais e nacionais. Além disso, uma patente foi registrada: Solicitação em IPI em 15/Abr/2009 PI 0901543-4.



Infraestrutura do INPE / São José dos Campos para preparação de amostras e caracterização de sensores (vista parcial)

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

Nossos resultados têm aplicações em áreas que vão desde saneamento público até a coleta de melhores dados para modelagem climática.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Matsushima JT, Azevedo AF, Baldan MR & Ferreira NG. The grain size influence on boron-doped diamond sensitivity for nitrate reduction. ECS Trans. 25 (31), 53, 2010.

Matsushima JT, Silva WM, Azevedo AF, Baldan MR & Ferreira NG. The influence of boron content on electroanalytical detection of nitrate using BDD electrodes. Applied Surface Science 256, 757-762, 2009.

Azevedo AF, Braga NS, Souza FA, Matsushima JT, Baldan MR & Ferreira NG. The effect of surface treatment on oxidation of oxalic acid at nanocrystalline diamond films. Diamond and Related Materials, v.19, p.462-465, 2010.



Angra dos Reis (RJ), Brasil, Janeiro, 2010

DESENVOLVIMENTO

DESTAQUE

O principal destaque até o momento foi o lançamento da segunda versão do SISMA DEN - o Sistema de Informação para a Redução de Risco de Desastres Naturais -, que inclui várias melhorias e correções com relação à primeira versão.

PRINCIPAL PERGUNTA DE PESQUISA

Como desenvolver, implementar, testar e validar sistemas semi-automáticos de informação ambiental, hidrológica e meteorológica para apoiar a gestão de desastres naturais causados por condições hidro-meteorológicas extremas no Brasil?

PALAVRAS-CHAVE

Desastres naturais, sistema de alerta precoce, deslizamentos, inundações, vulnerabilidades, áreas de risco.

Sistema de Informações para a Redução de Riscos de Desastres Naturais

Os desastres naturais provocam a perda de inúmeras vidas e bens materiais em todo o mundo. O aumento no seu risco de ocorrência, causado pelas mudanças climáticas, é uma questão de interesse mundial que exige ações rápidas e globalmente coordenadas para reduzir a vulnerabilidade das populações. No Brasil, poucos estudos abordam os impactos dos eventos climáticos extremos nos ecossistemas naturais, agroecossistemas, zonas costeiras, energias renováveis, recursos hídricos, megacidades e saúde humana. No entanto, o Brasil não ficará incólume às mudanças

climáticas. Frequentemente, devido à falta de previsões, as ações governamentais se seguem ao evento extremo e ao desastre natural que este desencadeia. Assim, só é possível tentar remediar as perdas. Em resposta a esta situação inadequada, o subprojeto visa desenvolver, implementar, testar e validar um sistema semi-automático de informações ambientais e hidrológicas-meteorológicas para apoiar a gestão de risco de desastres naturais causados por condições hidro-meteorológicas e climáticas extremas.

COORDENADOR

REGINA CÉLIA
DOS SANTOS ALVALÁ

INPE, São José dos Campos,
SP, Brasil

regina.alvala@inpe.br



Rio de Janeiro (RJ), Brasil, Abril, 2010

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

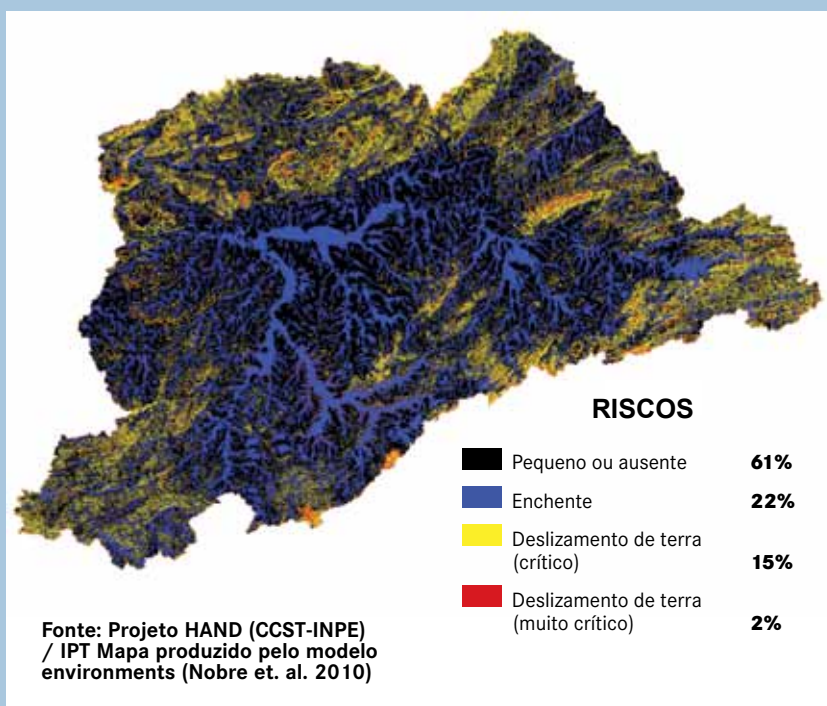
Um estudante de doutorado, matriculado no programa de pós-graduação do Centro de Ciências do Sistema Terrestre do INPE está desenvolvendo sua pesquisa dentro deste subprojeto. Além disso, estão sendo feitas apresentações a instituições de pesquisa localizadas em regiões suscetíveis a deslizamentos de terra, com o objetivo de melhorar o sistema de modelagem e alerta.

Enchente em Jacuípe, Rio Mundaú, Alagoas, Brasil, em 26 de Junho de 2010.



Destaques Científicos

(1) Foi lançada a Versão 2, melhorada, do Sistema de Informação para Redução do Risco de Desastres Naturais (SISMADEN) (www.dpi.inpe.br/sismaden). (2) Este sistema foi instalado no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e no Instituto Geológico do Estado de São Paulo (IGSP). Testes indicaram que já pode ser usado operacionalmente. A disponibilidade de dados meteorológicos e o crescente número de eventos extremos com consequentes inundações e deslizamentos de terra fazem crer que em várias ocasiões setores da sociedade e usuários em potencial poderão ser previamente notificados (por exemplo, a Defesa Civil). (3) A divulgação e a apresentação do sistema desenvolvido foram feitas em instituições de pesquisa localizadas nas áreas metropolitanas suscetíveis a deslizamentos de terra, com a finalidade de trocar o conhecimento necessário para melhorar o SISMADEN (4) Documentação e material de treinamento para a transferência do sistema foram compilados e disponibilizados aos órgãos estaduais e federais, bem como aos países em desenvolvimento com vulnerabilidades similares aos desastres naturais.



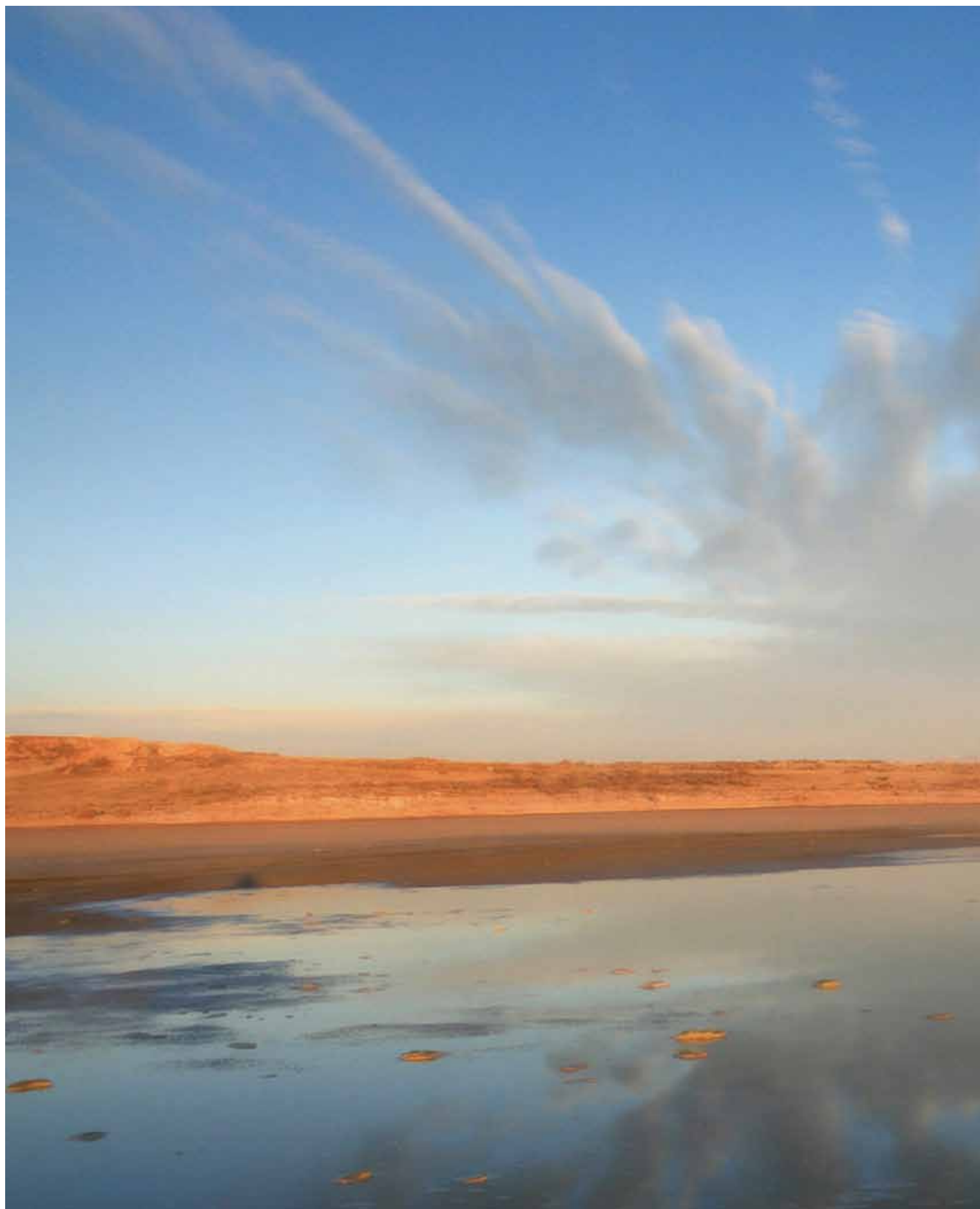
Áreas de risco na região Metropolitana de São Paulo.

INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICAS PÚBLICAS

O SISMADEN facilitará a emissão de alertas sobre os riscos de desastres naturais para as autoridades governamentais de todos os níveis. Isto permitirá que ações sejam tomadas com maior antecedência ou prontidão. Assim, provavelmente, mais vidas serão salvas.

PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Tutoriais atualizados e scripts de treinamento estão disponíveis em www.dpi.inpe.br/sismaden/documentos/php.





Sobre o INCT para Mudanças Climáticas

Uma das maiores redes de pesquisa ambiental da América Latina.

