



# O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

*04 a 07 de abril de 2011*

## ***RELATÓRIO TÉCNICO***

*Memorial da América Latina  
São Paulo – Brasil*



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### Realização



Instituto de  
Estudos  
Avançados da  
Universidade de  
São Paulo



Academia  
Brasileira  
de Ciências



### Organização





## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

### **INTRODUÇÃO**

O Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, a Rede Clima, o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas e a Academia Brasileira de Ciências realizaram, entre os dias 04 e 07 de abril de 2011 a **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL – 4CRMG**.

O evento contribuiu com o aprimoramento do Plano Brasileiro de Mudanças Climáticas, reunindo todos os atores envolvidos com a questão – da academia, do setor privado e da sociedade civil - na busca de entendimento e estabelecimento de sinergias e parcerias para obter soluções científicas, tecnológicas e economicamente sustentáveis e socialmente corretas para esse grande desafio. Além disso os seus objetivos listados abaixo foram plenamente alcançados:

### **OBJETIVOS**

1. Discutir o progresso e as incertezas no estudo das causas, magnitude e consequências das mudanças globais. Analisar as questões referentes a vulnerabilidade, adaptação e mitigação dos problemas ambientais, sociais, culturais e econômicos advindos das mudanças globais e as bases dos acordos internacionais;
2. Congregar estudantes, cientistas, empresários e profissionais de áreas relacionadas com as pesquisas sobre as mudanças globais em um evento de caráter multi e interdisciplinar, promovendo o intercâmbio de conhecimentos e informações de várias naturezas e o estabelecimento de sinergias, em especial entre as empresas e a academia;
3. Reunir conhecimento científico e sugestões para futuras ações dos tomadores de decisão do governo, das empresas e da sociedade civil em questões associadas às mudanças globais;
4. Fomentar a formulação de políticas públicas que possam rapidamente ser adotadas pelos governos das esferas federal, estadual e municipal, na busca da melhor convivência com os problemas advindos das mudanças globais e, se possível, aproveitar as oportunidades que essas mesmas mudanças possam apresentar.

### **TEMÁTICA ABORDADA**

A Conferência foi organizada para analisar os seguintes setores:

- Negociações Internacionais
- Cenários Climáticos



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

- Conservação da Biodiversidade
- Agricultura e Segurança Alimentar
- Energias Renováveis e Não Renováveis
- Segurança Hídrica
- Vulnerabilidade das Áreas Costeiras
- Vulnerabilidade das Áreas Urbanas

Cada setor foi mapeado segundo os temas do Plano Brasileiro de Mudanças Climáticas, quais sejam:

- A Ciência das Mudanças Globais
- Metodologias de Inventário de Gases de Efeito Estufa
- Impactos, Vulnerabilidades, Adaptação
- Mitigação
- Acordos e Negociações Internacionais

O **PROGRAMA** efetivamente realizado foi:

### **04 de abril**

- 09h00-10h00 Cerimônia de Abertura
- 10h00-11h00 Conferência Magna: From Climate Research to Earth System Management  
Guy Pierre Brasseur, Climate Service Center, Germany (GKSS) e National Center for Atmospheric Research, Boulder Colorado (NCAR), USA

#### **Tema Negociações Internacionais**

Moderador: Luiz Gylvan Meira Filho, IEA/USP

- 11h00 às 13h00 Painel  
Eduardo Jose Viola, UnB  
Fabio Feldmann, Fabio Feldmann Consultores  
Tullo Vigevani, UNESP, INCT-INEU e CEDEC

- 13h00- 14h30 Sessão de Pôsteres e intervalo de almoço

#### **Tema Confiabilidade dos Cenários Climáticos**

Moderador: Tercio Ambrizzi, IAG/USP

- 14h30-15h30 Palestra de Jose Antonio Marengo Orsini, CCST/INPE
- 15h30-16h00 Sessão de Pôsteres



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

16h00-18h30 Painei  
Marcelo Barreiro Parrilo, Universidad de La Republica,  
Uruguai  
Marcos Heil Costa, UFV  
Maria Assunção Faus da Silva Dias, IAG/USP

### **05 de abril**

#### **Tema Conservação da Biodiversidade**

Moderador: Adalberto Luis Val, INPA

09h30-10h30 Palestra de Carlos Alfredo Joly, DEPPT/MCT e  
IB/UNICAMP

10h30-13h00 Painei  
Arnildo Pott, UFMS  
Ima Célia Guimarães Vieira, Museu Emilio Goeldi  
Marcelo Tabarelli, UFPE  
Mercedes Maria da Cunha Bustamante, UnB

13h00- 14h30 Sessão de Pôsteres e intervalo de almoço

#### **Tema Agricultura e Segurança Alimentar**

Moderador: Eduardo Delgado Assad, SMCQ/MMA e  
Embrapa CNPTIA

14h30-15h30 Palestra de Ignacy Sachs, EHESS e IEA/USP

15h30-16h00 Sessão de Pôsteres

16h00-18h30 Painei  
Celso Vainer Manzatto, Embrapa Meio Ambiente  
Edson Paulo Domingues, Cedeplar/UFMG

### **06 de abril**

#### **Tema Energias Renováveis e Não Renováveis**

Moderador: Marcos Aurelio Vasconcelos de Freitas,  
IVIG/COPPE/UFRJ

09h30-10h30 Palestra de Jose Goldemberg, IEE/USP

10h30-13h00 Painei



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

Álvaro Maia da Costa, Petrobras, Diretoria de E&P  
Petrobras  
Ildo Luis Sauer, IEE e PPGE/USP  
Marcos Silveira Buckeridge, IB/USP e CTBE  
Suzana Kahn Ribeiro, PBMC e COPPE/UFRJ

13h00- 14h30

Sessão de Pôsteres e intervalo de almoço

### **Tema Segurança Hídrica**

Moderador: Monica Ferreira do Amaral Porto, POLI/USP

14h30-15h30

Palestra de Carlos Eduardo Morelli Tucci, IPH/UFRGS e FEEVALE

15h30-16h00

Sessão de Pôsteres

16h00-18h30

Painel  
Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho, ANA  
Pedro Roberto Jacobi, Procam e FE/USP  
Roberto Schaeffer, COPPE/UFRJ

**07 de abril**

### **Tema Vulnerabilidade das Áreas Costeiras**

Moderador: Edmo Jose Dias Campos, IO/USP

09h30-10h30

Palestra de Luiz Drude de Lacerda, Labomar/UFC

10h30-13h00

Painel  
Belmiro Mendes de Castro Filho, IO/USP  
Carlos Alberto Eiras Garcia, IO/FURG  
Jose Maria Landim Dominguez, UFBA

13h00- 14h30

Sessão de Pôsteres e intervalo de almoço

### **Tema Vulnerabilidade das Áreas Urbanas**

Moderador: Magda Adelaide Lombardo, UNESP

14h30-15h30

Palestra de Jan Bitoun, UFPE

15h30-18h00

Painel  
Edna Maria Ramos de Castro, UFPA  
Heloisa Soares de Moura Costa, UFMG  
Leila da Costa Ferreira, UNICAMP



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

Paulo Hilário Nascimento Saldiva, FM/USP

18h00-18h30 Conclusões, Recomendações, Premiações, Encerramento

### **PÚBLICO**

Tivemos cadastrados no site do evento um total de 814 interessados no evento. O número total dos efetivamente inscritos foi de 342 pessoas.

Graduandos e Pós Graduandos	183
Pesquisadores e Professores	108
Profissionais do Setor Privado	023
Jornalistas	028
Total	342

### **RESUMOS DE TRABALHOS APRESENTADOS COMO PÔSTERES**

Foram apresentados 175 trabalhos no formato pôster com a seguinte distribuição, de acordo com as linhas temáticas do evento:

Agricultura e Segurança Alimentar	15
Cenários Climáticos	76
Conservação da Biodiversidade	21
Energias Renováveis e Não Renováveis	22
Negociações Internacionais	03
Segurança Hídrica	07
Vulnerabilidade das Áreas Costeiras	11
Vulnerabilidade das Áreas Urbanas	20

### **IMPRENSA**

Notícias da 4CRMG foram publicadas/divulgadas em uma diversidade considerável de veículos, bem como de portais de notícias e de instituições de pesquisa, com prevalência de mídia espontânea.

Destaque para a cobertura presencial do jornal O Globo, versões impressa e on-line, de ampla circulação no País, e de cuja agência de notícias são distribuídas matérias para vários jornais do Brasil e internacionais.

Foram produzidas pela Assessoria matérias antes e durante a 4CRMG, e parte foi aproveitada nos veículos que divulgaram o evento. O twitter @MudancasGlobais foi seguido pelos jornais O Estado de São Paulo (@estado), Folha de São Paulo (@folha\_com), Revista Galileu (@revistagalileu) e Discovery Channel Brasil (@discoverybrasil).



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

As notícias circularam nos seguintes meios:

**MÍDIA IMPRESSA:** Jornal O Globo, dia 5/4 – Futuro da previsão do clima no Brasil em cheque; e no dia 6/4 – Agricultura deve reduzir emissões de carbono); e Jornal da USP.

**MÍDIA ELETRÔNICA:** Portais de Notícias: O Globo Online; Agência Fapesp, dia 6/4 – Avanços em estudo sobre o clima; Portal D24am, dia 4/4 - Climatologista defende políticas de adaptação às mudanças climáticas; dia 6/4 - Faltam profissionais para previsões meteorológicas no País; dia 7/4 – Brasil desperdiça potencial da floresta como fonte de novos compostos; Jornal da Ciência, dia 12/4 – Ciência precisa avançar para embasar política climática; Portal de Notícias da Agência Fapeam – 07/4 - Mudança no Código Florestal Brasileiro é debatida em conferência; Portal Diário Agrícola, 06/4 Emissão de carbono; Portal Notícias Agrícolas, 0/4 - Agricultura deve reduzir emissões de carbono;

**PORTAIS DE INSTITUIÇÕES DE PESQUISA:** Portal da Academia Brasileira de Ciência, 07/4 – Avanço em estudos sobre o clima; Portal do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia; Portal do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Portal Observatório do REDD.

**OUTRAS INSTITUIÇÕES:** Portal Fundação Bunge; Portal Agenda Universia; Portal Olha Direto, 06/4 – Aprosoja: Agricultura deve reduzir emissões de carbono; Portal Itaboraí Weblast, 21/4 - Escassez de meteorologistas coloca em risco a previsão e a prevenção de catástrofes; Portal da Rede de Inovação Tecnológica para Defesa Agropecuária, 7/4 - Futuro da previsão do clima no Brasil em cheque; Portal do Ministério das Relações Exteriores – Agricultura e redução de emissões de carbono. **BLOGS:** Blog Metro; Blog O contexto da incerteza. **TV:** Univesp TV – Cobertura das palestras ao longo da IVCRMG.

**MÍDIAS SOCIAIS:** Twitter @mudancasglobais

### **PATROCINADORES E APOIADORES**

Patrocínio Master

- Nestlé Brasil S/A

Patrocínio Premium:

- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES

Patrocínios Standard

- Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração – CBMM
- Fundação Bunge
- Itaú Unibanco S/A



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

- Nossa Caixa Desenvolvimento – Agência de Fomento do Estado de São Paulo
- Tetra Pak Ltda.

### **Patrocínios Públicos**

- CNPq
- FAPESP

### **Apoios Empresariais**

- Cosan S/A Açúcar e Álcool
- Ernst & Young Terco Auditores Independentes
- Plantar Carbon Ltda.

### **Apoios Institucionais**

- Associação dos Pesquisadores do Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia – APLBA
- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE
- Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas
- Globo Universidade
- Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa de Engenharia – COPPE /UFRJ
- Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Criosfera
- Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Biodiversidade e Uso da Terra na Amazônia
- Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais – IVIG/COPPE/UFRJ
- Inter-American Institute for Global Change Research – IAI
- PETROBRAS
- SABESP
- Universidade de Campinas – UNICAMP
- Universidade de São Paulo - USP
- Universidade Estadual Paulista – UNESP

## **BRASIL SUSTENTÁVEL – CARTA DA 4CRMG**

A seguir são enumeradas as principais conclusões e recomendações dos participantes dos painéis sobre Negociações Internacionais, Confiabilidade dos Cenários Climáticos, Conservação da Biodiversidade, Agricultura e Segurança Alimentar, Energias Renováveis e Não Renováveis, Segurança Hídrica, Vulnerabilidade das Áreas Costeiras e Vulnerabilidade das Áreas Urbanas, conduzidos durante a 4ª Conferência Regional sobre Mudanças Globais. Essas recomendações devem servir de apoio ao aprimoramento do Plano Brasileiro sobre Mudanças Climáticas.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

1. A chance de um país em desenvolvimento crescer da mesma forma que os mais ricos não existe mais. A transição para uma economia de baixo carbono é inevitável.
2. Reconhece-se a urgência em se iniciar de imediato as ações de mitigação das emissões de gases de efeito estufa para que o compromisso especificado em 2009 no Acordo de Copenhague, de limitar o aumento da temperatura global em 2 graus Celsius, seja cumprido.
3. Constata-se a incoerência entre as políticas doméstica e externa do Brasil, na medida em que o país assume posição de vanguarda com o estabelecimento de compromissos internos significativos, como o combate ao desmatamento e a política de energias renováveis, mas não revê sua aliança nas negociações com países detentores de matriz energética altamente baseada em combustíveis fósseis, como a China e a Índia.
4. Dado que o grande desafio atual é a estabilização da temperatura, constata-se a necessidade de rever as instâncias de decisão de que dispomos para alcançar tal objetivo e avaliar se elas têm se mostrado eficazes para lidar com este problema. Em outras palavras, é preciso repensar o mecanismo de governança global.
5. É fundamental considerar as aspirações da sociedade civil e da comunidade científica brasileira, em uma aliança estratégica com o governo, na elaboração da agenda sobre mudança do clima e no encaminhamento do país em direção à sustentabilidade e a uma economia de baixo carbono.
6. Deve-se discutir com toda a sociedade brasileira a prioridade dada ao pré-sal e suas consequências para o futuro das negociações climáticas internacionais e do posicionamento brasileiro.
7. Não basta apenas a aquisição de supercomputadores para melhorias das previsões de tempo e clima e predições de cenários climáticos associados às mudanças globais. Devem ser reforçados: os mecanismos de capacitação humana, uma vez que a formação de capital humano é extremamente especializada e lenta; e a manutenção continuada desses recursos humanos, a fim de consolidar grupos de pesquisa e evitar a perda de novos pesquisadores para outras ocupações. É de extrema importância o constante apoio financeiro do Governo, Agências de Fomento e Iniciativa Privada na manutenção de



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

- recursos humanos. Espera-se que maiores avanços sejam sentidos no decorrer dos próximos 10 anos.
8. As previsões de cenários climáticos associados ao aquecimento global fornecem um indicativo de possíveis aumentos na frequência e intensidade dos desastres naturais por causas climáticas. É necessário que haja avanços rápidos no entendimento dos mecanismos que provocam eventos climáticos extremos e a incorporação de mudanças no uso da terra associadas ao desmatamento, queimadas, urbanização e o processo de formação de nuvens de chuva.
  9. A variabilidade e intensidade dos fenômenos climáticos, possivelmente mais frequentes nas próximas décadas, demandam um sistema de previsão, prevenção e alerta às emergências ambientais que seja dotado com planos de ações adequados aos principais riscos. A ação desses sistemas transcende o caráter reativo, devendo delinear políticas para o enfrentamento de determinadas incertezas climáticas, por exemplo, políticas de abastecimento para longos períodos de estiagem.
  10. É preciso estabelecer um novo patamar de qualidade da previsão climática e predição de cenários climáticos associados às mudanças globais no Brasil. Esforços estão sendo feitos nesse sentido, merecendo destaque a construção do Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global (MBSCG), que deve incorporar características particulares do continente sul-americano. Em particular, o MBSCG deve enfatizar a melhoria do papel das nuvens e da interação da atmosfera com os biomas tropicais. É importante incorporar nos modelos climáticos os avanços na área de modelagem na previsão de tempo como, por exemplo, a representação de processos físicos relacionados à retroalimentação associada às nuvens para que haja melhor concordância entre os resultados dos modelos e as observações.
  11. O conhecimento da variabilidade interdecadal de ocorrência de fenômenos extremos (secas, enchentes, calor, frio, ventos, períodos secos, etc.) vem crescendo. As políticas públicas não estão adaptadas à variabilidade interdecadal natural. Estudos e políticas de adaptação à variabilidade climática natural colocam a sociedade em condições mais favoráveis para enfrentar os cenários climáticos causados pelo aquecimento global.
  12. É preciso que se estabeleça um novo patamar na escala temporal da previsão climática partindo da escala sazonal para interanual e depois



#### **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

- para interdecadal, procurando minimizar as incertezas à medida que o intervalo de tempo das previsões aumenta. A previsão na escala decenal exerce alto impacto no planejamento de ações de adaptação às mudanças climáticas.
13. Os modelos climáticos usados pelo IPCC devem ser validados com dados observados e recuperação de indicadores da variabilidade climática do passado (milhares de anos) amplamente disponíveis no Brasil, mas ainda não totalmente explorados. Um grande desafio da modelagem climática é a representação dos ciclos glaciais em função da forçante solar. Apesar do pouco conhecimento a respeito de processos de Ciclos Solares e Eras Glaciais, esses elementos devem ser representados nos modelos, com estudos sobre a variabilidade climática no passado (milhares de anos) e o uso de alta resolução temporal para validação dos modelos.
  14. Faz-se necessária a quantificação de incertezas dos cenários climáticos previstos pelos modelos usados pelo IPCC nas análises de produtividade agrícola e gerenciamento de recursos hídricos.
  15. Considerando a natureza determinista dos modelos econômicos normalmente utilizados para o estudo da mudança climática e a natureza estocástica dos cenários climáticos elaborados pelo IPCC, as análises econômicas devem incorporar a incerteza. Isso pode ser feito, por exemplo, pelo uso de modelos com incerteza. Na medida do possível, é aconselhável também o uso de modelos econômicos que se preocupem com o crescimento econômico e a evolução tecnológica de forma essencial, ao contrário daqueles atualmente utilizados.
  16. O método científico baseado na média do conjunto das simulações de vários modelos climáticos deve ser considerado como o mais razoável predictor da variabilidade climática de um período. Assim, essa média deve ser usada juntamente com a variabilidade entre os cenários como ferramenta para, em primeiro lugar, quantificar e, a seguir, reduzir as incertezas inerentes aos cenários de mudanças climáticas.
  17. Já é possível notar uma perda de biodiversidade e alteração da estrutura dos ecossistemas e perda de funcionalidade, bem como uma secundarização de florestas (por exemplo, Amazônia e Mata Atlântica).
  18. As perturbações antropogênicas (regional e global) levam à fragmentação da paisagem. Como consequência, ocorre uma perda da biodiversidade e os serviços biológicos da floresta são gravemente



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

- comprometidos. No entanto, pela enorme lacuna de conhecimento na composição da biodiversidade, fala-se da perda de algo que não se conhece propriamente. Portanto, é preciso investir de forma intensiva nos trabalhos observacionais que vão levar a um melhor conhecimento da biodiversidade.
19. É preciso discutir o Código Florestal e suas modificações. A agricultura é uma das atividades que mais depende da preservação ambiental, e por isso os agricultores agiriam como mantenedores de serviços ambientais. No entanto, é preciso criar mecanismos de compensação.
  20. Reconhece-se o avanço no conhecimento da importância da restauração de áreas florestais no Estado de São Paulo. Entretanto, mesmo que seja bem sucedida, ela consegue repor apenas 60% das espécies arbóreas presentes anteriormente na região ou área.
  21. Devem ser aprofundados estudos sobre o aporte e o efeito de agrotóxicos (sobre saúde, poluição e ecologia), assim como incentivo ao desenvolvimento de produtos químicos destinados à agricultura menos nocivos à saúde e meio ambiente.
  22. O estudo da mudança do clima precisa levar em conta os aspectos econômicos da localização espacial e da precificação da oferta de alimentos, bem como a segurança alimentar. Faz-se necessária a regionalização dos estudos e a identificação de soluções adaptativas regionais.
  23. As mudanças climáticas tendem a agravar as crises hídricas, pois agregam o elemento da incerteza sobre a disponibilidade hídrica, o que exige a necessidade da gestão de risco nos planos e programas de longo prazo.
  24. Como a matriz elétrica brasileira depende, principalmente, da energia hidráulica, existe uma vulnerabilidade intrínseca frente ao fenômeno das mudanças climáticas. A variabilidade dos níveis hídricos em decorrência dos fenômenos climáticos pode prejudicar a produção energética, o que demandará uma maior diversificação nas fontes do sistema brasileiro.
  25. A crise hídrica é, principalmente, um problema de governança. A complexidade das questões hídricas, seja no contexto atual ou das mudanças climáticas, requer uma maior interação e cooperação entre os diversos atores (Poder Público, usuários e sociedade civil). Nesse contexto, a aprendizagem social é um instrumento importante que



#### IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

- contribui para fortalecer o papel dos atores em atingir objetivos comuns, gerenciar conflitos e construir acordos.
26. É preciso buscar indicadores que mostrem que um aumento da qualidade de vida não se faz necessariamente à custa de um maior consumo de energia, mas pode incorporar um uso mais eficiente dela. Um exemplo é a correlação entre o índice de desenvolvimento humano e o consumo de energia, que se mostra não linear. Deve-se buscar um aprimoramento do índice de desenvolvimento humano, a fim de que cumpra melhor esse papel.
27. As sociedades fortemente dependentes de petróleo terão que enfrentar os seguintes problemas: a exaustão dos recursos, especialmente das reservas de petróleo de baixo custo de exploração; a manutenção da segurança energética, em face da concentração dos recursos petrolíferos em áreas potencialmente conflituosas; e os problemas ambientais locais, regionais e globais crescentes (em especial a mudança climática), que apresentam uma solução não trivial.
28. No cenário atual, e em se mantendo os prognósticos, os recursos do pré-sal brasileiro, recém-descobertos, assumem importância estratégica para o país pelo impacto que podem ter em termos de reserva energética com valor potencialmente crescente no futuro. Este valor pode promover um reposicionamento geopolítico do Brasil, progresso social, científico e econômico e, inclusive, ajudar a financiar uma nova transição energética, voltada ao emprego de fontes renováveis. Entretanto, é necessário retomar e ampliar o debate com a sociedade brasileira, sobre os termos do modelo de gestão desses recursos já em implantação no país, que tende a seguir sendo promotor de desigualdade e concentrador de riqueza, calcado em imediatismo e com diminuta visão estratégica e social.
29. A participação das fontes renováveis de energia na matriz mundial ainda é bastante reduzida. Todavia, o crescimento anual dessa participação, especialmente no caso das *renováveis modernas* (biomassa moderna, solar, eólica, marítima, geotérmica, entre outras) é extremamente significativo e superior ao dos demais recursos, embora se dê sobre uma base muito pequena. Há um grande potencial ainda não explorado de desenvolvimento (técnico e econômico) e uso dessas fontes, sobretudo da biomassa moderna (biocombustíveis, entre outros), cuja relevância, atual e futura, pode ser muito grande, e onde se reserva um papel para o Brasil.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

30. A biomassa moderna, especialmente os biocombustíveis, sozinhos, não podem promover a substituição plena da matriz fóssil atual, principalmente enquanto perdurarem as condições que produziram a predominância do petróleo. Porém, há inúmeras possibilidades científicas que permitem ampliar a importância deste recurso, pela intervenção nas características de produção das matérias-primas, incluindo o melhor aproveitamento da terra e dos próprios biocombustíveis e sua utilização (otimização de processos e sistemas de conversão energética).