INCT para Mudanças Climáticas

65 instituições nacionais participam do
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
para Mudanças Climáticas



Corumbá, MS
EMBRAPA (Pantanal)
Cruzeiro do Sul, AC
* UFAC
Campo Grande, MS
* UEMS
Pres. Prudente, SP
UNESP (DG)
Piracicaba, SP
CENA/USP
Campinas, SP
UNICAMP/IB
UNICAMP/IFCH
EMBRAPA (Mon. Satélite)
Guarulhos, SP
UNIFESP
São Paulo, SP
DCA/IAG/USP
EACH/USP
IME/USP
FEA/USP
IO/USP
IF/USP
IB/USP
Curitiba, PR
UFPR
Itajaí, SC
* UNIVALI
Pontal do Sul, PR
CEM - UFPR
São Vicente, SP
UNESP (CLP)
Santos, SP
Instituto de Pesca
Ubatuba, SP
Inst. Costa Brasilis
Rio Grande, RS
FURG

Manaus, AM
INPA
* UEA
Alta Floresta, MT
* UNEMAT
Ji-Paraná, RO
* UNIR
Tangará da Serra, MT
* UNEMAT
Brasília, DF
UnB-IREL
UnB-ICB
SIPAM
CGVAM/SVS/MS
Goiânia, GO
UFG

Itajubá, MG
UNIFEI
Taubaté, SP
* UNITAU
S. J. dos Campos, SP
INPE
IAE/CTA

Fortaleza, CE
* FUNCEME
UECE
Belém, PA
UFPA
UFPA/NAFA
IPAM
Recife, PE
ITEP-LAMEPE
UFFE
UFRPE

Salvador, BA
UFBA
São Cristóvão, SE
UFS
João, Pessoa, PB
UFPB
Natal, RN
UFRN
Campina Grande, PB
UFCG

Belo Horizonte, MG
UFMG
Vitória, ES
UFES
Viçosa, MG
UFV
Juiz de Fora, MG
UFJF
Petrópolis, RJ
LNCC
C. dos Goytacazes, RJ
UENF
Niterói, RJ
UFF
Marinha do Brasil (DHN)
Rio de Janeiro, RJ
UFRJ
COPPE-UFRJ
FIOCRUZ
UGF
Jardim Botânico
Seropédica, RJ
UFRFRF
Guaratinguetá, SP
UNESP (DEN)

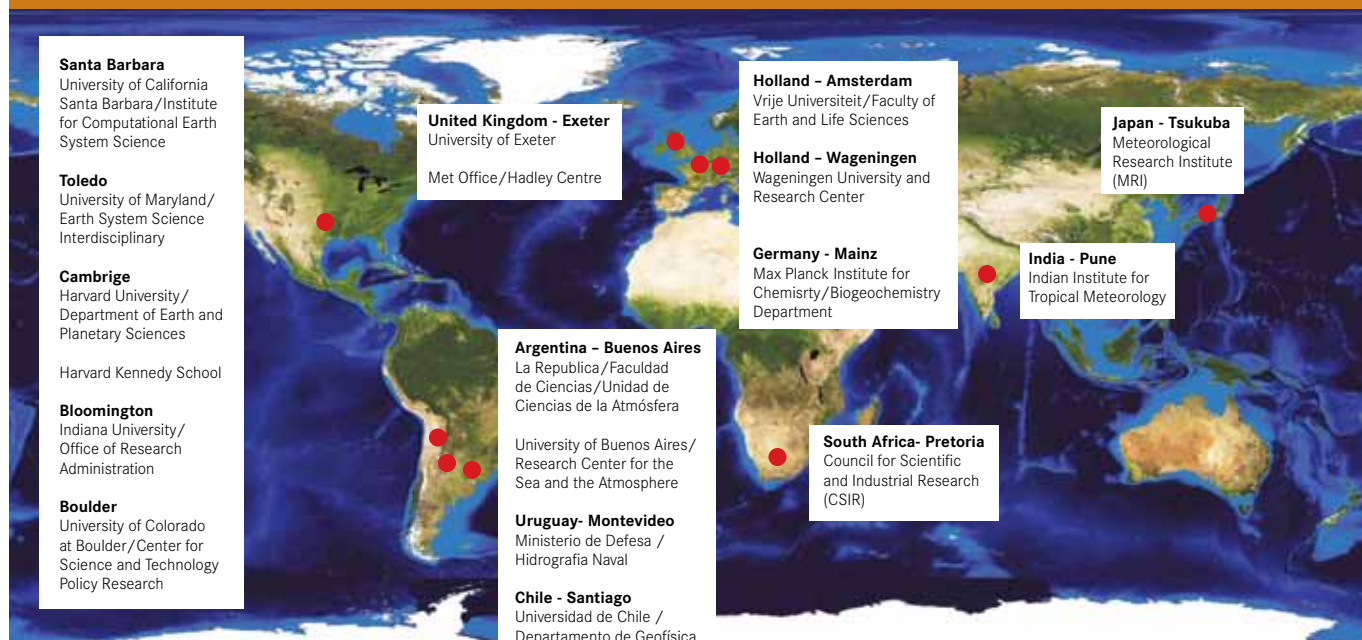
Regiões do Brasil

Norte:	07
Sudeste:	35
Centro-Oeste:	09
Nordeste:	10
Sul:	04

* Grupos de pesquisa em fase de consolidação

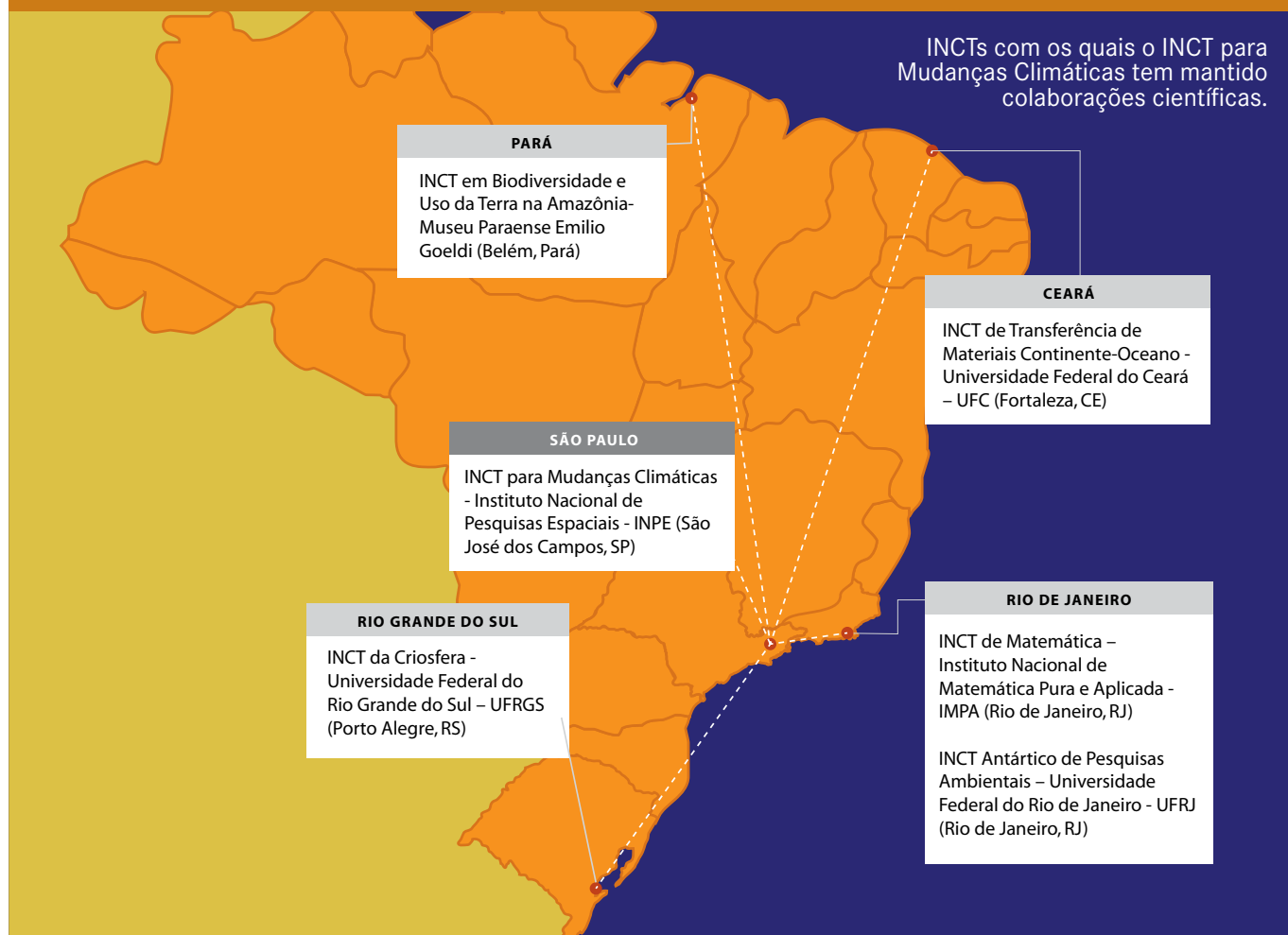
Grupos de pesquisa de instituições estrangeiras Argentina, Chile, Uruguai, EUA, Alemanha, Holanda, África do Sul, Índia e Japão

Além das colaborações com instituições brasileiras o INCT para Mudanças Climáticas colabora com 17 instituições de 10 outros países.



Rede de INCTs

INCTs com os quais o INCT para Mudanças Climáticas tem mantido colaborações científicas.