\*\*\*\*



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### IV CONFERÊNCIA REGIONAL DE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL 04 a 07 de abril de 2011 – São Paulo, Brasil

#### RELATÓRIO CIENTÍFICO

Eliezer Martins Diniz – Editor e Coordenador

#### **Relatores:**

Helena Margarido Moreira – *Conferência Magna e Negociações Internacionais*

Gyrlene Aparecida Mendes da Silva – *Confabilidade dos Cenários Climáticos*

Jean Pierre Ometto – *Conservação da Biodiversidade e Agricultura e Segurança Alimentar*

Sonia Seger Pereira Mercedes – *Energias Renováveis e Não Renováveis*

Pilar Carolina Villar – *Segurança Hídrica*

Fabício Branco – *Vulnerabilidade das Áreas Costeiras*

Carolina Gamba – *Vulnerabilidade das Áreas Urbanas*



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### CONFERÊNCIA MAGNA

#### From Climate Research to Earth System Management

Guy Pierre Brasseur  
Climate Service Center, Germany (GKSS) e  
National Center for Atmospheric Research, Boulder Colorado (NCAR), USA

Brasseur é membro do Climate Service Center (Alemanha), do National Center for Atmospheric Research (Estados Unidos) e da Academia Europeia de Ciências, e especialista em química da atmosfera e mudanças climáticas. Sua palestra iniciou-se com uma contextualização do Brasil no panorama mundial sobre os estudos climáticos, destacando suas principais características, como o clima tropical, a liderança nas negociações sobre o clima, sua grande biodiversidade e seus recursos naturais extensos.

A visão ampla sobre o tema foi o tom do início das discussões da IV Conferência Regional sobre Mudanças Globais, passando por vários tópicos que foram discutidos com mais detalhes durante as demais apresentações.

Brasseur destacou, em sua palestra, a evolução histórica da pesquisa sobre mudanças climáticas, mostrando que, no século XX, o desafio era prever o tempo e estabelecer a metodologia para lidar com cenários climáticos, tentando lidar com os erros típicos do processo científico. Com o desenvolvimento de modelos adaptados, o progresso foi sendo alcançado e a sociedade foi se tornando capaz de apresentar as evoluções nas previsões sobre o padrão meteorológico.

Com a ligação entre a mudança da temperatura na superfície terrestre e o aumento das emissões de CO<sub>2</sub>, feita por Arrhenius, em 1896, o segundo desafio para a pesquisa na área passou a ser a prevenção da mudança do clima, ou seja, a necessidade de se elaborar uma projeção de como o clima evolui com o aumento da concentração das emissões de gases de efeito estufa (GEE) em razão da ação humana. O palestrante destacou que o mapeamento do panorama global dessa projeção já é possível nos dias de hoje.

Os fatores de estresse que podem ser destacados no panorama climático global atualmente são: energia e carbono, escassez de água,



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

disponibilidade de comida, saúde humana, qualidade do ar, migração, pobreza e educação. Tais fatores precisam ser estudados em conjunto, desenvolvendo pesquisas regionais integradas de forma a fazer a conexão entre os sistemas biofísico e social.

O terceiro desafio que Brasseur destacou para as pesquisas climáticas se refere justamente à necessidade de estudar os fatores de estresse de forma conjunta, ou seja, de ver a Terra como um sistema interativo não linear.

Alguns dos pontos extremos do sistema climático são a morte progressiva das florestas tropical amazônica e boreal, o derretimento do gelo na Groenlândia, as monções no sudeste asiático, o buraco na camada de ozônio na Antártica, entre outros, que se caracterizam como problemas globais. Nesse sentido, a questão a ser tratada é a seguinte: se esses são pontos que trarão mudanças que afetam a sociedade, então nós devemos estabelecer limites, especialmente ao enfrentarmos questões mais delicadas como a perda da biodiversidade, o ciclo do nitrogênio e as mudanças climáticas, áreas nas quais já estamos ultrapassando os limites aceitáveis.

Especificamente na área de mudanças climáticas, o quarto relatório de avaliação do IPCC (sigla em inglês para Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), publicado em 2007, trouxe informações relevantes, que precisam ser consideradas nas discussões atuais, tais como: a identificação de que as emissões de GEE estão aumentando, apesar da existência do Protocolo de Quioto (no ano de 2008 as emissões de CO<sub>2</sub> aumentaram 40% com relação ao ano de 1990); a diminuição da superfície de gelo, especialmente na região polar ártica; o aumento no nível do mar, que tem sido subestimado pelos modelos climáticos do IPCC.

Os novos desafios científicos são, portanto, tratar o problema da mudança do clima de maneira interdisciplinar, criando pontes entre as esferas (atmosfera, o sistema de gelo e os mares, a relação entre terra e superfície), entre as escalas, e entre as disciplinas.

As interações entre as escalas são chave para a compreensão da dinâmica do sistema terrestre, já que todas as oscilações (monções, El Niño/La



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

Niña, convecção tropical, entre outras) formam um único sistema interativo dinâmico. Dessa forma, um dos grandes desafios no tratamento das trocas entre superfície e atmosfera é lidar com a multiplicidade das escalas temporais e espaciais ao longo do processo.

Da mesma forma, é preciso fazer as pontes entre as esferas: atmosfera, oceano, gelo e terra, considerando a importância dos diferentes componentes e a forma como eles interagem. Com relação às pontes entre disciplinas, o sistema da água é um bom exemplo, por ser essencial à vida e importante para a sociedade. Trata-se de uma questão que envolve todas as pontes analisadas, pois envolve as escalas, as esferas e as disciplinas, sendo tratado como possivelmente o problema do século XXI.

Para comprovar como o problema é multidimensional, Brasseur fez uma análise sobre um possível cenário do mundo no ano 2070. Apresentou mapas sobre a disponibilidade de energia, possíveis conflitos sobre a água e alimentos e sobre a segurança mundial. Com relação às mudanças climáticas, estamos diante de duas opções, que se complementam: a mitigação e a adaptação.

A mitigação se refere à discussão de como limitar as alterações rumo a uma situação não perigosa. Aqui se faz necessário um debate sobre a possibilidade de limitarmos, de fato, as emissões de carbono, já que precisamos nos manter abaixo dos 2 graus Celsius de aquecimento global (meta que está estabelecida pelo Acordo de Copenhague e que já faz parte de diversas políticas climáticas nacionais). Tal meta, entretanto, será muito difícil de ser atingida devido a dificuldades reais, porque requer uma redução de 80% nas emissões de GEE pelos países que assumiram compromissos no Protocolo de Quioto. Essa necessidade de redução das emissões de GEE por parte dos países torna a mudança climática uma questão política, pois a discussão sobre quem deve fazer os maiores esforços de mitigação não é um problema científico, mas sim uma escolha política.

A adaptação também é uma questão essencial na discussão, pois, mesmo com um aquecimento global de menos de dois graus Celsius, nós



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

teremos que nos adaptar às mudanças do clima, ou seja, construir um caminho rumo a uma sociedade descarbonizada.

Entre os métodos de adaptação, Brasseur destacou os serviços climáticos, que oferecem informações confiáveis, bem documentadas e facilmente utilizáveis para traçar estratégias de adaptação e mitigação. Além disso, desenvolvem as interações nacionais e regionais entre usuários em diferentes setores econômicos, reunindo todas as partes interessadas da sociedade (por exemplo, observação e monitoramento, gestão de risco dos recursos, métodos de adaptação e mitigação, informações sobre as opções políticas, entre outros), exigindo um alto nível de coordenação.

Dentre os setores que podem se beneficiar com os serviços climáticos estão os seguintes: energia, agricultura, floresta e uso da terra, gestão da água, pesca, transporte, turismo, comércio, saúde humana, segurança ambiental, desenvolvimento urbano, entre outros. O objetivo é reunir toda a comunidade científica que se desenvolve em todas as áreas da pesquisa climática.

Por exemplo, o *Climate Service Center*, na Alemanha, é uma iniciativa nacional que, com uma parceria com diferentes instituições de pesquisa, produz conhecimento científico através de observações do sistema Terra, projeções de modelos, síntese de dados, análise interdisciplinar e diálogo com os atores econômicos.

### **O caminho à frente**

A ciência e a tecnologia vêm se desenvolvendo rapidamente, especialmente desde a década de 1970, conseguindo importantes progressos na área de estudos climáticos e na elaboração de modelos.

Entretanto, ainda precisamos adotar um sistema de previsão climática que mostre os impactos nos setores econômicos, por exemplo, e que melhore a resolução e assimilação de dados em sistemas de computação. Ainda, um novo objetivo para as próximas décadas são os estudos regionais integrados,



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

considerando de forma conjunta as fontes, o transporte/ transformação, os efeitos e a remoção.

O imperativo é construir um sistema de informação e observação para planejar melhor o futuro, ou seja, um sistema de informações climáticas que compreenda observação, análise, assimilação, atribuição, avaliação, previsões e tomadas de decisão. Isso se faz necessário porque o que possuímos atualmente são observações globais (atmosférica, sistema de dados, oceano, espaço, desenvolvimento tecnológico), mas o que precisamos de fato é de uma visão do sistema como um todo.

Nesse sentido, precisamos considerar as estratégias de geoengenharia com cuidado, para não permitir que somente as empresas tenham as informações, mas também os governos nacionais e os cientistas. As implicações da geoengenharia devem ser exploradas com muito cuidado.

### **Conclusões: uma viagem virtual ao ano 2050**

Para finalizar a palestra, Brasseur apresentou o que ele denominou de “uma visão para o nosso planeta”, uma ideia do que seria um mundo agradável em 2050. Obviamente, esse mundo é calmo e pacífico, focado muito mais em desenvolvimento do que simplesmente em crescimento, e seguro. A população estará estável em oito bilhões de habitantes, resultado da melhora na educação de todos os lugares do planeta. A fome e a pobreza foram eliminadas. Todos têm acesso a comida, água, vestimentas, educação, habitação e saúde de qualidade. O conceito de “democracia forte” estará consolidado, segundo o qual todos terão participação nas decisões políticas. A biodiversidade global retornará à sua posição anterior, os recifes de corais se recuperarão e os estoques de peixes aumentarão.

O objetivo de se traçar tal panorama ideal é pensarmos justamente no que precisamos fazer, como sociedade, para viver nesse mundo de fantasia, ou seja, precisamos decidir qual é a nossa meta, nosso objetivo, e assim definirmos o que é preciso fazer para atingir tal objetivo. Fica claro que o estado do planeta em 2050 depende das decisões que são tomadas hoje.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

Nesse sentido, é preciso uma mudança cultural ao longo de diferentes caminhos, como o da governança (reconhecer as pessoas como cidadãos), o da economia global (melhorar o bem-estar humano alinhado com o desenvolvimento sustentável), o do conhecimento e educação (dando importância central a essa questão), o da criatividade (mudar os padrões de comportamento e usar as novas mídias em favor da expressão criativa), e o caminho dos valores e crenças (mudanças serão possíveis somente se novas ideias estiverem alinhadas com as crenças e os valores das pessoas).

Em todos esses caminhos, a ciência é a base. Mas a ciência do sistema terrestre, que tem sua base na química, na física e na matemática, deve buscar uma maior integração com as outras disciplinas, com as ciências sociais e todas as dimensões da vida humana. É dessa forma que é possível modificar e influenciar as tomadas de decisão política.

### **DEBATES**

Uma das questões colocadas para o debate foi a probabilidade de efetivamente chegarmos a esse mundo que foi pensado para 2050. O palestrante então afirmou que talvez ele mesmo não seja tão otimista quanto as suas previsões demonstraram, já que, quando se trata das negociações internacionais sobre as mudanças climáticas, estamos diante de uma catástrofe e precisamos de uma ação imediata. Brasseur se diz não convencido de que a estratégia atual seja a mais correta, mas lembra-se de que os governos nacionais tomam ações mais eficazes quando enfrentam pressões populares. O problema aqui está no fato de que a comunicação entre a sociedade e a ciência é falha, e é nisso justamente que os serviços climáticos, por exemplo, podem ajudar. O progresso rumo a esse “mundo ideal” só acontecerá de fato pela pressão da população, dos diferentes países, e com a percepção de que o clima é considerado como importante para a maioria das pessoas do planeta.

Outra questão colocada foi a agenda para modificar o padrão de consumo, o que, na visão do palestrante, é um problema que deve ser pensado



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

e solucionado pelos partidos políticos e pela sociedade como um todo. O que nós podemos fazer é determinar quais são as consequências das ações e decisões tomadas pelo governo, e informar a população sobre as consequências dessas escolhas.

Retomando um dos temas tratados ao longo da palestra, Brasseur reafirmou sua reticência quanto à geoengenharia, pois não há uma organização internacional que venha a regulamentá-la. Como ainda não existem meios disponíveis para impedir os avanços dessa área, precisamos estudar suas consequências positivas e negativas. O problema é que não estamos tratando geoengenharia e mitigação de forma conjunta, e isso teria que ser feito.