Comitê Científico

C. A. Nobre, INPE
(Coordenador)

J. Marengo, INPE
(Vice-Cordenador)

A. Cirilo, UFPE
(Recursos Hídricos)

A. P. Aguiar, INPE
(Mudanças dos Usos da Terra)

C. Barcellos, FIOCRUZ
(Saúde – Clima Global e Mudanças Ambientais e seus Impactos na Saúde Humana)

C. Garcia, FURG
(Zonas Costeiras)

C. Joly, UNICAMP
(Biodiversidade, Estrutura e Funcionamento de Ecossistemas)

C. Nobre, INPE
(Cenários de Mudanças Climáticas para o Século XXI)

E. Campos, USP
(Oceanos)

E. Haddad, USP
(Economia das Mudanças Climáticas)

E. Pereira, INPE
(Energias Renováveis)

F. Fachini Filho, INPE
(Processos de Combustão)

F. Scarano, UFRJ
(Biodiversidade, Estrutura e Funcionamento de Ecossistemas)

G. Câmara, INPE
(Mudanças dos Usos da Terra)

G. Fisch, DCTA
(Amazônia)

H. Rocha, USP
(Ciclos Biogeoquímicos Globais)

I. Cavalcanti, INPE
(CPTEC - Modelo de Circulação Geral da Atmosfera)

J. A. Rodrigues, INPE
(Processos de Combustão)

J. L. Stech, INPE
(Emissões de Lagos e Reservatórios)

J. Marcovitch, USP
(Economia das Mudanças Climáticas)

J. Marengo, INPE
(Cenários; Detecção e Atribuição; Redução de Incertezas)

J. Muelbert, FURG
(Zonas Costeiras)

J. Ometto, INPE
(Ciclos Biogeoquímicos Globais)

J. Tomasella, INPE
(Recursos Hídricos)

J. Trotte, DHN
(Oceanos)

K. Longo, INPE
(Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global)

L. C. Costa, UFV
(Agricultura)

L. Machado, INPE
(Redução de Incertezas em Modelos e Cenários Climáticos)

L. Martinelli, USP
(Ciclos Biogeoquímicos Globais)

M. A. Santos, UFRJ
(Emissões de Lagos e Reservatórios)

M. Bustamante, UnB
(Biodiversidade; Ciclos Biogeoquímicos Globais)

M. Cardoso, INPE
(Interações Biosfera-Atmosfera)

M. Copertino, FURG
(Zonas Costeiras)

M. Costa, UFV
(Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global)

M. Forti, INPE
(Tecnologias Observacionais para Mudanças Climáticas)

M. Lahsen, INPE
(Estudos de Ciência, Tecnologia e Políticas Públicas)

P. Alvalá, INPE
(Gases de Efeito Estufa)

P. Artaxo, USP
(Amazônia)

P. Moutinho, IPAM
(Redução de Emissões por Desflorestamento e Degradação Florestal - REDD)

P. Nobre, INPE
(Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global; Oceanos)

P. Silva Dias, LNCC
(Modelagem Multiescala)

R. Alvalá, INPE
(Redução de Riscos de Desastres Naturais)

R. Ojima, UNICAMP
(Urbanização e Megacidades)

S. Hacon, FIOCRUZ
(Saúde – Clima Global e Mudanças Ambientais e seus Impactos na Saúde Humana)

T. Ambrizzi, USP
(Detecção, Atribuição de Mudanças e Variabilidade Climática Natural)

T. G. Soares Neto, INPE
(Processos de Combustão)

Escritório de Apoio ao Projeto

Eduardo Moraes Arraut
(Gestor Executivo)

Ana Paula Soares
(Assessoria de Comunicação)

Armando Martins
(Equipe Gestora)

Denise Nascimento
(Equipe Gestora)

Lina Cunha
(Equipe Gestora)

Natalie Rosa
(Equipe Gestora)



PUBLICAÇÕES SELECIONADAS | 2009.2010

Como exposto na seção de apresentação e contextualização histórico-científica do INCT para Mudanças Climáticas, este projeto teve o seu caminho delineado pelas redes de pesquisa anteriores (LBA, GEOMA e Biota-FAPESP), avança nas linhas de pesquisa por elas desenvolvidas e compreende um esforço relevante para a continuidade do LBA. Também colabora diretamente com outros projetos mais recentes, como a Rede CLIMA e o Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais (PFPMCG). Assim, o conhecimento gerado pelo INCT para Mudanças Climáticas deve ser visto como a extensão das pesquisas que começaram nos projetos anteriores acima mencionados.

Por este motivo, neste primeiro relatório, apresentamos uma lista das publicações produzidas pelo INCT para Mudanças Climáticas, mas incluindo também as publicações resultantes de pesquisas realizadas por membros deste projeto antes do seu início. Isto ajuda a melhor definir o contexto histórico científico em que o INCT para Mudanças Climáticas foi criado.

A Base Científica

Detecção, Atribuição e Variabilidade Natural do Clima

Artigos publicados em periódicos internacionais

Marengo J, Tomasella J, Alves LM, Soares W, Nobre CA, de Oliveira E (2010). Extreme climatic events in the Amazon Basin: Climatological and hydrological context of recent floods, submitted J. of Climate Marengo J, Ambrizzi T; Rocha RP, Alves LM, Cuadra SV, Valverde MC, Ferraz SET, Torres RR, Santos DC. **Future change of climate in South America in the late 21st century: Intercomparison of scenarios from three regional climate models**, 2009.DOI 10.1007/s00382-009-0721-6

Marengo JA, Liebmann B, Grimm AM, Misra V, Silva Dias PL, Cavalcanti IFA, Carvalho LV, Berbery EB, Ambrizzi T, Vera C, Nogues-Paegle, Zipser E, Seth A. **New developments on the functioning, characteristics and variability of the South American Monsoon System**, In Press, Int. J. Climatology.

Reboita MS, Da Rocha RP, Ambrizzi T & Sugahara S. South Atlantic Ocean cyclogenesis climatology simulated by regional climate model (RegCM3). **Climate Dynamics**. DOI: 10.1007/s00382-009-0668-7. (Published online: Sep 23, 2009).

Rocha RP, Morales CA, Cuadra SV, Ambrizzi T. Precipitations diurnal cycle and summer climatology assessment over South America: An evaluation of Regional Climate Model version 3 simulations. **Journal of Geophysical Research-Atmospheres**. v.114, D10108, p.1-19. 2009. DOI:10.1029/2008JD010212.

Silva GAM, Ambrizzi T, Marengo JA. **Observational evidences on the modulation of the South American Low level Jet east of the Andes according the ENSO variability**. Annales Geophysicae. 2009, v.27, p. 645 – 657.

Silva GAM, Ambrizzi T. **Summertime moisture transport over Southeastern South America and extratropical cyclones behavior during inter-El Niño events**. Theoretical and Applied Climatology. 2009, DOI: 10.1007/s00704-009-0218-6. (Published online: Oct 1, 2009)

Publicações em periódicos brasileiros

Reboita MS, Ambrizzi T, Rocha RP. Relationships between the southern annular mode and southern hemisphere atmospheric systems. **Revista Brasileira de Meteorologia** 24(1):48-55, 2009.

Capítulos de livros

Marengo J, Ambrizzi T, Soares W. Jato de Baixos Níveis ao longo dos Andes. Em: **Tempo e Clima no Brasil**, Eds. I. Cavalcanti N, Ferreira MA, Silva Dias MA & da Silva J, 2009. p. 169-180.

Grimm AM, Ambrizzi T. Teleconnections into South America from the Tropics and Extratropics on Interannual and Intraseasonal Timescales. Chapter 7, in: Past Climate Variability in South America and Surrounding Regions, F. Vimeux (Eds.), **Development in Paleoenvironmental Research** 14:159-191 DOI 10.1007/978-90-481-2672-9_11, Springer Verlag. ISBN: 9789048126712 (Print) 9789048126729 (online), 2009.

Amazônia

Artigos publicados em periódicos internacionais

Ahlm L, Nilsson ED, Krejci R, Martensson EM, Vogt M & Artaxo P. Aerosol number fluxes over the Amazon rain forest during the wet season. **Atmospheric Chemistry and Physics** (Print) 9:9381-9400, 2009.

Ahlm L, Nilsson ED, Krejci R, Martensson EM, Vogt M & Artaxo P. A comparison of dry and wet season aerosol number fluxes over the Amazon rain forest. **Atmospheric Chemistry and Physics** (Online) 10:3063-3079, 2010.

Claeys M, Kourtchev I, Pashynska V, Vas G, Vermeylen R, Wang W, Cafmeyer J, Chi X, Artaxo P, Andreae MO & Maenhaut W. Polar organic marker compounds in atmospheric aerosols during the LBA-SMOCC 2002 biomass burning experiment in Rondônia, Brazil: sources and source processes, time series, diel variations and size distributions. **Atmospheric Chemistry and Physics** (Online) 10:9319-9331, 2010.

Carmo C, Hacon S, Longo KM, Freitas SR, Ignotti E, Leon AP & Artaxo P. Association between particulate matter from biomass burning and respiratory diseases in the southern region of the Brazilian Amazon. **Revista Panamericana de Salud Pública** (Impresa) / **Pan American Journal of Public Health** (Impresa) 27:10-16, 2010.

Freitas SR, Longo KM, Trentmann J & Lathem D. Technical Note: Sensitivity of 1D smoke plume rise models to the inclusion of environmental wind drag. **Atmospheric Chemistry and Physics** (Online) 10:585-594, 2010.

Gunther S, King M, Roldin P, Artaxo P, Andreae MO, Martin ST & Poeschl U. Cloud condensation nuclei in pristine tropical rainforest air of Amazonia: size-resolved measurements and modeling of atmospheric aerosol composition and CCN activity.

Atmospheric Chemistry and Physics 9:3811-3870, 2009.

Hoelzemann J, Longo K, Fonseca RM, do Rosário NME, Elbern H, Freitas SR & Pires Carlos. Regional representativity of AERONET observation sites during the biomass-burning season in South America determined by correlation studies with MODIS Aerosol Optical Depth. **Journal of Geophysical Research** 114:D13301, 2009.

Karl T, Guenther A, Turnipseed A, Artaxo P & Martin ST. Rapid formation of isoprene photo-oxidation products observed in Amazonia. **Atmospheric Chemistry and Physics** (Print) 9:7753-7767, 2009.

Kuhn U, Ganzenveld L, Thielmann A, Dindorf T, Schebeske G, Welling M, Sciare J, Roberts G, Meixner FX, Kesselmeier J, Lelieveld J, Kolle O, Ciccioli P, Lloyd J, Trentmann J, Artaxo P & Andreae MO. Impact of Manaus City on the Amazon Green Ocean atmosphere: ozone production, precursor sensitivity and aerosol load. **Atmospheric Chemistry and Physics Discussion** (Print) 10:13091-13178, 2010.

Martin ST, Andreae MO, Althausen D, Artaxo P, Baars H, Borrmann S, Chen Q, Farmer DK, Guenther A, Gunthe S, Jimenez JL, Karl TG, Longo KM, Manzi AO, Pauliquevis TM, Petters MD, Prenni AJ, Rizzo LV,

Schneider J, Smith JN, Swietlic E, Tota J, Wang W, Wiedensohler A & Zorn SR. An overview of the Amazonian Aerosol Characterization Experiment 2008 (AMAZE-08). **Atmospheric Chemistry and Physics Discussion** (Print), 10:18139-18195, 2010.

Martin ST, Andreae MO, Artaxo P, Baumgardner D, Chen Q, Goldstein AH, Guenther A, Heald CL, Mayol-Bracero OL, McMurry PH, Pauliquevis T, Pöschl U, Prather KA, Roberts GC, Saleska SR, Silva Dias MA, Spracklen DV, Swietlicki E & Trebs I. Sources and properties of Amazonian aerosol particles. **Reviews of Geophysics** (1985), 48:RG2002, 2010.

Martins JA, Gonçalves FLT, M Carlos A, Fisch G, Pinheiro FGM, Leal Jr JBV, Oliveira CJ, Silva EM, Oliveira JCP, Costa AA & Silva Dias MAF. Cloud condensation nuclei from biomass burning during the Amazonian dry-to-wet transition season. **Meteorology and Atmospheric Physics** (Print) 104:83-93, 2009.

Pereira G, Freitas SR, Moraes EC, Ferreira NJ, Shimabukuro YE, Rao VB & Longo KM. Estimating trace gas and aerosol emissions over South America: Relationship between fire radiative energy released and aerosol optical depth observations. **Atmospheric Environment** 43:6388-6397, 2009.