Um debate importante levantado ao final da palestra foi sobre a inclusão das ciências sociais nos estudos climáticos. Precisamos de uma mudança cultural no nosso país, uma vez que a pesquisa climática ainda é pouco desenvolvida no Brasil, em especial nas ciências sociais. Apesar das mudanças climáticas terem uma dimensão política e social, são poucos os pesquisadores dessas áreas que se envolvem. Brasseur reafirmou a importância de se incluir todas as áreas das ciências sociais, trabalhando de forma conjunta, porque ainda falta o suporte da comunidade para aumentar a participação dessas áreas da ciência nas pesquisas sobre o clima.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### TEMA: NEGOCIAÇÕES INTERNACIONAIS

#### PAINEL

Eduardo José Viola, UnB  
Fabio Feldmann, Fabio Feldmann Consultores  
Tullo Vigevani, UNESP, INCT-INEU e CEDEC

#### **Dinâmica das Potências Climáticas, negociações internacionais e transição para o baixo carbono**

Eduardo José Viola  
Instituto de Relações Internacionais - UnB, Brasil

O palestrante Eduardo Viola iniciou sua apresentação com a constatação de que as negociações climáticas que acontecem no âmbito da Organização das Nações Unidas tem uma relevância muito mais limitada da que lhe é atribuída pelo senso comum jornalístico. Nessa dinâmica, poucos países são de fato relevantes na produção e na solução dos problemas, e eles se dividem em dois grupos principais: as grandes potências climáticas (EUA, União Europeia e China) e as potências climáticas médias (Índia, Rússia, Brasil, Japão, Indonésia, África do Sul, México, Coreia do Sul, Canadá e Arábia Saudita). São esses os países que exercem poder de fato sobre qualquer negociação, o que acaba se caracterizando como um poder de veto.

Quando se fala nas políticas doméstica e externa formuladas e implementadas pelas potências climáticas, alguns fatores principais devem ser considerados para a definição de tais políticas: a população total, as emissões de gases de efeito estufa (*per capita* e total), o PIB do país (*per capita* e total), a intensidade de carbono da energia consumida e do PIB, a taxa de crescimento das emissões de GEE, a eficiência energética do PIB, o custo das reduções de emissões, a percepção das vulnerabilidades (aqui se inclui a opinião pública, o governo e as elites), a percepção de quem é o ganhador e o perdedor na transição para uma economia de baixo carbono, as doutrinas e alianças históricas formadas pelos países ao longo do processo negociador (esse fator é muito importante para se analisar a mudança da posição brasileira em 2009) e, finalmente, o grau de responsabilidade global da sociedade.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

As mudanças climáticas não são mais apenas um problema ambiental, pois relaciona economia internacional (comércio, finanças, cadeias produtivas transnacionais), segurança internacional (com dois enfoques diferentes: o nacionalista conflitivo e o internacionalista cooperativo) e ambiente global (combinação da mitigação com ganhos de qualidade de vida nacional e a melhor capacidade de adaptação a eventos extremos), sendo atualmente um problema central do sistema internacional.

Dessa maneira, conforma para o seu tratamento uma arena multissetorial, ou seja, os atores necessários para uma governança climática global são, além das potências climáticas, as principais corporações transnacionais, a comunidade científica internacional, as organizações não governamentais (ONGs) e a mídia global. As principais arenas internacionais nas quais acontecem as divergências, os conflitos e se tomam as decisões são as seguintes: as relações bilaterais entre as grandes potências climáticas (EUA – China, EUA – UE, UE – China), as relações plurilaterais entre as grandes e médias potências climáticas, as relações multilaterais no âmbito da ONU e as relações bilaterais de grandes potências e potências médias.

### **Características principais de cada potência**

Na segunda parte de sua palestra, Viola apresentou um cenário com as principais características, posicionamentos e interesses defendidos pelas principais potências nas negociações climáticas: EUA, China, União Europeia, Índia, Rússia, Japão e Brasil.

- 1- Estados Unidos: o país responde por 19% das emissões globais de GEE, que crescem 0,5% ao ano. Sua matriz energética é baseada em carvão, petróleo, gás e energia nuclear. Viola pontuou os fracassos de Barack Obama em conseguir aprovar medidas energéticas eficazes (subsídios para energias renováveis, petróleo *off shore*, entre outras), muito em função dos constrangimentos internos e da clivagem entre os dois partidos, Democrata e Republicano. Isso mostra uma crise de



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

governabilidade enfrentada pelo presidente norte-americano, pois o governo fica paralisado frente a forte oposição no Congresso. Além disso, identifica-se também uma clivagem inter-estadual, com estados como Califórnia e New England tomando a frente em iniciativas de *cap and trade*. Com essa dificuldade interna, os EUA não conseguiram avançar nas negociações, e, juntamente com a China, de acordo com Viola, foram os maiores responsáveis pelo fracasso da Conferência de Copenhague.

- 2- China: responde por 24% das emissões totais, que crescem 5% ao ano, sendo atualmente o principal emissor de GEE. Tem matriz energética fóssil, altamente dependente de carvão e petróleo. Teve uma mudança de postura em 2008, devido a percepção das grandes vulnerabilidades do país aos extremos climáticos e ao temor de substituir os EUA como “vilão do clima”, criando o Plano do Clima 2008, que busca investir em “carvão limpo”, energias nuclear, eólica e solar. Ainda assim, teve uma posição bloqueadora em Copenhague, apresentando uma proposta de redução de 40 a 45% na sua intensidade de carbono de 2005 a 2020, mas rejeitando um pico para as emissões e sistemas de verificação. Viola apontou para a formação de “duas Chinas”: a tradicional, intensiva em carbono, e a nova, de baixo carbono, o que encerra um conflito interno potencial. O que fica claro é que a política interna com relação a mudança do clima mudou mais do que a política internacional, ainda conservadora.
- 3- União Europeia: em conjunto, a UE é responsável por 15% das emissões totais, que crescem 0,3% ao ano. Como bloco, exerceu papel de liderança nas negociações até 2008, quando as divergências internas começaram a se sobressair e a heterogeneidade tornou-se a característica principal. A liderança dentro do bloco é exercida pelo Reino Unido (que tem um plano de redução das emissões em 34% até o



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

ano 2020), pela Alemanha (com grande expansão nas energias eólica e solar), pela França, Suécia e Dinamarca, todos países com alta eficiência energética. No entanto, as crises fiscais e a crise do euro abalaram a liderança europeia, que tem a maior experiência internacional com *caps and trades* e grande capacidade articuladora e negociadora.

- 4- Índia: responde por 7% das emissões, que crescem 5% ao ano. É o chamado “gigante pobre”, um país intensivo em carbono, com baixas emissões *per capita* e uma democracia ainda de baixa qualidade e governabilidade ineficiente. Conta com um movimento ambientalista interno muito forte, mas o processo de mudança é lento. Apresentou, em Copenhague, uma proposta de redução de 20% na sua intensidade de carbono até 2020, mudando um pouco a sua tradicional posição conservadora.
- 5- Rússia: responsáveis por 5% das emissões, que crescem 5% ao ano. É um país de baixa percepção da vulnerabilidade, pois é exportador de petróleo e gás natural, comportando-se como um ator muito resistente nas negociações.
- 6- Japão: respondem por 3,5% das emissões, que crescem 3% ao ano. Trata-se de um país que enfrenta atualmente sérios problemas energéticos, mas é de baixa intensidade de carbono. Propôs redução de 20% até 2020.
- 7- Brasil: responde por 5% das emissões mundiais, das quais 54% vem do desmatamento e 23% da agropecuária. Nas palavras de Viola, o Brasil passou da extrema irracionalidade à maior redução mundial, rompendo com a sua posição histórica em Copenhague, apresentando proposta de redução voluntária de 36 a 39% em relação às expectativas de emissões futuras. O combate ao desmatamento, que sempre foi a percepção de



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

ameaça brasileira, entre 2005 e 2010, mudou a psicologia social do país, que passa da percepção de impotência à capacidade efetiva de controlar o desmatamento. Apesar da mudança de posição brasileira nas negociações em 2009, o país continua estabelecendo uma aliança com a China e Índia (grandes detentores de matriz energética fóssil), mostrando uma incoerência com a sua política doméstica. Um dilema energético que o país vive atualmente, e que tem que ser discutido, se refere a quanto o poder do complexo do petróleo-gás (com a exploração da camada do pré-sal, por exemplo) vai ser aprofundado.

### **Cenários**

Para finalizar a discussão, Viola apresentou como fica o panorama das negociações internacionais após a Conferência de Copenhague em um possível cenário futuro, mostrando que as condições atuais do sistema internacional são muito desfavoráveis a construção de uma governança global. As diferenças entre as potências são muito fortes, e nenhuma delas demonstra capacidade de liderar o processo sozinha. A posição norte-americana provavelmente não mudará, pela posição conservadora do Congresso atual. Sendo assim, o que se desenha é a impossibilidade de os países estabelecerem um tratado na COP 17 (em Durban) e na COP 18 (em Seul), conseguindo somente limitados avanços sobre florestas e financiamentos para adaptação. A crise econômica limita a atuação da UE em termos de liderança do processo, e a China e o Japão estarão mais concentrados em seus problemas internos.

Quanto ao Brasil, o país pode desenvolver uma postura mais ativa devido a sincronização entre o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e o de Meio Ambiente (MMA), mas ainda assim o Itamaraty pode colocar limites para um possível distanciamento da China e da Índia. A transição para economias de baixo carbono continuarão, mas ainda longe de ser o movimento ideal. A importância dada à adaptação continuará crescendo de forma extraordinária. Com relação a segurança climática, a existência de refugiados climáticos



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

umenta a importância de os países se prepararem para um novo cenário de segurança. E, com relação a geoengenharia, Viola afirmou que ela terá mais importância como Plano B emergencial, tanto na comunidade científica e empresarial, quanto nos governos. Enfim, a mudança do clima confirma sua centralidade no sistema internacional.

### **Fabio Feldmann**

Fabio Feldmann Consultores, São Paulo, Brasil

Dando seguimento às discussões sobre as negociações climáticas internacionais, Feldmann iniciou sua palestra fazendo uma observação de que, na Constituição Brasileira de 1988, é reafirmada a responsabilidade do Itamaraty, ou seja, do Ministério das Relações Exteriores, sobre a formulação e implementação da política externa brasileira. Tal fato reflete nas discussões atuais sobre a realidade internacional, dado que é impossível fazer uma separação entre as políticas interna e externa de um país, em um mundo globalizado como é o que vivemos.

Dessa forma, precisamos desenvolver uma nova arquitetura de tomada de decisão de modo a garantir a participação das futuras gerações nesse processo de negociação e decisão de temas importantes para a sociedade brasileira, como as mudanças climáticas. O grande desafio hoje é, então, definir como estabilizar o aumento da temperatura em no máximo dois graus Celsius, e quais serão as instâncias de tomada de decisão para que esse objetivo seja atingido.

Atualmente, a instância internacional que toma decisões referentes às mudanças climáticas é a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), apoiada pelas informações disponibilizadas pela comunidade científica, através do IPCC. Desde o seu primeiro Relatório, em 1990, o IPCC deixou claro que precisaríamos de uma redução de 60% nas emissões de GEE para impedir uma interferência antrópica perigosa no sistema climático mundial. Mesmo dispondo de tal informação, os países acordaram apenas um texto fraco, longe do que deveria ser o objetivo da Convenção, muito devido a necessidade de se alcançar um consenso entre



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

todos os países envolvidos nas negociações. O consenso dificulta a elaboração de um texto com metas ousadas, ou até mesmo necessárias, porque ele se constrói no mínimo denominador comum.

O Protocolo de Quioto, documento de cumprimento obrigatório que estabelece as metas de redução das emissões de GEE, também não prevê nenhum tipo de sanção para aqueles países que não conseguem atingir as metas estipuladas. Assim, diversas questões cruciais para o futuro das negociações climáticas são levantadas, como por exemplo: quais seriam os mecanismos necessários para fazer com que essas metas sejam efetivamente cumpridas? De quais instâncias nós dispomos, atualmente, para lidar com esse problema? A Conferência das Partes (COP), órgão decisório da Convenção, goza de prestígio para tomar as decisões?

A Conferência de Copenhague (COP 15), em 2009, mostrou uma enorme dificuldade de decisão justamente por uma questão de arquitetura de poder entre os países, e internamente a eles. O presidente norte-americano Barack Obama, por exemplo, não consegue tomar decisões na área devido a oposição que enfrenta no Congresso. Dessa forma, falta legitimidade nas tomadas de decisão pela necessidade de serem aprovadas internamente.

Sobre o Brasil, Feldmann afirmou que o país defende posições avançadas nas negociações internacionais ambientais ao mesmo tempo em que adota posturas conservadoras no Congresso Nacional, por exemplo, com relação às discussões do Código Florestal, mostrando que a redução do desmatamento e as metas internacionais entram em conflito com as atitudes internas.

O pré-sal também é outro fator que provavelmente influenciará nas negociações climáticas, pois devemos considerar que a possibilidade de o país se tornar um grande exportador de petróleo pode definir em qual bloco geopolítico o Brasil se colocará em um futuro próximo. Esse, por exemplo, é um assunto de extrema importância e que não tem sido amplamente discutido com a sociedade brasileira.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

O panorama mundial mudou muito, com a condição da China, do próprio Brasil, como foi discutido por Eduardo Viola. A grande discussão é, portanto, qual é a instância na qual devemos discutir a mudança do clima. Nesse sentido, as estratégias deveriam ser direcionadas rumo à conformação de alianças que fizessem com que nós, de fato, encaminhássemos para uma economia de baixo carbono.

Nessas alianças, deveriam estar também alianças dos países com a sociedade civil, pois a política externa depende das alianças estratégicas entre os países, mas também deles com a sociedade civil, já que na realidade não existe diferença entre a política interna e a externa e, portanto, a sociedade civil tem que ser ouvida para a elaboração da política externa brasileira. Concordando com Viola, Feldmann afirmou que o Brasil ainda mostra uma grande dificuldade de romper a sua tradicional aliança com a China e a Índia, e isso é uma crítica à diplomacia brasileira formulada pelo Itamaraty.

Como exemplo de políticas internas que podem ser bem sucedidas, e podem servir como exemplo para a postura brasileira no âmbito externo, Feldmann citou a Lei Paulista, que estabelece uma redução de 20% nas emissões de GEE, com base no ano 2005, e o debate ideológico que permeou a discussão dessa Lei em São Paulo. Tal pioneirismo pode provocar uma mudança na economia paulista, rumo a uma economia de baixo carbono, mais criativa e sustentável, uma economia do século XXI.

Ao final de sua fala, Feldmann lembrou que não existe desafio maior para a sustentabilidade do que o que está colocado nas discussões sobre a mudança do clima, e as gerações atuais é que serão responsáveis por essa discussão. A comunidade científica, dessa forma, desempenha papel fundamental na mudança de percepção da sociedade brasileira, e vice-versa. Cabe, portanto, à sociedade colocar o debate sobre a necessidade de mudança no médio e longo prazo na agenda do país.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### **A política climática dos Estados Unidos sob perspectiva doméstica<sup>1</sup>**

Tullo Vigevani  
UNESP, INCT-INEU e CEDEC

O professor Tullo Vigevani apresentou, em sua palestra, um estudo desenvolvido com duas pesquisadoras, Solange Reis e Kelly Ferreira, sobre o papel da política doméstica dos EUA no seu posicionamento frente às iniciativas de governança internacional para combate à mudança climática, traçando um panorama geral de suas propostas e as perspectivas para o futuro das negociações.

Vigevani iniciou sua palestra destacando o sentimento geral de pessimismo em relação às perspectivas que se abrem à resolução das mudanças climáticas, especialmente quando se considera a postura norte-americana. Para situar a questão, o palestrante fez uma breve revisão da evolução histórica das negociações e das conferências ambientais internacionais, desde a Conferência de Estocolmo, em 1972, destacando a atuação da comunidade científica na legitimidade das discussões.

Em seguida, buscou-se um paralelismo com a percepção dos EUA sobre um problema de amplitude global, cujas causas estão muito ligadas aos modos de produção e consumo estabelecidos, em grande parte, por aquele país por décadas. A preocupação em compreender as suas motivações justifica-se pelo peso das emissões de GEE dos EUA no volume global, sendo importante lembrar, assim, que, em 2005, os EUA já eram responsáveis por 20% das emissões globais, ocupando a sétima posição na lista de emissão de GEE *per capita* em 2009.

Durante muitos anos, imperou nos Estados Unidos, bem como no mundo, a crença de que o desenvolvimento econômico estava diretamente ligado ao consumo energético. Para os norte-americanos, a relação do país com o uso de energia apenas seguia o curso natural de uma história destinada ao progresso contínuo. Assim, os governos de Bill Clinton, George W. Bush e

---

<sup>1</sup> Artigo desenvolvido em co-autoria com Solange Reis e Kelly Ferreira, ambas pesquisadoras do INCT-INEU e CEDEC.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

Barack Obama sofreram enorme pressão internacional para aderir ao Protocolo de Quioto, o que não foi feito até hoje. A evolução do debate ambiental nos EUA mudou ao longo do tempo, especialmente quando os partidos se alternaram no poder, uma vez que governos democratas tendem a ser mais simpáticos à causa ambiental do que os republicanos. Vale ressaltar, porém, que os próprios democratas não possuem um comprometimento linear, sacrificando, muitas vezes, a causa ambiental em favor de interesses domésticos.

A política ambiental do Governo Clinton pode ser dividida em duas etapas: a primeira etapa caracterizada pelo Partido Democrata no controle do Congresso (durante os dois primeiros anos), e a segunda, pelo controle do Partido Republicano no restante do mandato. Depois de um início de mandato com planos para reduzir o consumo de energia e combater as mudanças climáticas - e pequenos avanços nesse sentido - o governo viu-se acuado após perder a maioria no Congresso no meio do mandato. Congressistas, incluindo alguns democratas, rejeitavam a assinatura do Protocolo de Quioto, por entender que a proposta não primava pela equidade entre as partes. Para os EUA, medidas práticas no âmbito doméstico dependiam de os negociadores internacionais encontrarem fórmulas equitativas de distribuição de responsabilidade entre os países sobre custos e cortes de emissões.

George W. Bush assumiu o governo dos EUA em 2001 e meses depois anunciou a saída do país das negociações para o Protocolo de Quioto, usando como justificativa a resolução do Congresso (Resolução Byrd-Hagel), que não recomendava a sua assinatura. A questão primordial para a nova administração não era apenas climática, mas energética, o que radicalizou o debate nos anos Bush (2001-2008). O resultado, obviamente, significou um retrocesso com relação aos mínimos avanços que haviam sido feitos na administração Clinton.

O problema nos EUA tem sido a crença de que a submissão a um regime internacional significa impor restrições à economia interna, além de mudanças estruturais, que, inevitavelmente, levam à ineficiência do mercado.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Durante a campanha para a presidência, o atual presidente Barack Obama colocou o meio ambiente como um dos temas mais importantes para seu governo, anunciando promessas, como a redução das emissões de GEE (80% até 2050), a criação de um sistema de comércio de carbono no país (*cap and trade*), a diminuição da dependência norte-americana do petróleo e o foco maior em energias renováveis.

As expectativas com relação a Obama acabaram frustradas logo durante sua participação na COP 15 (Copenhague), quando o líder não foi capaz de fazer avançar os acordos. A crise econômica, o alto índice de desemprego e o gigantesco déficit fiscal dificultaram a margem de manobra de Obama para enfrentar os problemas climáticos no âmbito interno. O debate energético, assim, não conseguiu estabelecer vínculos positivos com a questão dos empregos, e, enquanto essa relação não for estabelecida, a discussão dificilmente avançará, pois o Congresso espelha a preocupação da população e da classe empresarial em superar uma das maiores crises econômicas da história norte-americana.

Assim como com outros presidentes, a política externa de Obama para mudança climática é fortemente constrangida por fatores internos (por exemplo, os interesses do Congresso, do movimento lobista, das indústrias de energia tradicional, entre outros).

No debate que parece representar um novo momento para a administração Obama na segunda parte de seu mandato, novas concepções podem ser determinantes para avanços e retrocessos. Por um lado, a justeza das informações científicas vem sendo colocadas à prova pelos opositores de políticas climáticas. Por outro, a posição inovadora da China no que tange à produção e à exportação de tecnologia para energia limpa pode servir como estímulo, menos pelo seu aspecto moral do que pela ameaça que representa à competitividade industrial e comercial dos EUA.

Com relação ao panorama mundial das negociações climáticas, Vigevani mostrou posições semelhantes às apresentadas por Eduardo Viola e Fabio Feldmann. Ele destacou que a China vem modificando suas posições históricas



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

com maior regulação, o que poderia forçar os Estados Unidos a assumirem uma posição um pouco mais engajada. As posições conservadoras dos EUA no debate têm como consequência perda de prestígio internacional, o que acaba impactando os próprios interesses norte-americanos globais.

### **DEBATES**

O debate final sobre as discussões acerca das negociações climáticas internacionais se iniciaram com um questionamento sobre o comportamento do Brasil, a partir da constatação de que houve aspectos positivos com relação ao desmatamento após 2004, mas antes disso o Brasil teve um aumento de emissões por causa do desmatamento da Amazônia. A pergunta então foi com relação ao fato de o acordo de Copenhague afirma que os países em desenvolvimento devem se ater ao combate à pobreza, caso haja conflito com a redução das emissões de GEE, então qual foi influência disso na posição do governo brasileiro. Eduardo Viola argumentou que o Brasil teve realmente um aumento das emissões de GEE entre 2000 e 2004, mas, com relação ao futuro, o ponto importante é como vão se formar as coalizões internas, que vêm se conformando de forma mais incisiva nos últimos anos. A formação de coalizões internas que operam com eficiência energética e objetivam a economia de baixo carbono é fundamental para vermos os limites sobre os quais pode retroceder o governo no futuro. Outro ponto importante é a coalizão petróleo-gás, e como ela evoluirá e interferirá no governo e, nesse sentido, a mudança do MCT é muito significativa da indicação da mudança da postura do governo brasileiro.

Feldmann afirmou que o Brasil ainda tem muitas oportunidades de redução das emissões de GEE além do desmatamento, e lembrou que o voto urbano é mais sensível à mudança na agenda (o Governo Dilma esta sinalizando positivamente à inclusão dessa agenda).

A segunda pergunta feita foi com relação ao pré-sal, se a sua exploração não vai contra o caminho que mundo vem tomando em direção à uma



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

economia de baixo carbono. O moderador na mesa, Luiz Gylvan Meira Filho, lembrou que não é uma verdade absoluta que a redução das emissões vai contra o objetivo de erradicação da pobreza e nem que o combate às mudanças climáticas criaria dificuldades para a criação de empregos. Sobre a questão do pré-sal, ele questionou se, e quando, a humanidade resolver cortar em 60% as emissões de GEE do mundo, o que aconteceria com o preço do petróleo? Precisamos repensar essa verdade absoluta que é a extração do pré-sal e discutir as consequências disso, inclusive considerando o futuro das negociações climáticas.

Viola afirmou que essa é uma das principais contradições do Brasil, pois o pré-sal cria interesses que podem bloquear a validade do Brasil no caminhar do mundo em direção a uma descarbonização mundial. A decisão do governo nesse sentido não é sábia, de colocar toda a prioridade no pré-sal, porque isso envolve incertezas e riscos que precisam ser revistos. Esse dinheiro deveria ser investido na tecnologia para a produção de energia eólica e solar. Vigevani destacou que, com relação ao pré-sal, é preciso ainda estudar o tema, não podemos partir de posições pré-concebidas.