Poschl U, Martin ST, Sinha B, Chen Q, Gunthe SS, Huffman JA, Borrmann S, Farmer DK, Garland RM, HELAS G, Jimenez JL, King SM, Manzi A, Mikhailov E, Pauliquevis T, Petters MD, Prenni AJ, Roldin P, Rose D, Schneider J, Su H, Zorn SR, Artaxo P & Andreae MO. Rainforest Aerosols as Biogenic Nuclei of Clouds and Precipitation in the Amazon. *Science* (New York, N.Y.) 329:1513-1516, 2010.

Rizzo LV, Artaxo P, Karl T, Guenther AB & Greenberg J. Aerosol properties in canopy gradients, turbulent fluxes and VOC concentrations at a pristine forest site in Amazonia. **Atmospheric Environment** 44:503-511, 2010.

Soto-García LL, Andreae MO, Andreae TW, Artaxo P, Maenhaut W, Kirchstetter T, Novakov T, Chow JC & Mayol-Bracero OL. Evaluation of the carbon content of aerosols from the burning of biomass in the Brazilian Amazon using thermal, optical and thermal-optical analysis methods. **Atmospheric Chemistry and Physics Discussion** (Online) 10:12859-12906, 2010.

Artigos publicados em periódicos brasileiros

Ignotti E, Valente JG, Longo KM, Freitas SR, Hacon S & Netto PA. Impact on human health of particulate matter emitted from burnings in the Brazilian Amazon region. **Revista Saúde Pública** 44(1):121-30, 2010.

Castro HA, Gonçalves KS & Hacon SS. Tendência da mortalidade por doenças respiratórias em idosos e as queimadas no Estado de Rondônia/Brasil: período entre 1998 e 2005. **Ciência & Saúde Coletiva** 14:1413-8123, 2009.

Castro HÁ, Ignotti E & Hacon S. Efeitos Nocivos da Poluição Derivada das Queimadas à Saúde Humana na Amazônia Brasileira. **Boletim ABRASCO** 1:74-77, 2009.

Farias MDC, Rosa AM, Hacon S, Castro HA & Ignotti E. Prevalência de asma em escolares de Alta Floresta - município ao sudeste da Amazônia brasileira (Prevalence of asthma in school children in a municipality in the southeast of the Brazilian Amazon). **Revista Brasileira de Epidemiologia** 13:49-57, 2010.

Hacon SS, Barrocas P, Vasconcellos ACS, Barcellos C, Wassermann JC & Campos RC. Um Panorama dos estudos sobre contaminação por mercúrio na Amazonia Legal no período de 1990 a 2005 - Avanços e Lacunas. **Geochimica Brasiliensis** 23:29-48, 2009.

Rodrigues PCO, Ignotti E, Rosa AM & Hacon S. Distribuição espacial das internações por asma em idosos na Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Epidemiologia** (Impresso) 13:523-532, 2010.

Silva DRX, Ignotti E, Hacon S & Santos RS. Hanseníase, indicadores sociais e desmatamento na Amazônia brasileira. **Revista Panamericana de Salud Pública (Impresa) / Pan American Journal of Public Health (Impresa)** 27:268-275, 2010.

Silva PRS, Rosa AM, Hacon SS & Ignotti E. Hospitalization of children for asthma in the Brazilian Amazon: Trend and Spatial distribution. **Jornal de Pediatria** (Impresso) 85:541-546, 2009.

Trindade TTTA & Fisch G. Formação de uma camada limite misturada durante o período noturno no experimento RACCI/LBA 2002. **Ciência e Natura** Vol. Especial. 181-185, 2009.

Capítulos de livros

Betts AK, Fisch G, Randow CV, Silva Dias MAF, Cohen JCP, Silva R, Fitzgerald DR. The Amazonian boundary layer and mesoscale circulations. In: Keller M, Bustamante M, Gash J, Silva Dias P. (Org.). **Amazonia and Global Change**. Washington DC, EUA: AGU Geophysical Monograph Series, v. 186, p. 163-181. 2009.

Longo KM, Freitas SR, Andreae M, Yokelson R, Artaxo P. Biomass burning, long-range transport of products, and regional and remote impacts. In:

Keller M, Bustamante M, Gash J, Silva Dias P. (Org.). **Amazonia and Global Change**. : American Geophysical Union, v. 186, p. 207-232. 2009.

Ramos AM, Conde FC, Freitas SR, Longo KM, Silva AM, Moreira D, Lucio OS, Fazenda AL. Meteorological condition and numerical simulation of the atmospheric transport of pollution emitted by vegetation fires. In: G. Peron; C.A. Brebbia. (Org.). **Modelling, Monitoring and Management of Forest Fires II**. Southampton - UK: WIT-PRESS, v. 137, p. 1-12. 2010.

Mudanças dos Usos da Terra

Artigos publicados em periódicos internacionais

Andrade PR, Monteiro AMV, Câmara G & Sandri S. Games on Cellular Spaces: How Mobility Affects Equilibrium. **Journal of Artificial Societies and Social Simulation** 12(1), 2009.

Cordeiro JP, Câmara G & Almeida F. Yet Another Map Algebra, **Geoinformatica** 13(2): 183-202, DOI: 10.1007/s10707-008-0045-4. 2009.

Cardoso M, Nobre C, Sampaio G, Hirota M, Valeriano D & Camara G. Long-term potential for tropical-forest degradation due to deforestation and fires in the Brazilian Amazon. **Biologia** (Bratislava) 64(3):433-437, 2009. DOI: 10.2478/s11756-009-0076-9.

Davis Jr CA, Fonseca FT & Câmara G. Beyond SDI: Integrating Science and Communities to Create Environmental Policies for the Sustainability of the Amazon. **International Journal of Spatial Data Infrastructures Research** 4:156-174, 2009. DOI: 10.2902/1725-0463.2009.04.art9.

Moreira E, Costa S, Aguiar AP, Câmara G & Carneiro T. Dynamical coupling of multi-scale land change models.

Landscape Ecology 24(9):1183-1194, DOI: 10.1007/s10980-009-9397-x). 2009.

Fonseca F, Davis Jr C & Câmara G. Spatial data infrastructures for the Amazon: a first step towards a global forest information system. **Earth Science Informatics** 2(4): DOI: 10.1007/s12145-009-0040-9. 2009.

Artigos publicados em periódicos brasileiros

Aboud_Neta SR, Freitas CC, Dutra LV. *Uso de imagens alos/palsar multipolarizadas para detecção de incremento de desflorestamento na Amazônia*. (Use of multipolarized ALOS/PALSAR image for detection of deforestation increment in the Amazon.) **Revista Brasileira de Cartografia**. V. 62 pp. 417-431, September 2010.

Almeida CA, Valeriano DM, Escada MIS, Rennó CD. Estimativa de Área da Vegetação Secundária da Amazônia Legal Brasileira. **Acta Amazonica** (Impresso), v. 40, p. 289-302, 2010.

Alves PA, Amaral S, Escada MIS, Monteiro AMV. Explorando as relações entre a dinâmica demográfica, estrutura econômica e mudanças no uso e cobertura da terra no sul do Pará: lições para o Distrito Florestal Sustentável da BR-163. **Geografia** (Rio Claro. Impresso), v. 35, p. 165-182, 2010.

Capítulos de livros

Davis Jr CA, Fonseca FT, Camara G. "Understanding Global Change: The Role of Geographic Information Science in the Integration of People and Nature". In: Nyerges T, Couclelis H and McMaster R. (ed) **The SAGE Handbook of GIS and Society**, Thousand Oaks, CA, SAGE Publications, (ISBN 9781412946452). 2009. Ximenes AC, Almeida C, Amaral

S, EscadaMIS, Aguiar APD. Spatial Dynamic modeling of deforestation in the Amazon. In: **Cellular Automata**. ISBN: 978-953-7619-X-X. Ed. INTECH. Austria. 2010. (In press).

Ciclos Biogeoquímicos Globais

Artigos publicados em periódicos internacionais

Araújo MS, Bolnick DI, Martinelli LA, Giaretta AA & Reis SF. Individual level diet variation in four species of Brazilian frogs. **Journal of Animal Ecology** (Print) 78:848-856, 2009.

Borma LS, Rocha HR, Cabral OM, Von Randow C, Collicchio E, Kurzatkowski D, Brugger PJ, Freitas H, Tannus R, Oliveira L, Rennó CD & Artaxo P. Atmosphere and hydrological controls of the evapotranspiration over a floodplain forest in the Bananal Island region, Amazonia. **Journal of Geophysical Research** 114:G01003, 2009.

Barros GV, Martinelli LA, Novais TMO, Ometto JPHB & Zuppi GM. Stable isotopes of bulk organic matter to trace carbon and nitrogen dynamics in an estuarine ecosystem in Babitonga Bay (Santa Catarina, Brazil). **Science of the Total Environment** 408:2226-2232, 2010.

Cabral OMR, Gash JHC, Rocha HR, Marsden C, Ligo MAV, Freitas HC, Tatsch JD & Gomes E. Fluxes of CO₂ above a plantation of Eucalyptus in southeast Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology** (Print) 49-59, 2010.

Cabral OMR, Rocha HR, Gash JHC, Ligo MAV, Freitas HC & Tatsch JD. The energy and water balance of a Eucalyptus plantation in southeast Brazil. **Journal of Hydrology** (Amsterdam) 388:208-216, 2010.

Carvalho AM, Bustamante MMC, Alcântara FA, Resck IS & Lemos SS. Characterization by solid-state CPMAS ¹³C NMR spectroscopy of decomposing plant residues in conventional and no-tillage systems in Central Brazil. **Soil & Tillage Research** 102:144-150, 2009.

Costa MH, Biajoli MC, Sanches L, Malhado ACM, Hutyrá LR, Rocha HR, Aguiar RG, Araújo & Alessandro C. Atmospheric versus vegetation controls of Amazonian tropical rain forest evapotranspiration: Are the wet and seasonally dry rain forests any different? **Journal of Geophysical Research** 115:G04021, 2010.

Craine JM, Elmore AJ, Aida MPM, Bustamante MMC, Dawson TE, Hobbie E, Kahmen A, Mack MC, McLaughlan KK, Michelsen A, Nardoto G, Pardo L, Penuelas J, Reich P, Schuur E, Stock WD, Templer P, Virginia R, Welker J & Wright I. Global patterns of foliar nitrogen isotopes and their relationships with climate, mycorrhizal fungi, foliar nutrient concentration, and nitrogen availability. **New Phytologist** 183:980-992, 2009.

Rocha HR, Manzi AO, Cabral OM, Miller SD, Goulden ML, Saleska SR, R-Coupe N, Wofsy SC, Borma LS, Artaxo P, Vourlitis G, Nogueira JS, Cardoso FL, Nobre AD, Kruijt B, Freitas HC, Randow CV, Aguiar RG & Maia JF. Patterns of water and heat flux across a biome gradient from tropical forest to savanna in Brazil. **Journal of Geophysical Research** 114:G00B12, 2009.

Ferreira JN, Bustamante MMC & Davidson EA. Linking woody species diversity with plant available water at a landscape scale in a Brazilian savanna. **Journal of Vegetation Science** 20:826-835, 2009.

Hirota M, Nobre C, Oyama MD & Bustamante MMC. The climatic sensitivity of the forest, savanna and forest-savanna transition in tropical South America. **New Phytologist** 187: 707-719, 2010.