Feldmann afirmou que, tanto no caso da energia nuclear quanto do pré-sal, é preciso realizar um plebiscito com toda a sociedade, porque a questão é hoje essencialmente política e de cidadania, não é apenas uma questão técnica. Não parece existir oposição com relação ao pré-sal, como se a posição de toda a sociedade fosse única, e isso é perigoso para o futuro do país que queremos.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

### **TEMA: CONFIABILIDADE DOS CENÁRIOS CLIMÁTICOS**

#### **PALESTRA**

Jose Antonio Marengo Orsini, CCST/INPE

#### **PAINEL**

Marcelo Barreiro Parrilo, Universidad de La Republica, Uruguay

Marcos Heil Costa, UFV

Maria Assunção Faus da Silva Dias, IAG/USP

#### **PALESTRA**

### **O estado da arte na modelagem climática: tempo, clima e cenários futuros**

**José Antônio Marengo**

CCST/INPE, Brasil

Durante a palestra do Dr. Marengo foram abordados alguns dos aspectos mais gerais da previsão de Tempo e Clima, conceitos e opiniões em termos de confiabilidade dos modelos climáticos. A experiência mostra que quem trabalha com observações algumas vezes critica quem trabalha com modelagem dizendo que modelos climáticos não são confiáveis. Por vezes, quem trabalha com modelos algumas vezes critica quem trabalha com dados observados dizendo que estes nunca irão substituir os modelos. Mas afinal quem ganha são as observações, pois sem elas não é possível validar os modelos ou calibrar qualquer medida de sensoriamento remoto. Porém, observação, modelagem e sensoriamento remoto devem caminhar juntos não apenas nas atividades de monitoramento mas também em pesquisa científica, e na formação de recursos humanos. O Tema da Conferência deve ser considerado em sua totalidade para que os participantes e sociedade se sintam motivados a trabalharem de forma integrada. O estabelecimento de alianças sólidas nacionais e internacionais entre Universidades, Centros de Pesquisa e outros setores públicos e privados são primordiais para uma nova era. Não basta apenas a aquisição de supercomputadores para melhorias das previsões de Tempo e Clima, devem existir investimentos em formação de capacidade humana para desenvolver modelos e analisar previsões e projeções.

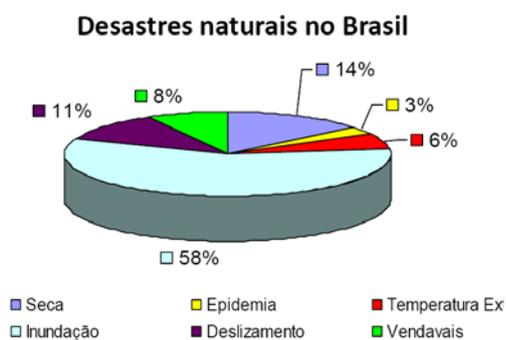
## A evolução através dos tempos

As primeiras tentativas de previsão numérica de Tempo foram feitas 1922 por Lewis F. Richardson (1881-1953) através de cálculos manuais da integração das equações da mecânica dos fluidos que regem os processos atmosféricos. Entretanto, essa técnica tornou-se inviável pela demanda de informações e pela antecedência de apenas 06 horas da previsão. A partir de 1950, através do uso dos primeiros supercomputadores, foi possível aprimorar e realizar previsões com antecedência de 24 horas. Desde então esforços globais são realizados visando uma maior cobertura de observações, implementação das técnicas numéricas e desenvolvimento de novos computadores. Atualmente, os Centros de Previsão conseguem prever o comportamento da atmosfera com antecedência de dias até meses. A figura a seguir demonstra as etapas envolvidas na previsão de Tempo no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, <http://www.cptec.inpe.br>). As bases para as previsões de Tempo e Clima estão nas interações físicas que ocorrem entre atmosfera, oceano, superfície terrestre e gelo que são traduzidas em um sistema de equações diferenciais. Porém, a complexidade deste sistema é tão grande que não é possível resolvê-lo de maneira exata. As aproximações são aplicadas ao sistema de equações e associadas às incertezas dos dados, o que é diferente de erro.



### Desastres Naturais e Eventos Extremos

No gráfico a seguir é possível notar que os eventos extremos que ocorrem, por exemplo, em grandes cidades como Rio de Janeiro e São Paulo têm em sua maioria as inundações como 58% das causas dos desastres naturais. A cada ano a sociedade vem sendo vítima dos desastres naturais principalmente durante a estação chuvosa onde os volumes esperados geralmente são maiores. Muitas vezes os governantes apontam os Meteorologistas como culpados pela falta de informação prévia. Este é um grande erro considerando que a previsão de períodos de chuvas intensas já é confiável e se houvesse melhores estratégias públicas avaliação e mapeamento das vulnerabilidades e adaptação o número de vítimas poderia ser reduzido. A Previsão do Tempo vem sendo aperfeiçoada no que diz respeito ao aumento da resolução espacial e temporal dos modelos numéricos e a representação de processos físicos que regem a atmosfera. Porém, as previsões fornecem um indicativo para possíveis desastres naturais, ou seja, deve haver um esforço rápido e conjunto para emissões de alertas a sociedade, um papel que deve ser exercido pelo Governo e órgãos de Defesa Civil. Além de chuvas intensas ou persistentes, outros exemplos de eventos extremos que também são monitorados pelo CPTEC/INPE são: tempestades (raios, granizos, etc.), ventos intensos, temperaturas, baixa umidade do ar, qualidade do ar e os nevoeiros intensos ou persistentes.





## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Um importante desenvolvimento vem ocorrendo através do Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (SISMADEN, <http://www.dpi.inpe.br/sismaden>) desenvolvido pelo INPE. O SISMADEN é um produto de software que consiste no monitoramento aprimorado de desastres naturais e avaliação de risco devido a fenômenos extremos de Tempo e Clima. Um sistema de alerta eficiente deve ser integrado com a informação de eventos extremos e o envolvimento com mapas de riscos geológicos associado, algum modelo hidrológico para cálculo da vazão e a respectiva emissão do alerta para a sociedade. Porém, o CPTEC/INPE, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) ou qualquer outra instituição de previsão de Tempo ou Clima não podem emitir tais alertas, e sim possuem a missão de emitir a previsão e a possível informação de risco de desastre natural associada.

### **Previsão climática sazonal**

As previsões climáticas de consenso entre INPE-INMET são fornecidas de maneira qualitativa com base na análise das previsões dos modelos numéricos e nas condições atmosféricas e oceânicas observadas. O CPTEC utiliza o Modelo de Circulação Geral da Atmosfera (MCGA) que é rodado com condições iniciais observadas de alguns dias e condições de contorno equivalente a Temperatura da Superfície do Mar (TSM).

Algumas regiões do Brasil possuem maior previsibilidade climática que outras e os possíveis fatores associados a eventos climáticos extremos também podem variar ano após ano. Como exemplo, podemos citar os eventos de seca ocorridos em 2005 e 2010 e que afetaram a região Amazônica. Os valores anômalos de chuva observados não foram semelhantes e tiveram causas meteorológicas distintas. Em 2005, boa parte da região Amazônica foi afetada pela seca extrema, porém a previsão de consenso INPE-INMET não indicava que esse tipo de anomalia poderia ocorrer, principalmente em termos de extensão. Já para a previsão de 2010 os valores ficaram mais próximos do observado. No ano de 2005 não tivemos a ocorrência de um fenômeno El Niño ou La Niña fortes. Porém, o aquecimento anômalo do Atlântico Tropical Norte



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

contribuiu para totais pluviométricos bem inferiores ao evento de 2010 que esteve associado à presença do fenômeno El Niño. O Dr. Marengo destaca que em termos de recursos hídricos a consequência da seca durante a estação chuvosa da região Norte teve um impacto mais nítido na primavera (Set-Out-Nov) e início do verão (Dez-Jan). Ou seja, seis meses depois os rios desta região mostraram níveis extremamente baixos. Os impactos socioeconômicos desse desastre natural poderiam ser menores se previsões hidrológicas estivessem disponíveis da mesma forma que as previsões meteorológicas estão, pois os impactos da seca de 2010 ou em 2005 foram mais visíveis na forma de baixos níveis dos rios durante outono ou inverno, consequência das reduções de chuvas durante o verão anterior.

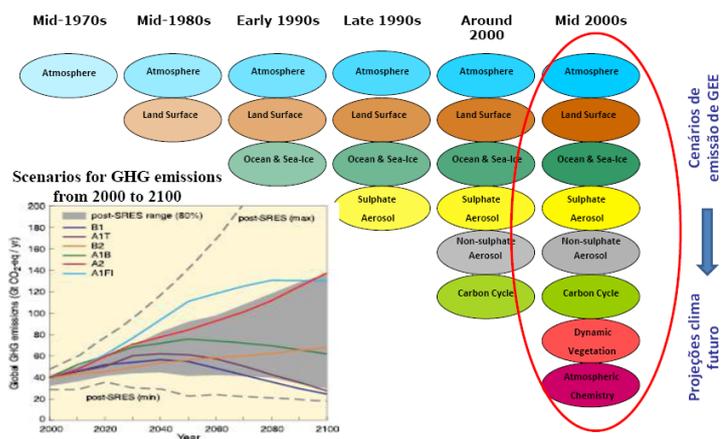
### **Previsão interdecadal**

Nos últimos anos tem-se progredido muito nas previsões tanto de Tempo quanto de Clima. Porém, ainda há muito que fazer em termos de limitações dos modelos. Um novo patamar de previsão climática deve ser estabelecido, partindo da escala sazonal para interanual e depois para interdecadal. A evolução da modelagem climática dinâmica vem crescendo desde 1970 (figura abaixo). Conforme as décadas passam a capacidade dos computadores aumenta. Diferentes processos vão sendo incorporados e, na tentativa de representar de maneira mais adequada à natureza, os modelos vão ficando mais complexos. Os últimos esforços neste sentido dizem respeito à construção do *Modelo Brasileiro* do Sistema Climático Global (MBSCG) onde os resultados deverão integrar o 5º Relatório do IPCC. Vale ressaltar que as recentes conferências regionais estão colocando o Brasil em uma posição de maior visibilidade inclusive internacional e estão contribuindo para o entendimento dos avanços e colaboração entre grupos operacionais e de pesquisa. No 4º Relatório do IPCC WG1 (2007) as projeções de mudanças de chuvas para o cenário A1B durante Dez-Jan-Fev e Jun-Jul-Ago indicam um aumento das chuvas em latitudes mais altas e diminuição em latitudes subtropicais até o final do século XXI. Fica destacada também uma tendência

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

de atraso na ocorrência da extensão da estação chuvosa de algumas regiões do Brasil, o que certa forma vem sendo observado nos últimos cinco anos.

### *Evolução da modelagem climática dinâmica → Projeções de mudanças de clima*

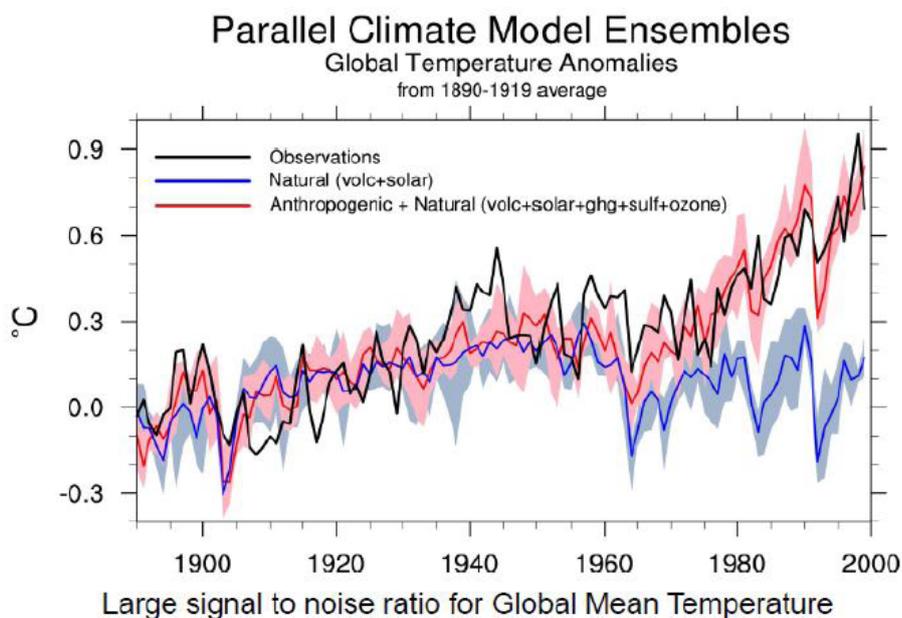


### Atribuições

A figura abaixo foi extraída do 4º Relatório do IPCC WG1 (2007) e é extremamente importante, pois ilustra as hipóteses das atribuições das mudanças climáticas. A linha preta representa as observações, a linha azul indica as simulações do clima entre 1890-2000 forçadas pelas forçantes naturais (vulcânica e solar) e a linha em vermelho indica as simulações do clima para o mesmo período quando forçadas por forçantes antropogênicas e naturais. As faixas de cores são as incertezas de cada modelo (média e desvio padrão). As observações mostram é fato o aumento nas anomalias da temperatura global média. Para os últimos 30 anos a linha em azul não mostra uma tendência de aquecimento tão acentuada em comparação com a linha em vermelho. Ou seja, quando os modelos são rodados com forçantes

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

antropogênicas e naturais há melhor representação do aquecimento observado. Vale ressaltar que as atividades humanas não são responsáveis pelo aquecimento global, e sim ajudam a intensificá-lo.