Kruk NS, Vendrame IF, Rocha HR, Chou SC & Cabral O. Downward longwave radiation estimates for clear and all-sky conditions in the Sertãozinho region of São Paulo, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology** 99:115-123, 2010.

Lima IBT, Cimpleris ACP, Mazzi EA, Novo EMLM, Ometto JPHB, Ramos FM, Rosa RR & Stech JL. Sunlight effects on diel CO₂ and CH₄ emissions from a tropical reservoir. Verhandlungen - Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie / **Proceedings of the International Association of Theoretical and Applied Limnology** 30:826-829, 2009.

Mardegan SF, Nardoto GB, Higuchi N, Moreira MZ & Martinelli LA. Nitrogen availability patterns in white-sand vegetations of Central Brazilian Amazon. **Trees** (Berlin) 23:479-488, 2009.

Martinelli LA, Balbaud, Ometto JPH, Filoso S, VICTORIA & REYNALDO L. Contextualizing ethanol avoided carbon emissions in Brazil. **GCB Bioenergy** 2(3):152-156, 2010.

Juarez N, Figueira A, Goulden M, Miller S & Rocha HR. An improved estimate of leaf area index based on the histogram analysis of hemispherical photographs. **Agricultural and Forest Meteorology** 920-928, 2009.

Potter C, Klooster S, Huete A, Genovesi V, Bustamante MMC, Ferreira LG, Oliveira Jr RC & Zepp R. Terrestrial carbon sinks in the Brazilian Amazon and Cerrado region predicted from MODIS satellite data and ecosystem modeling. **Biogeosciences Discussions** 6:1-23, 2009.

Quesada CA, Lloyd J, Schwarz M, Patiño S, Baker TR, Czimczik C, Fyllas NM, Martinelli L, Nardoto GB, Schmerler J, Santos AJB, Hodnett MG, Herrera R, Luizão FJ, Arneith A, Lloyd G, Dezzio N, Hilke I, Kuhlmann I, Raessler M, Brand WA, Geilmann H, Moraes Filho JO, Carvalho FP, Araujo Filho RN, Chaves JE, Cruz Junior OF, Pimentel TP & Paiva R. Variations in chemical and physical properties of Amazon forest soils in relation to their genesis. **Biogeosciences** 7:1515-1541, 2010.

Rezende CE, Pfeiffer WC, Martinelli LA, Tsamakidis E, Hedges JI & Keil RG. Lignin phenols used to infer organic matter sources to Sepetiba Bay RJ, Brasil. Estuarine, **Coastal and Shelf Science** (Print) 87:479-486, 2010.

Roland F, Vidal LO, Pacheco FS, Barros NO, Assireu A, Ometto JPHB, Cimleris ACP & Cole JJ. Variability of carbon dioxide flux from tropical (Cerrado) hydroelectric reservoirs. **Aquatic Sciences** 72(3):283-293, 2010.

Saad SI, Rocha HR, Dias MAFS & Rosolem R. Can the Deforestation Breeze Change the Rainfall in Amazonia? A Case Study for the BR-163 Highway Region. **Earth Interactions** 14:1-25, 2010.

Vitousek PM, Naylor R, Crews T, David MB, Drinkwater LE, Holland E, Johnes PJ, Katzenberger J, Martinelli LA, Matson PA, Nziguheba G, Ojima D, Palm CA, Robertson GP, Sanchez PA, Townsend AR & Zhang FS. Nutrient Imbalances in Agricultural Development. **Science** (New York, N.Y.) 324:1519-1520, 2009.

Artigos publicados em periódicos brasileiros

Bresolin J, Bustamante MMC, Kruger R, Silva MRS & Perez KS. Structure and composition of bacterial and fungal community in soil under soybean monoculture in the Brazilian Cerrado. **Brazilian Journal of Microbiology** (Impresso), 41:1-13, 2010.

Cecilio BE, Lopes CA & Martinelli LA. Trophic position of bottom-feeding fish in the Upper Paraná River floodplain. **Brazilian Journal of Biology** 69:573-581, 2009.

Colleta LD, Nardoto GB, Latansio-Aidar SR, Rocha HR, Aidar MPM & Ometto JPHB. An isotopic view of vegetation and carbon and nitrogen cycles in a Cerrado ecosystem, southern Brazil. **Scientia Agricola** 66:467-475, 2009.

Gomes HFB, Silva BB, Cavalcanti EP & Rocha HR. Balanço de radiação em diferentes biomas no estado de São Paulo mediante imagens Landsat5. **Geociências** (UNESP: Impresso), 28:153-164, 2010.

Livros

Martinelli LA, Ometto JPHB, Ferraz ES, Victoria RL, de Camargo PB, Moreira MZ. **Desvendando Questões Ambientais com Isótopos Estáveis**. São Paulo: Oficina de Textos, v. 01. p. 144. 2009.

Tardy Y, Roquin C, Bustillo V, Moreira MZ, Martinelli LA, Victoria RL. **Carbon and Water Cycles Amazon River Basin Applied Biogeochemistry**. Paris: Atlantica, v. 1. p. 479. 2009.

Capítulos de livros

Bustamante MMC, Watson H, Melillo J, Connor DJ, Hardy H, Lambin E, Lotze-Campen H, Ravindranath NH, Searchinger TD & Tschirley J. What are the final land limits? In: Howarth RW & Bringezu S (eds.). **Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use**, pp. 271-291. Proceedings of the Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE,) **International Biofuels Project Rapid Assessment** 22-25, Gummersbach, Germany, 2009.

Da Rocha HR, Manzi A, Shuttelworth. Evapotranspiration. In: Keller M, Bustamante M, Gash J, Silva Dias P. (Org.). **Amazonia and Global Change**. Washington, DC, US: American Geophysical Union, v., p. 261-272. 2009.

Howarth RW, Stephen B, Bekunda M, Fraiture C, Maene L, Martinelli LA, Sala OE. Rapid Assessment on Biofuels and the Environment: Overview and Key Findings. In: Howarth RW, Bringezu S. (Org.). **Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use**. Ithaca: Cornell University, v. 1, p. 1-13. 2009.

Howarth RW, Bringezu S, Martinelli LA, Santoro R, Messem D, Sala OE. Introduction: Biofuels and the Environment in the 21st Century. In: Howarth RH, Bringezu S. (Org.). **Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use**. Ithaca: Cornell University, v. 1, p. 15-26. 2009.

Lloyd J, Goulden ML, Ometto JP, Patiño S, Fyllas NM & Quesada CA. Ecophysiology of Forest and Savanna Vegetation? In: Keller M, Bustamante M, Gash J, Silva Dias P. (Org.). **Amazonia and Global Change**. Washington, DC, US: American Geophysical Union, 2009.

Ometto JPHB and Martinelli LA. Ciclos Biogeoquímicos. In: Marcos Buckeridge (ed) **Biologia e Mudanças Climáticas no Brasil**. Rima Editora. 2009.

Saleska SR, da Rocha HR, Bart K, Nobre AD. Ecosystem carbon fluxes and Amazonian forest metabolism. In: Keller M, Bustamante M, Gash J, Silva Dias P. (Org.). **Amazonia and Global Change**. Washington, DC, US: American Geophysical Union, v., p. 389-408. 2009.

Townsend AR, Martinelli LA, Howarth RW. The Global Nitrogen Cycle, Biodiversity, and Human Health. In: Sala OE, Meyerson LA, Parmesan C. (Org.). **Biodiversity Change and Human Health. From Ecosystem Services to Spread of Disease**. Washington: Island Press, v., p. 159-178. 2009

Oceanos

Artigos publicados em periódicos internacionais

Bourles, Lumpkin R, Mcphaden MJ, Hernandez F, Nobre P, Campos E, Yu L, Planton S, Busalacchi A, Moura, Servain J, Trotte JR. The PIRATA Program: History, Accomplishments, and Future Directions. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.89, p.1111 - 1125, 2008.

Gases de Efeito Estufa

Capítulos de livros

Alvalá PC, Marani L. Environmental parameters influencing the methane emission in the Pantanal floodplain, Brazil. In **Climate Change and Crops – Series: Environmental Science and Engineering**. Chap. 7. Springer, New York, NY. Singh, S. N. (Ed.), pp.384. ISBN978-3-540-88245-9, 2009.

Interações Biosfera-Atmosfera

Artigos publicados em periódicos internacionais

Cardoso M, Nobre C, Sampaio G, Hirota M, Valeriano D & Camara G. Long-term potential for tropical forest degradation due to deforestation and fires in the Brazilian Amazon. **Biologia** (Bratislava) 64(3):433–437, 2009. DOI: 10.2478/s11756-009-0076-9.

Hirota M, Nobre C, Oyama MD & Bustamante MMC. The climatic sensitivity of the forest, savanna and forest-savanna transition in tropical South America. **New Phytologist** 187: 707-719, 2010.

Marengo J, Nobre C. & Salazar LF. Regional Climate Change Scenarios in South America in the Late 21st Century: Projections and Expected Impacts. **Nova Acta Leopoldina** 384:251-265, 2010. ISSN: 0369-5034

Salazar LF & Nobre CA (2010). Climate Change and Thresholds of biome shifts in Amazonia. **Geophysical Research Letters** 37:L17706. DOI: 10.1029/2010GL043538. ISSN: 0094-8276.

Artigos publicados em periódicos brasileiros

Zanchi FB, Waterloo MJ, Aguiar LJG, Von Randow C, Kruijt B, Cardoso FL & Manzi AO. Estimativa do Índice de Área Foliar (IAF) e Biomassa em pastagem no estado de Rondônia, Brasil. **Acta Amazonica** 39(2):335-348, 2009. 10.1590/S0044-59672009000200012.

Livros

Sampaio G, Silva NF, Henriques R, Carmo LC, Nobre CA, Rosa LP, Souza AC, Oliveira CEQV, Silva CN, Lapola DM, Dolif G, Simoes JC, Michahelles K, Camargo Jr H, Canalle JBG, Pesquero JF, Silveira LNL, Ribeiro LS, Salazar L, Cardoso MF, Sanches M, Gomes ME, Araujo MSM, Hirota M, Monteiro RDS. **Mudanças Climáticas**. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. v. 1. 348 p.

Sampaio G. **Conservação do Meio Ambiente, Aquecimento Global e Desafios para o Século 21**. São Paulo: Barsa Planeta, p. 128. 2010

Capítulos de livros

Betts AK, Fisch G, von Randow C, Silva Dias MAF, Cohen JCP, da Silva R & Fitzjarrald DR (2009). The Amazonian boundary layer and mesoscale

circulations. p. 163-181 in **Amazonia and Global Change**, Keller M, Bustamante M, Gash J & Silva Dias P. Editors, Geophys. Monogr. Ser., 186, 10.1029/2008GM000725, p. 576, hardbound, 2009, ISBN 978-0-87590-476-4.

Cardoso MF, Hurtt GC (2009). Potential for advancing fire research in Amazonia by integrating ground-based, remote-sensing and modeling studies for the region. In: Gomez E, Alvarez K. (Editors). **Forest Fires: Detection, Suppression and Prevention**. Hauppauge NY: Nova Science Publishers Inc., p. 209-225.

Marengo JA, Nobre CA, Betts RA, Cox PM, Sampaio G & Salazar LF (2009), Global Warming and Climate Change in Amazonia: Climate-vegetation feedbacks and impacts on water resources, p. 273-292. En: **Amazonia and Global Change**, Ed. Keller, Bustamante M, Gash J & Dias P. Geophysical Monograph series, Volume 186, ISBN: 978-0-87590-476-4. 10.1029/2008GM000725, p. 576, hardbound, ISBN 978-0-87590-476-4.

Nobre C, Sampaio G, Salazar L - Cenários de mudança climática para a América do Sul para o final do Século XXI. In: Bernal H, Sierra CH y Ângulo M. (Org.). **Amazonía y Agua: Desarrollo sostenible en el siglo XXI**. 1 ed. França: Servicio Editorial de la Unesco Etexa, 2009, v. , p. 37-60.

Salazar LF (2010). Desmatamento, Mudanças climáticas e a Hipótese de “savanização” da Amazônia. En **Amazônia: Dinâmica do carbono e impactos sócioeconômicos e ambientais**. Ed. Buenafuente SMF Editora EduFRR (Editora da Universidade Federal de Roraima), Boa Vista, RR, 2009. ISBN: 978-85-60215-43-0.

Cenários Climáticos Futuros e Redução de Incertezas

Artigos publicados em periódicos internacionais

Diedhiou A, Machado LAT, Laurent H. Mean Kinematic Characteristics of Synoptic Easterly Disturbances over the Atlantic. **Advances in Atmospheric Sciences**, v. 27, p. 1-17, 2010.

Marengo JA, Chou SC, Kay G, Alves LM, Pesquero JF, Soares WR, Santos DC, Lyra AA, Sueiro G, Betts R, Chagas DJ, Gomes JL, Bustamante JF, Tavares. Development of regional future climate change scenarios in South America using the Eta CPTec/HadCM3 climate change projections: Climatology and regional analyses for the Amazon, São Francisco and the Parana River Basins. **Climate Dynamics** (In press).

Chou SC, Marengo JA, Lyra A, Sueiro G, Pesquero J, Alves LM, Kay G, Betts R, Chagas D, Gomes JL, Bustamante J, Tavares P (2010) **Downscaling of South America present climate driven by 4-member HadCM3 runs, submitted to Climate Dynamics.** (Accepted)

Estudos de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade

Cenários de Mudanças Climáticas para o século XXI

Artigos publicados em periódicos internacionais

Chou SC, Marengo JA, Lyra A, Sueiro G, Pesquero J, Alves LM, Kay G, Betts R, Chagas D, Gomes JL, Bustamante J, Tavares P (2010) **Downscaling of South America present climate driven by 4-member HadCM3 runs, submitted to Climate Dynamics.**

Marengo JA, Jones R, Alves LM, Valverde MC (2009a) **Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system.** Int J Climatol 15:2241-2255.

Marengo JA, Ambrizzi T, Rocha RP, Alves LM, Cuadra SV, Valverde MC, Ferraz SET, Torres RR, Santos DC (2009b). **Future change of climate in South America in the late 21st century: Intercomparison of scenarios from three regional climate models,** Clim Dyn. doi 10.1007/s00382-009-0721-6.

Marengo J, Chou SC, Kay G, Alves LM, Pesquero JF, Soares WR, Santos DC, Lyra AA, Sueiro G, Betts R, Chagas DJ, Gomes JL, Bustamante JF, Tavares P, 2010. **Development of regional future climate change scenarios in South America using the Eta CPTEC/HadCM3 climate change projections: Climatology and regional analyses for the Amazon, São Francisco and the Parana River Basins,** submitted to Climate Dynamics.

Agricultura

Artigos publicados em periódicos internacionais

Costa LC, Justino FB, Oliveira LJC, Sediñana, Gilberto C, Ferreira WPM & Lemos CF. Potential forcing of CO₂, technology and climate changes in maize (*Zea mays*) and bean (*Phaseolus vulgaris*) yield in southeast Brazil. **Environmental Research Letters** 4:1-10, 2009.

Recursos Hídricos

Artigos publicados em periódicos internacionais

Tomasella J, Borma LS, Marengo JA, Rodriguez DA, Cuartas LA, Nobre, CA & Prado MCR. The droughts of 1996-97 and 2004-05 in Amazonia: Hydrological response in the river main-stem. **Hydrological Processes** (Print), 2010.

Energias Renováveis

Artigos publicados em periódicos internacionais

Alencar AS, Evangelista H, Santos EA, Correa SM, Khodir M, Garcia VMT, Garcia CAE, Pereira EB, Piola AR & Felzenszwalb I. Potential source regions of biogenic aerosol number concentration apportioning at King George Island, Antarctic Peninsula. **Antarctic Science** 1-9, 2010.

Siqueira JR, Marques VS, Structural characteristics of mesoscale convective systems over southeast Brazil related to cold frontal and no-frontal incursions. **Australian Meteorological Magazine** 60:49-61, 2010.

Viana TS, Rüther R, Martins FR & Pereira EB. Assessing the potential of concentrating solar photovoltaic generation in Brazil with satellite derived direct normal irradiation. **Solar Energy** (accepted), 2010.

Artigos publicados em periódicos brasileiros

Andrade AMD & Moura MAL. Ocorrência de um evento de condensação a superfície em área de pastagem na Amazônia. **Ciência e Natura**, Vol. Especial 125-128, 2009.

Fiorin DV, Martins FR, Schuch NJ, Pereira EB. Avaliações de redes neurais e previsões de disponibilidade de recursos energéticos solares. **Revista Brasileira de Ensino de Física** (Impresso) (aceito), 2010.

Mariano GL & Moura MAL. Comportamento da temperatura do lixo em duas épocas distintas (seca e chuvosa) no lixão da cidade de Maceió, Al. **Ciência e Natura** 31:1-14, 2009.

Moura MAL & Querino CAS. Variação sazonal do fluxo de calor no solo dentro de um manguezal tropical. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 14:296-302, 2010.

Rocha CR & Lyra RFF. Balanço de energia em área de pastagem na Amazônia ocidental durante estação chuvosa - LBA 2002. **Ciência e Natura** Vol. Especial. 153 - 156, 2009.

Rosasco FV, Mariani RL, Martins MPP & Pereira EB. Caracterização morfológica de partículas na atmosfera de São José dos Campos-SP, utilizando microscopia eletrônica de varredura. **Geochimica Brasilienses** (aceito), 2010.

Silva CMS & Lyra RFF. Comparação do campo de vento medido por Radiossondas e por um SODAR durante o DRY TO WET-AMC/LBA. **Revista Brasileira de Meteorologia** 24:356-363, 2009.

Sobieranski AC, Coser L, Mantelli Neto SL, Comunello E, Von Wangenheim A, Funchal GG & Ferreira EG. Reconhecimento e quantificação de expressões de imunoistoquímica empregando aprendizado de métricas de distância. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica** (Impresso) 26:33-47, 2010.

Biodiversidade

Artigos publicados em periódicos internacionais

Carvalho FMV, De Marco P, Ferreira Jr. LG. The Cerrado into pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1392-1403, 2009.

Gomes VSM, Buckeridge MS, Silva CO, Scarano FR, Araujo DSD, Alves MAS 2010. Availability peak of caloric fruits coincides with energy-demanding seasons for resident and non-breeding birds in restinga, an ecosystem related to the Atlantic forest, Brazil. **Flora** 205: 647-655

Muñoz MES, Giovanni R, Siqueira MF, Sutton T, Brewer P, Pereira RS, Canhos DAL, Canhos VP. OpenModeller: a generic approach to species potential distribution modelling. **Geoinformatica** (Dordrecht). In press.

Scarano FR 2009. Plant communities at the periphery of the Atlantic forest: rare-species bias and its risk for conservation. **Biological Conservation** 142: 1201-1208.

Zamith LR, Scarano FR 2010. Restoration of a coastal swamp forest in southeast Brazil. **Wetlands Ecology and Management** 18:435-448.

Saúde Humana

Artigos publicados em periódicos internacionais

Barcellos C, Feitosa P, Damacena GN, Andreazzi MA. Highways and outposts: economic development and health threats in the central Brazilian Amazon region. **International Journal of Health Geographics** 17(9):30, 2010.

Carmo C, Hacon S, Longo KM, Freitas SR, Ignotti E, Leon AP & Artaxo P. Association between particulate matter from biomass burning and respiratory diseases in the southern region of the Brazilian Amazon. **Revista Panamericana de Salud Pública** (Impresa) / **Pan American Journal of Public Health** (Impresa) 27:10-16, 2010.

Lowe R, Bailey TC, Carvalho MS & Barcellos C. Spatio-temporal modelling of climate-sensitive disease risk: towards an early warning system for dengue in Brazil. **Computers & Geosciences** 2010. (In press). doi:10.1016/j.cageo.2010.01.008

Silva DRX, Ignotti E, Hacon S & Santos RS. Hanseníase, indicadores sociais e desmatamento na Amazônia brasileira. **Revista Panamericana de Salud Pública** (Impresa) / **Pan American Journal of Public Health** (Impresa) 27:268-275, 2010.

Artigos publicados em periódicos brasileiros

Barcellos C, Monteiro AMV, Corvalan C, Gurgel HC, Carvalho MS, Artaxo P, Hacon S & Ragoni V. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças

infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde** 18:285-304, 2009.

Barcellos C. Quem sustenta tanto desenvolvimento? **Ciência & Saúde Coletiva** 14: 1972-1974, 2009.

Cartier R, Barcellos C, Hübner C & Porto MF. Social vulnerability and environmental risk: a methodological approach for evaluating environmental injustice. **Cadernos Saúde Pública** 25(12): 2695-704, 2009.

Castro HA; Ignotti E & Hacon S. Efeitos Nocivos da Poluição Derivada das Queimadas à Saúde Humana na Amazônia Brasileira. **Boletim ABRASCO** 1:74-77, 2009.

Flauzino RF, Souza-Santos R, Barcellos C, Gracie R, Magalhães, MAFM & Oliveira, RM. Heterogeneidade espacial da dengue em estudos locais, Niterói, RJ. **Revista de Saúde Pública** (USP Impresso) 43:1035-1043, 2009.

Farias MDC, Rosa AM, Hacon S, Castro HA & Ignotti E. Prevalência de asma em escolares de Alta Floresta - município ao sudeste da Amazônia brasileira (Prevalence of asthma in schoolchildren in a municipality in the southeast of the Brazilian Amazon). **Revista Brasileira de Epidemiologia** 13:49-57, 2010.

Ignotti E, Valente JG, Longo KM, Freitas SR, Hacon S & Netto PA. Impact on human health of particulate matter emitted from burnings in the Brazilian Amazon region. **Revista Saúde Pública** 44(1):121-30, 2010.

Rodrigues PCO, Ignotti E, Rosa AM & Hacon S. Distribuição espacial das interações por asma em idosos na Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Epidemiologia** (Impresso) 13:523-532, 2010.