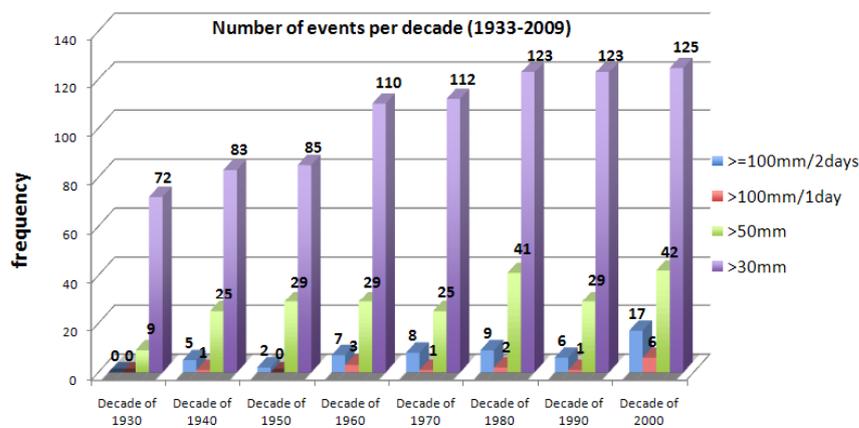
Existe uma cascata de incertezas em termos de projeções climáticas. Não sabemos como a emissão dos gases que contribuem para a intensificação do efeito estufa irão aumentar futuramente. Uma vez que ainda não possuímos um entendimento completo da resposta do sistema climático, os modelos climáticos ainda não podem fornecer previsões precisas das mudanças climáticas. Para um determinado período no futuro, a variabilidade natural pode camuflar ou amplificar as mudanças causadas pelo homem. O uso de modelos climáticos é importante para quantificar estas incertezas já que em alguns casos não é possível prever a variabilidade natural. O Brasil vem desenvolvendo alianças com o objetivo minimizar a cascata de incertezas. O Dr. Marengo cita alguns exemplos como o INCT para Mudanças Climáticas que é a maior rede de implementação e desenvolvimento em meio ambiente já desenvolvida no País. O INPE que está liderando um esforço multi-institucional e internacional para desenvolvimento do MBSCG que incorpora componentes

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

que representam modelos de vegetação, processos de superfície, química da atmosfera, aerossóis, gelo marinho, biogeoquímica e transporte de sedimentos, acoplados a um modelo acoplado oceano-atmosfera. O objetivo é dotar o país da capacidade de modelagem do sistema climático global que incorpore o estado da arte do conhecimento sobre os processos climáticos sobre a América do Sul. A Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede CLIMA) é outro exemplo, e foi instituída pelo Ministério da Ciência e Tecnologia no final de 2007 tendo como objetivo principal gerar e disseminar conhecimentos para que o Brasil possa responder aos desafios representados pelas causas e efeitos das mudanças climáticas globais.

### Variabilidade climática e mudanças: urbanização e megacidades (RMSP)

A figura abaixo mostra a frequência dos eventos extremos de precipitação registrados estação do IAG-USP-Água Funda em São Paulo entre 1933-2010. Em relação a grandes áreas urbanas no Brasil, estudos recentes mostram que na cidade de São Paulo extremos de chuvas intensas (acima de 30 e 50 mm/dia) ficaram mais frequentes desde 1960, e este aumento pode ser atribuído em parte ao desenvolvimento urbano mais do que a variabilidade natural do Clima.





## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

O Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST, <http://www.ccst.inpe.br/>) disponibiliza os cenários futuros derivados do modelo regional ETA CPTec 40 km forçado com o modelo global HadCM3. Para o cenário A1B há indicativo de que as mudanças na chuva (%) na Amazônia e Nordeste em 2071-2100 relativo ao período de 1961-90 apresentem deficiência. Parte do sudeste do continente pode apresentar um aumento nos volumes intensos de chuvas. Para a porção leste do continente as projeções indicam aumento no número de dias secos consecutivos. Projeções de mudanças na atividade dos ciclones extratropicais em diferentes cenários de emissões vêm sendo feitas. Neste sentido, Krüger (2009) verificou que para os cenários A2 e B2 as regiões ciclogênicas próximas ao sul Brasil poderão mover-se mais ao sul entre 2071 e 2085. Como consequência, haverá impacto nos padrões de bloqueios atmosféricos sobre os subtropicais e latitudes médias associados a episódios de secas.

### **Conclusões**

O Dr. Marengo finaliza destacando que os seguintes tópicos são relevantes para o desenvolvimento de uma capacidade mais robusta em termos de previsões e projeções climáticas:

- Maior entendimento dos mecanismos físicos que regem a atmosfera seguida de implementação nos modelos;
- Incorporar melhorias dos processos físicos que dão origem à variabilidade sazonal, interanual e interdecadal considerando que esta previsibilidade envolve a interação entre variação lenta da circulação oceânica e a atmosfera;
- Esquemas de assimilação de dados mais apropriados. Ou seja, traduzir as observações necessárias para inicializar modelos de maneira mais adequada para as previsões em diversas escalas de tempo;



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

- Melhorias na capacidade dos modelos em realizar previsibilidade interdecadal.

### DEBATES

Ao final da palestra o Dr. Marengo respondeu aos seguintes questionamentos.

*Pergunta de Eliezer Martins Diniz, FEA-RP/USP.* Em alguns anos atrás na palestra do Carlos Nobre foi falado que a parte mais pobre que se observava na questão do Clima era a baixa qualidade da parte econômica. Ou seja, quando se tentava relacionar questões econômicas com as projeções climáticas não havia muito entendimento. Como que você enxerga o estado atual desta integração?

*Resposta:* O INPE tem trabalho em dois grandes projetos “Economia das mudanças climáticas no Brasil” e “Aspectos regionais da economia das mudanças climáticas na América Latina”. Os modelos econômicos são rodados com as condições geradas pelos modelos climáticos. E quando se elabora cenários sempre se menciona os aspectos das incertezas. Existe um impasse entre os modelos econômicos e os cenários climáticos elaborados pelo IPCC. Os cenários consideram que existem incertezas inerentes aos dados observados e as limitações dos modelos, o que não pode haver na Economia e este é o impasse na comunicação. Falta estabelecer uma uniformização no vocabulário.

*Pergunta:* Percebo um aumento no número de especialistas que dão um peso maior para os fatores naturais quando comparado com aqueles que defendem os fatores antropogênicos. O desmatamento e crescimento urbano geram incertezas e deveríamos ter estratégias fortes para rever o que atrapalha a tomada de políticas públicas. O que acha disso?



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

*Resposta:* As emissões existem independente do efeito do homem, um exemplo são regiões remotas onde a temperatura média do ar está aumentando. Em grandes cidades há uma tendência maior de aumento deste processo justamente pelos efeitos antropogênicos. Porém, o Governo geralmente entende incerteza como erro o que é um equívoco muito grande. Os cientistas atualmente sabem muito mais que antes, porém possuem mais dúvidas à medida que novas descobertas são realizadas. O ciclo político que é de curto prazo parece contribuir com o aumento na incerteza das projeções climáticas tornando necessário quantificá-las e não reduzi-las.

### **Referências**

IPCC, 2007: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html)

Krüger, L. F., 2009: Projeções Climáticas das Ciclogêneses no Atlântico Sul utilizando os Modelos HadAM3 e RegCM3. Dissertação de Mestrado. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, 105 p.

### **PAINEL**

Marcelo Barreiro Parrilo, Universidad de La Republica, Uruguay

Marcos Heil Costa, UFV

Maria Assunção Faus da Silva Dias, IAG/USP

### **Climate change in La Plata Basin**

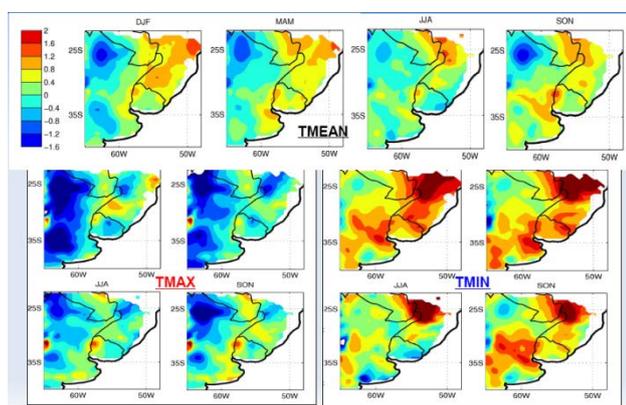
#### **Marcelo Barreiro Parrillo**

Facultad de Ciencias, Universidad de la Republica, Uruguay

O Dr. Marcelo destaca a necessidade de maiores avanços nas previsões climáticas sobre a Bacia do Prata. Esta é uma região que integra cinco países (Uruguai, Argentina, Brasil, Paraguai e Bolívia) e seu crescimento econômico

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

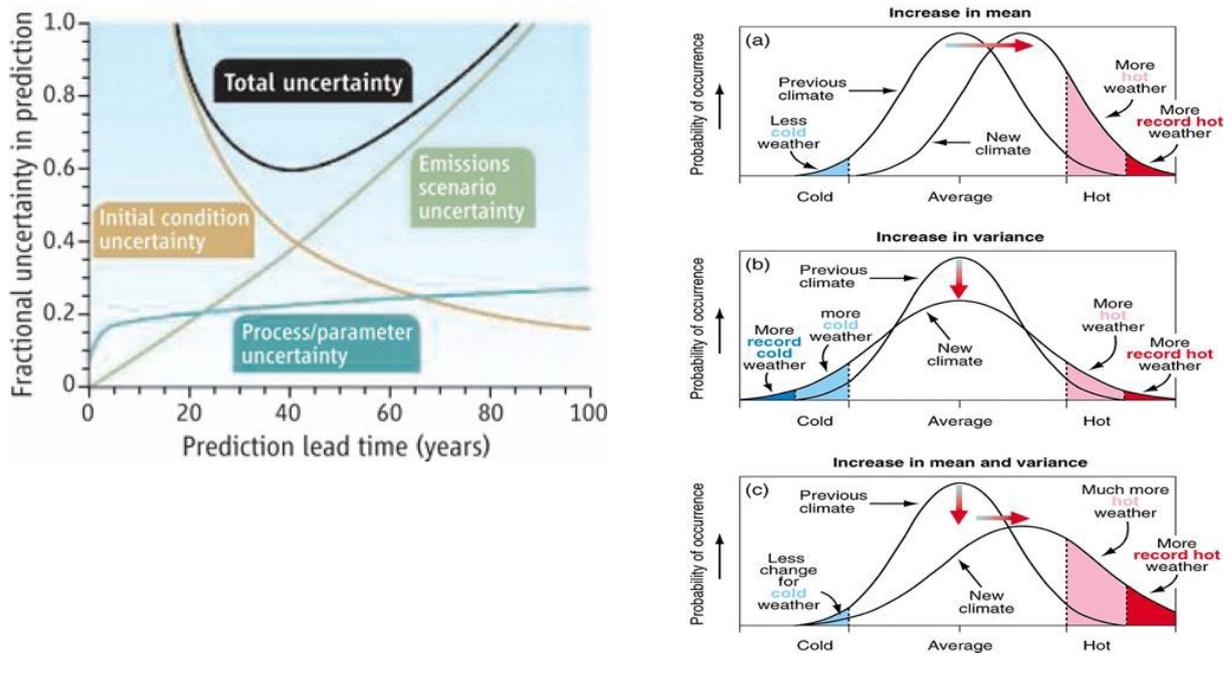
está relacionado às atividades voltadas a agricultura e usinas hidrelétricas que possuem dependência com os regimes de chuvas. Além disso, a região sofre influência remota e local das bacias oceânicas principalmente aquelas localizadas nas faixas tropical e subtropical. Segundo o relatório do IPCC (2007) essa foi uma das regiões do mundo que apresentou aumento significativo das chuvas durante o século XX. Existe uma projeção concordante entre os modelos do *Coupled Model Intercomparison Project 3* (CMIP3) em relação à continuidade deste aumento durante o século XXI (IPCC-AR4, 2007). O CMIP3 é composto por modelos acoplados globais onde oceano, atmosfera, superfície e gelo interagem criando um modelo climático com resolução de 200 km na horizontal e 20-30 camadas verticais. Antes da análise dos campos precipitação é interessante analisar o que ocorreu nas tendências de temperatura do ar em superfície entre 1961-2000 (figura abaixo). Em termos de temperatura média, houve um aumento na maior parte das regiões Sul do Brasil e Uruguai em todas as estações do ano, mas ao norte da Argentina houve um decréscimo. O aumento registrado ocorreu principalmente com as temperaturas mínimas, já nas temperaturas máximas houve uma tendência de diminuição. Os modelos são capazes de capturar essa tendência de aquecimento das temperaturas mínimas como mostrado no aumento do número de noites quentes sobre a Bacia do Prata.