Rosa AM, Ignotti E, Hacon SS & Castro HA. Prevalence of asthma in children and adolescents in a city in the Brazilian Amazon region. **Jornal Brasileiro Pneumologia** 35(1):7-13, 2009.

Silva PRS, Rosa AM, Hacon SS & Ignotti E. Hospitalization of children for asthma in the Brazilian Amazon: Trend and Spatial distribution. **Jornal de Pediatria** (Impresso) 85:541-546, 2009.

Zonas Costeiras

Artigos publicados em periódicos internacionais

Lemos AT, Ghisolfi RD. Long-term Mean Sea Level Measurements along the Brazilian Coast: a preliminary assessment. Special Issue "CLIMATE CHANGES ON BRAZILIAN COASTAL ZONES". **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 5(2), accepted.

Machado AA, Calliari LJ, Melo Filho E, Klein AHF. Historical evaluation of extreme wave height events in Southern Brazil. Special Issue "CLIMATE CHANGES ON BRAZILIAN COASTAL ZONES". **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 5(2), accepted.

Hirata FE, Möller Júnior OO, Mata MM. Regime shifts, trends and interannual variations of water level in Mirim Lagoon, southern Brazil. Special Issue "CLIMATE CHANGES ON BRAZILIAN COASTAL ZONES". **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 5(2), accepted.

Nicolodi JL, Petermann RM. Vulnerability of the Brazilian Coastal Zone in its Environmental, Social, and Technological Aspects. Special Issue "CLIMATE CHANGES ON BRAZILIAN COASTAL ZONES". **Pan-American**

Journal of Aquatic Sciences 5(2), accepted.

Costa MBSF, Mallmann DLB, Pontes PM, Araújo M. Vulnerability and impacts related to the rising sea level in the Metropolitan Center of Recife, Northeast Brazil. Special Issue "CLIMATE CHANGES ON BRAZILIAN COASTAL ZONES". **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 5(2), accepted.

Medeanic S, Corrêa ICS. Climatic changes in coastal plain of the Rio Grande do Sul State in the Holocene: palynomorph evidences. Special Issue "CLIMATE CHANGES ON BRAZILIAN COASTAL ZONES". **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 5(2), accepted.

Gherardi DFM, Paes ET, Soares HC, Pezzi LP, Kayano MT. Possible impacts of climate variability on the large marine ecosystems of the western South Atlantic. Special Issue "CLIMATE CHANGES ON BRAZILIAN COASTAL ZONES". **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 5(2), accepted.

Ciotti A, Garcia C, Jorge DSF. Temporal and Meridional Variability of Satellite estimates of surface chlorophyll concentration over the Brazilian continental shelf. Special Issue "CLIMATE CHANGES ON BRAZILIAN COASTAL ZONES". **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 5(2), accepted.

De Faveri C, Martins R, Farias JN, Horta PA. Changes in an intertidal macroalgal community in Imbituba, SC – an evaluation after 3 decades. Flora da região entre marés de Imbituba, SC. Special Issue "CLIMATE CHANGES ON BRAZILIAN COASTAL ZONES". **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 5(2), accepted.

Leão ZMAN, Kikuchi RKP, Oliveira MDM, Vasconcellos V. Status of Eastern Brazilian Coral Reefs in Time of Climate Changes. Special Issue "CLIMATE CHANGES ON BRAZILIAN COASTAL ZONES". **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 5(2), accepted.

Schroeder F, Castello JP. An Essay on the Potential Effects of Climate Change on Fisheries in Patos Lagoon, Brazil. Special Issue "CLIMATE CHANGES ON BRAZILIAN COASTAL ZONES". **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 5(2), accepted.

Faraco LFD, Andriguetto Filho JM, Lana PC. A methodology for assessing the vulnerability of mangroves and fisherfolk to climate change. Special Issue "CLIMATE CHANGES ON BRAZILIAN COASTAL ZONES". **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 5(2), accepted.

Hellebrandt D, Hellebrandt L. Representations in the Brazilian media of the impacts of climate change in the coastal zone. Special Issue "CLIMATE CHANGES ON BRAZILIAN COASTAL ZONES". **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 5(2), accepted.

Urbanização e Megacidades

Livros

Hogan DJ, and Marandola Jr. E (Orgs.). **População e Mudança Climática: Dimensões Humanas das Mudanças Ambientais Globais**. Campinas: Núcleo de Estudos de População – Nepo/Unicamp; Brasília: UNFPA, p. 137-158. ISBN 978-85-88258-12-9. 2009.

Carmo RL, Cabrera Trimiño GJ (Orgs.). Población y medio ambiente en Latinoamérica y el Caribe Cuestiones recientes y desafíos para el futuro. **Serie Investigaciones** N° 6. ALAP Editor. Rio de Janeiro. 2009.

Capítulos de livros

Carmo RL, Silva CM. População em zonas costeiras e mudanças climáticas: redistribuição espacial e riscos. In: Hogan DJ (Org.), Marandola Jr E (Org.). **População e Mudança Climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais**. 1. ed. Campinas: Nepo/UNFPA, v. 1. p. 290 2009.

Nobre C, Young A, Saldiva P, Marengo J, Nobre A, Alves Jr. SG, Costa MS, Lombardo M 2010: Vulnerabilidade das Megacidades Brasileiras as Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo. **Sumário Executivo**. São Paulo, p. 31 www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/megacidades.pdf.

A Economia das Mudanças Climáticas

Artigos publicados em periódicos internacionais

Barbieri AF, Domingues EP, Queiroz BL, Ruiz RM, Rigotti JI, Carvalho JAM, Resende MFC. Climate change and population migration in Brazil's Northeast: scenarios for 2025-2050. **Population and Environment** 31:344-370, 2010.

Capítulos de livros

Azzoni CR, Haddad EA, Kanczuk F. Climate Change and Energy Use in the Long-Run Growth in Brazil In: Amann E; Bae, W; Coes D.(Org.). Energy, Bio **Fuels and Development: Comparing Brazil and the United States**. Florence, Kentucky, USA: Routledge Taylor & Francis Group, 2010.

Estudos de Ciência, Tecnologia e Políticas Públicas

Artigos publicados em periódicos internacionais

Lahsen M. The Social Status of Climate Change Knowledge. **WIREs Climate Change** 1(2):162 – 171, 2010. DOI:10.1002/wcc.27. Accessible at: <http://wires.wiley.com/WileyCDA/WiresArticle/wisId-WCC27.html>

Lahsen M. A Science-Policy Interface in the Global South: The Politics of Carbon Sinks and Science in Brazil. **Climatic Change** 97(3):339-372, 2009.

Lahsen M, Sanchez R, Romero Lankao P, Dube P, Leemans R, Mirza M, Pinho P, Elasha M, Stafford Smith M. Impacts, Adaptation and Vulnerability to Global Environmental Change: Challenges and Pathways for an Action-Oriented Research Agenda for Middle and Low Income Countries. **Current Opinion in Environmental Sustainability** 2(5-6):364-374, 2010.

Mitigação

Emissões de Lagos e Reservatórios

Artigos publicados em periódicos internacionais

Alcântara E, Novo E, Stech J, Assireu A, Nascimento R, Lorenzetti J & Souza A. Integrating historical topographic maps and SRTM data to derive the bathymetry of a tropical reservoir. **Journal of Hydrology** (Amsterdam) 389:311-316, 2010.

Alcântara E, Stech JL, Lorenzetti JA, Bonnet MP, Casamitjana X, Assireu A, Trevenzoli & Novo E. Remote sensing of water surface temperature and heat flux over a tropical hydroelectric reservoir. **Remote Sensing of Environment** 2651-2665, 2010.

Santos MA, Rosa LP, Matvienko B, Santos EO, Almeida CHE, Sikar E, Silva MB, Bentes Jr AP. Estimate of degassing greenhouse gas emissions of the turbinated water at tropical hydroelectric reservoirs. *Verhandlungen – Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* / **Proceedings of the International Association of Theoretical and Applied Limnology**, v. 30, p. 834-837, 2009.

Processos de Combustão

Artigos publicados em periódicos internacionais

Soares Neto TG, Carvalho Jr JA, Veras CAG, Alvarado EC, Gielow R, Lincoln EN, Christian TJ, Yokelson RJ & Santos JC. Biomass consumption and CO₂, CO and main hydrocarbon gas emissions in an Amazonian Forest clearing fire, **Atmospheric Environment** 43:438-446, 2009.

Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD)

Artigos publicados em periódicos internacionais

Nepstad DBS, Soares-Filho F, Lima A, Moutinho P, Carter J, Bowman M, Cattaneo A, Rodrigues H, Schwartzman S, McGrath DG, Stickler CM, Lubowski R, Piris-Cabezas P, Rivero S, Alencar A, Almeida O & Stella O. The End of Deforestation in the Brazilian Amazon. **Science** 326:1350-1351, 2009.

Soares Filho B, Moutinho P, Nepstad D, Anderson A, Rodrigues H, Garcia R, Dietzsch L, Merry F, Bowman M, Hissaa L, Silvestrini R and Maretti C. 2010. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** (PNAS) 107(24):10821-10826 www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0913048107.

Livro

Moutinho P, Stella O, Lima A, Alencar A, Christovam M, Castro I, Nepstad D. REDD no Brasil: um enfoque amazônico. Fundamentos, critérios e estruturas institucionais para um regime nacional de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação – REDD. Instituto Ambiental da Amazônia, **Centro de Gestão e Estudos Estratégicos e Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República**. Brasília, p. 197 (In press).

Capítulos de livros

Schwartzman S & Moutinho P. Amazon Forest and Climate Change: compensating for deforestation Reduction. In **Forests and Climate Change. Will Emission Trading Make a Difference?** Ed. Streck C and O' Sullivan R. Oxford University Press. 2009.

Lima A, Martins OS, Moutinho P. Meta, Estoque Florestal e Redução do Desmatamento: Uma proposta de sistema de divisão de benefícios financeiros de REDD para a Amazônia brasileira. <http://www.climaedesmatamento.org.br/biblioteca/livro/id/66>. 2009.

Moutinho P, Cenamo M & Moreira P. Reducing Carbon Emission by Slowing Deforestation: Initiatives in Brazil. In **Deforestation: Prospects for Mitigating Climate Change**. Palmer C (ed). Routledge Explorations in Environmental Economics Series (series editor: Hanley N). 2009.

Produtos Tecnológicos

Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global (MBSCG)

Artigos publicados em periódicos internacionais

Freitas SR, Longo KM, Silva Dias MA, Chatfield R, Silva Dias P, Artaxo P, Andreae MO, Grell G, Rodrigues LF, Fazenda A, Panetta J. The Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System (CATT-BRAMS) Part 1: Model description and evaluation. **Atmospheric Chemistry and Physics** (Online):9:2843-2861, 2009.

Hoelzemann JJ, Longo KM, Fonseca RM, do Rosário NME, Elbern H, Freitas SR, Pires C. Regional representativity of AERONET observation sites during the biomass burning season in South America determined by correlation studies with MODIS Aerosol Optical Depth. **Journal of Geophysical Research** 114:D13301, 2009.

Nobre CA, Brasseur GP, Shapiro MA, Lahsen M, Brunet G, Busalacchi AJ, Hibbard Kathy, Seitzinger S, Noone K & Ometto JP. Addressing the Complexity of the Earth System. **Bulletin of the American Meteorological Society** 91(10): 1389-1396, 2010.

Nobre P, Malagutti M, Urbano DF, Almeida RA, Giarolla E. Amazon Deforestation and Climate Change in a Coupled Model Simulation, **Journal of Climate** 22:5686-5697, 2009.

Senna MCA, Costa MH, PIRES GF. Vegetation-atmosphere-soil nutrient feedbacks in the Amazon for different deforestation scenarios. **Journal of Geophysical Research** 114:D04104, 2009.

Modelo de Circulação Global da Atmosfera do CPTEC

Artigos publicados em periódicos internacionais

Coelho CAS, Goddard L. El Nino-induced tropical droughts in climate change projections. **Journal of Climate** 22:6456-6476, 2009.

Mendonça AM, Bonatti JP. Experiments with EOF-Based Perturbation Methods and Their Impact on the CPTEC/INPE Ensemble Prediction System. **Monthly Weather Review** 137:1438-1459, 2009.

Nobre P, Malagutti M, Urbano DF, de Almeida RA, Giarolla E. Amazon Deforestation and Climate Change in a Coupled Model Simulation. **Journal of Climate** 22:5686, 2009.

Modelagem de Múltiplas Escalas

Artigos publicados em periódicos internacionais

Carvalho LMV, Jones C, Silva AE, Liebmann B & Dias PLS. The South American Monsoon System and the 1970s climate transition. **International Journal of Climatology**, n/a. doi: 10.1002/joc.2147, 2010.

Gutierrez EMAR, Dias PLS, Veiga JA, Camayo R & Santos A. Multivariate analysis of the energy cycle of the South American rainy season. **International Journal of Climatology** 29:2256-2269, 2009.

Raupp CFM & Dias PLS. Interaction of equatorial waves through resonance with the diurnal cycle of tropical heating. **Tellus. Series A, Dynamic Meteorology and Oceanography** 62(5):706-718, October 2010. DOI: 10.1111/j.1600-0870.2010.00463.x

Raupp CFM, Silva Dias PL. Resonant wave interactions in the presence of a diurnally varying heat source. **Journal of the Atmospheric Sciences** 66:3165-3183, 2009.

Vendrasco EP, Silva Dias PL & Freitas ED. A case study of the direct radiative effect of biomass burning aerosols on precipitation in the Eastern Amazon. **Atmospheric Research** (Print) 94:409-421, 2009.

Artigos publicados em periódicos brasileiros

Silva RR, Silva Dias PL, Moreira DS, Souza EP. Modelo OLAM (Ocean-Land-Atmosphere Model): Descrição, Aplicações, e Perspectivas. **Revista Brasileira de Meteorologia** (Impresso) 24:144-157, 2009.

Tecnologias Observacionais para Mudanças Climáticas

Artigos publicados em periódicos internacionais

Azevedo AF, Matsushima JT, Vicentin FC, Baldan MR & Ferreira NG. Surface characterization of NCD films as a function sp²/sp³ carbon and oxygen content. **Applied Surface Science** 255:6565-6570, 2009. DOI:10.1016/j.apsusc. 2009.02.041

Azevedo AF, Braga NA, Souza FA, Matsushima JT, Baldan MR & Ferreira NG. **The effect of surface treatment on oxidation of oxalic acid at nanocrystalline diamond films.** Diamond Relat. Mater, DOI:10.1016/j.diamond.2010.01.006.

Braga NA, Cairo CAA, Almeida EC, Baldan MR & Ferreira NG. Temperature influence on the interlayer and surface morphology of diamond coating on 3D porous titanium substrates. **Diamond and Related Materials** 18(9):1065-1069, 2009. DOI:10.1016/j.diamond.2009.01.043.

Braga NA, Cairo CAA, Matsushima JT, Baldan MR & Ferreira NG. Diamond/porous titanium three-dimensional hybrid electrodes. **Journal Solid State Electrochemistry** 14(2):313-321, 2010.

Matsushima JT, Azevedo AF, Baldan MR, Ferreira NG. The grain size influence on boron doped diamond sensitivity for nitrate reduction. **ECS Trans.** 25 (31), 53, 2010.

Matsushima JT, Silva WM, Azevedo AF, Baldan MR & Ferreira NG. The influence of boron content on electroanalytical detection of nitrate using BDD electrodes. **Applied Surface Science** 256:757-762, 2009.

Miranda CRB, Azevedo AF, Baldan MR, Beloto AF & Ferreira NG. A novel procedure to obtain nanocrystalline diamond/porous silicon composite by CVD/CVI processes. **Journal of Nanoscience and Nanotechnology** 9:3877-3882, 2009.

Patente

Solicitada ao IPI em 15 de abril de 2009. PI 0901543-4.

Sistema de Informações para a Redução de Riscos de Desastres Naturais

Tutoriais atualizados para o funcionamento do SISMADEM estão disponíveis em **<http://www.dpi.inpe.br/sismaden/documentos.php>**

Créditos de Fotos e Imagens

CAPA

Eduardo Arraut/INPE

INCT PARA MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM NÚMEROS

Página 22 e 23

•Imagem grande: Eduardo Arraut/INPE

DESTAQUES CIENTÍFICOS

Página 24

•Imagem grande: Eduardo Arraut/INPE

DETECÇÃO, ATRIBUIÇÃO E VARIABILIDADE NATURAL DO CLIMA

Página 26

•Imagem pequena: stock.xchng

•Figura: Julia Reid/INPE

Página 27

•Figura: Luis F. Kruger/2009/IAG/USP

AMAZONÔNIA

Página 28

•Imagem pequena: Eduardo Arraut/INPE

•Imagem grande: INPE

Página 29

•Imagem pequena: Eduardo Arraut/INPE

•Imagem grande: INPE

MUDANÇAS DOS USOS DA TERRA

Página 30

•Imagem pequena: Patrick Hajzler/stock.xchng

•Imagem grande: CCD/CBERS-2 Image, Cuiabá (MT), 22/12/2003

Página 31

•Figura: INPE

CICLOS BIOGEOQUÍMICOS GLOBAIS

Página 32

•Imagem pequena: stock.xchng

•Imagem grande: Eduardo Arraut

Página 33

•Imagem pequena: stock.xchng

•Imagem grande: AWI

OCEANOS

Página 34

•Imagem pequena: USP

•Imagem grande: stock.xchng

Página 35

•Figura: USP/INPE/DHN

GASES DE EFEITO ESTUFA

Página 36

•Imagem pequena: stock.xchng

•Imagem grande: Plínio Alvalá/INPE

Page 37

•Imagem pequena: INPE

•Imagem grande: Flavio Takemoto/stock.xchng

INTERAÇÕES BIOSFERA-ATMOSFERA

Página 38

•Imagem pequena: stock.xchng

•Imagem grande: INPE

Página 39

•Imagem pequena: stock.xchng

•Figura: Sampaio et al 2010 In Prep

CENÁRIOS CLIMÁTICOS FUTUROS E REDUÇÃO DE INCERTEZAS

Página 40

•Imagem pequena: stock.xchng

•Figura: INPE

Página 41

•Imagem pequena: NASA

CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS PARA O SÉCULO XXI

Página 42

•Imagem pequena: NASA

•Imagem grande: Agência Brasil

Página 43

•Imagem pequena: stock.xchng

•Figura: INPE

AGRICULTURA

Página 44

•Imagem pequena: INPE

•Imagem grande: UFV

Página 45

•Imagem pequena: stock.xchng

•Imagem grande: UFV

RECURSOS HÍDRICOS

Página 46

•Imagem pequena e Imagem grande: stock.xchng

Página 47

•Imagem pequena e Imagem grande: Eduardo Arraut

ENERGIAS RENOVÁVEIS

Página 48

•Imagem pequena e Imagem grande: stock.xchng

Página 49

•Imagem grande: stock.xchng

BIODIVERSIDADE

Página 50

•Imagem pequena: Fernando

Weberich/stock.xchng

•Imagem grande: stock.xchng

Página 51

•Imagem pequena: stock.xchng

•Figura: USP

SAÚDE

Page 52

•Imagem pequena: MPEG

•Figura: FIOCRUZ

Página 53

- Imagem pequena: Marcelo Terraza/stock.xchng
- Figura: FIOCRUZ

ZONAS COSTEIRAS

Página 54

- Imagem pequena: stock.xchng
- Imagem grande: FURG

Página 55

- Imagem grande: FURG

URBANIZAÇÃO E MEGA-CIDADES

Página 56

- Imagem pequena: stock.xchng
- Imagem grande: Antonio Milena /AE

Página 57

- Imagem grande: stock.xchng

ECONOMIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Página 58

- Imagem pequena e Imagem grande: stock.xchng

Página 59

- Imagem pequena: stock.xchng
- Imagem grande: USP

ESTUDOS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E POLÍTICAS PÚBLICAS

Página 60

- Imagem pequena: Stephen Eastop/stock.xchng
- Imagem grande: stock.xchng

Página 61

- Imagem pequena: stock.xchng
- Imagem grande: Myanna Lahsen/INPE

EMISSÕES DE LAGOS E RESERVATÓRIOS

Página 62

- Imagem pequena: stock.xchng
- Imagem grande: UFRJ/INPE

Página 63

- Imagem pequena: Michaela Kobaykov/stock.xchng
- Imagem grande: stock.xchng

PROCESSOS DE COMBUSTÃO

Página 64

- Imagem pequena: stock.xchng
- Imagem grande: INPE

Página 65

- Imagem pequena e Imagem grande: INPE

REDUÇÃO DE EMISSÕES POR DESMATAMENTO E DEGRADAÇÃO FLORESTAL (REDD)

Página 66

- Imagem pequena: NASA
- Imagem grande: Patrick Mcfeeley

Página 67

- Imagem pequena: INPE
- Imagem grande: Patrick Mcfeeley

MODELO BRASILEIRO DO SISTEMA CLIMÁTICO GLOBAL (MBSCG)

Página 68

- Imagem pequena: Eduardo Arraut
- Figura: INPE/UFV

Página 69

- Imagem pequena: stock.xchng
- Imagem grande: INPE/UFV

MODELO DE CIRCULAÇÃO GLOBAL DA ATMOSFERA CPTEC

Página 70

- Imagem grande: stock.xchng

Página 71

- Imagem grande: NASA

MODELAGEM MULTI-ESCALA

Página 72

- Imagem pequena: LNCC
- Imagem grande: stock.xchng

Página 73

- Imagem pequena: stock.xchng
- Imagem grande: LNCC

TECNOLOGIAS OBSERVACIONAIS

Página 74

- Imagem pequena e Imagem grande: INPE

Página 75

- Imagem pequena: Wikimedia Commons
- Imagem grande: INPE

SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA A REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES NATURAIS

Página 76

- Imagem pequena: INPE
- Imagem grande: Agência Brasil

Página 77

- Imagem pequena: Agência Brasil
- Figura: INPE