### Incertezas e projeções

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

A figura do painel esquerdo obtida de Cox Stephenson (2007) ilustra um resumo das incertezas e informações obtidas através das projeções dos modelos do CMIP3. Para o final do século XXI muitas incertezas vem da elaboração física do modelo e dos cenários antropogênicos de emissão, que dependem do crescimento populacional, desenvolvimento econômico e uso de combustíveis fósseis. Em escalas de tempo mais longas a forçante radiativa antropogênica domina. De acordo com a figura do painel direito haverá um aquecimento sobre o continente, bem como um aumento de 20% nas chuvas sobre a Bacia do Prata, principalmente durante o verão.

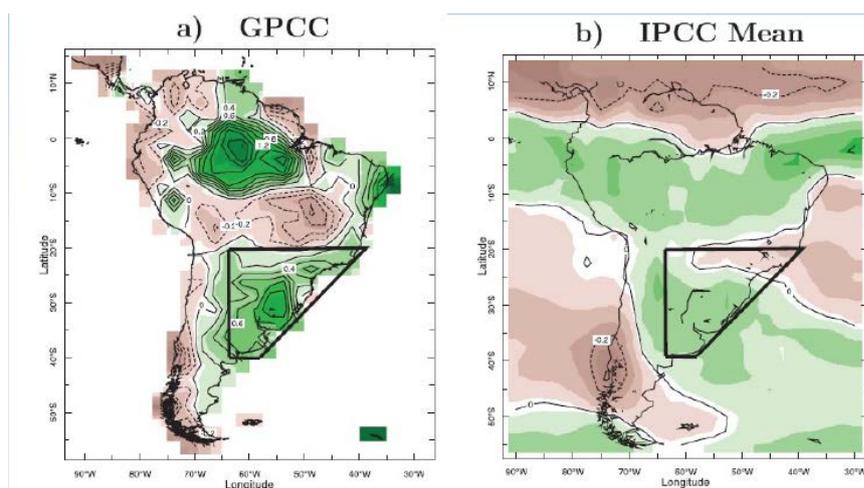


Considerando o cenário A1B, as projeções climáticas para 2080-2099 da maioria dos 21 modelos mostram aumento na precipitação da Bacia do Prata, principalmente no verão. A variabilidade interdecadal tem um papel importante, por exemplo, saber o que pode ocorrer em termos climáticos para os próximos 20 a 30 anos é relevante para tomada de políticas públicas. Grande parte dessa variabilidade é inerente à variabilidade interna do Sistema Climático associada a mudanças nas variáveis oceânicas. Entretanto, os modelos do CMIP3 não são inicializados com condições oceânicas logo não representam adequadamente a fase da variabilidade interdecadal.

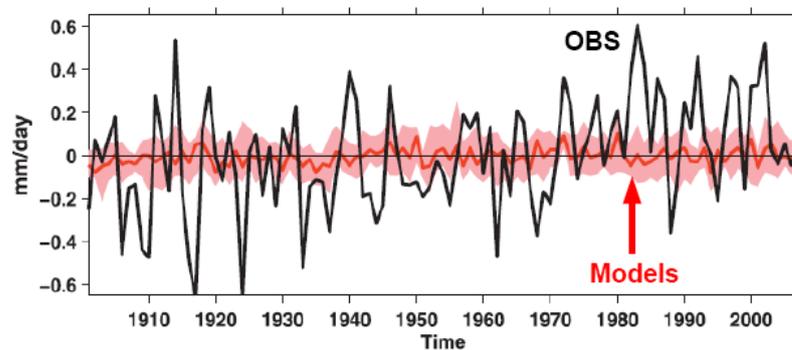
## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Seager et al. (2010) argumentam que a variabilidade interdecadal é uma ferramenta importante para se explicar o registro de chuvas do século XX. Através da figura abaixo (painel esquerdo) é possível observar a tendência de precipitação média (mm/dia) da América do Sul entre 1901 a 2007 (Fonte: GPCC) e a média prevista pelos modelos do IPCC para o mesmo período (painel da direita). Uma estrutura semelhante é observada em ambas figuras, porém, há um padrão muito mais fraco na média das previsões.

A evolução temporal das anomalias de precipitação anual média sobre a Bacia do Prata obtidas no estudo de Seager et al. (2010) é ilustrada no gráfico abaixo. A linha preta indica as observações e a linha vermelha o *ensemble* médio dos modelos. A tendência úmida do início até o final do século XX foi forçada: pelo resfriamento relativo (média global) do oceano Atlântico Tropical associado a Oscilação Multidecadal do Atlântico e pela influência do oceano Pacífico Tropical. E ainda, a tendência induzida pelo CO<sub>2</sub> prevista pelos modelos do CMIP3 é muito pequena comparada com a variabilidade natural na escala interdecadal.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL



### Validação dos modelos do CMIP3: chuva na Bacia do Prata

Vera et al. (2006) verificaram que existe um erro sistemático ou viés no estado básico e na variabilidade das chuvas na Bacia do Prata em 7 modelos do CMIP3. Estes não representam bem as chuvas durante praticamente todas as estações do ano, principalmente durante o outono e inverno. Apenas o MPI é o modelo que mais se aproxima dos valores observados. Isso também ficou refletido nos mapas de variabilidade de Vera e Silvestri (2009) em que os modelos apresentaram uma variabilidade menor que a observada. Além disso, os modelos não são capazes de representar o sinal do El Niño-Oscilação Sul que é o fenômeno climático de maior influência na Bacia da Prata em escala interanual. Segundo Jupp et al. (2010), a comparação entre o *skill* de cada modelo é útil para se verificar o peso das projeções de cada um deles com base nas habilidades de produzirem aspectos chaves do clima observado como a média e a variabilidade. Foi mostrado que não há uma relação clara entre a habilidade do modelo em simular a média anual da chuva e o sinal de tendência prevista no futuro. Considerando o cenário A1B para o sul do Brasil, por exemplo, a média anual das chuvas sugere que a PDF irá se amplificar até o final do século. Ou seja, haverá tanto uma maior probabilidade de condições de secas quanto condições de chuvas acima da normal nesta região.

### Causas do aumento da chuva sobre a Bacia do Prata durante o verão

Apesar do grande viés na precipitação é possível entender os processos responsáveis por tais mudanças. Segundo Junquas et al. (2011) o aumento é devido a maior ocorrência da fase positiva do principal padrão



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

interanual de verão da variabilidade das anomalias de chuva. O comportamento desse modo é não linear em relação as forçantes radiativas e há uma tendência pequena antes de 2050 onde a variabilidade interna domina e depois a tendência fica mais acentuada.

### **Validação dos modelos do CMIP3: oceanos**

Os padrões tropicais de TSM são muito importantes para a Bacia do Prata porque forçam remotamente anomalias climáticas. De acordo com os resultados de Richter e Xie (2008), há erros sistemáticos no estado básico em todo o Atlântico Tropical nos modelos do CMIP3. Logo, não há uma boa representação da *cold tongue*, principalmente durante o trimestre de junho a agosto. O viés apresenta TSM mais quente a leste do que a oeste da bacia ao contrário do observado, resultando no enfraquecimento dos ventos alísios na faixa equatorial e um corrente termoclina bem mais profunda a leste. Isto afeta a precipitação simulada na Bacia do Prata. Uma das hipóteses é que a simulação da convecção fraca na região Amazônica afeta o enfraquecimento dos ventos alísios na faixa equatorial e conseqüentemente compromete o transporte de águas oceânicas mais frias para a superfície a leste da América do Sul. Os modelos acoplados do CMIP5 ainda apresentam o mesmo viés apesar das melhorias nas parametrizações (NCAR CCSM4 [http://www.cesm.ucar.edu/experiments/ccsm4.0/diagnostics/b40.1850.track1.1deg.006/ocn\\_863-892-obs/TEMP0.gif](http://www.cesm.ucar.edu/experiments/ccsm4.0/diagnostics/b40.1850.track1.1deg.006/ocn_863-892-obs/TEMP0.gif)). Como consequência, as projeções de TSM nesta bacia não são confiáveis, e as previsões interdecadais de curto prazo deverão apresentar correção desse viés.

Existe uma controvérsia entre o estado futuro do oceano Pacífico Equatorial. Diferentes observações para o século XX mostram conflitos. Enquanto a base de dados do ERSSTv.2 sugere aumento do aquecimento no leste da bacia, os dados do HADISST sugerem um ligeiro resfriamento até condições de neutralidade na região de *cold tongue* (Vecchi et al., 2008). Ou seja, é pouco viável validar os modelos com esses dados do passado. Segundo Fedorov et al. (2006) o Plioceno médio ocorrido há 3 milhões de anos



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

atrás conhecido como um período de El Niño permanente, tinha a mesma distribuição de continentes que hoje e a concentração de CO<sub>2</sub> também era similar. Porém, o Clima era mais quente e o nível médio do mar global estava de 15-25 m acima do normal. Porém, a cold tongue e o *upwelling* (afloramento) nas costas oceânicas que hoje existem não existiam naquela época, explicando assim o termo El Niño permanente. Por isso, estudos têm sido realizados para reconstrução e simulação do estado básico do Plioceno já que é considerado como tendo condições relativamente semelhantes aquelas previstas para climas futuros. Porém, atualmente os modelos climáticos não possuem habilidade em reproduzir o estado de El Niño permanente.

### Conclusão

O Dr. Marcelo conclui dizendo que os modelos permitem entender os processos básicos que governam a variabilidade climática regional. Por isso, devem ser testados com observações passadas, principalmente com registros paleoclimáticos.

### Referências

Cox P, Stephenson D (2007) A changing climate for prediction. *Science* 317: 207-208.

Fedorov A, Dekens PS, McCarthy M, Ravelo AC, de Menocal PB, Barreiro M, Pacanowski R, Philander SG (2006) The Pliocene paradox (Mechanisms for a permanent El Niño). *Science*, 312, 1485-1489.

IPCC, 2007: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html)

Junquas C, Vera C, Li L, Le Treut H (2011) Summer precipitation variability over southeastern South America in a global warming scenario. *Clim. Dynam.* Accepted.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

- Jupp TE, Cox PM, Ramming A, Thonicke K, Lucht W, Cramer W (2010) Development of probability density functions for future south American rainfall. *New Phytologist*, doi:10.1111/j.1469- 8137.2010.02268.x.
- Richter I, Xie S-P (2008) On the origin of equatorial Atlantic biases in coupled general circulation models. *Clim. Dynam.* 31 (5), 587-598.
- Seager R, Naik N, Baethgen W, Robertson A, Kushnir Y, Nakamura J, Jurburg S (2010) Tropical Oceanic Causes of Interannual to Multidecadal Precipitation Variability in Southeast South America over the Past Century. *J. Climate* 23: 5517-5539.
- Vecchi GA, Clement A, Soden BJ (2008) Examining the Tropical Pacific's Response to Global Warming. *EOS, Trans. Amer. Geophys. Union*, v.89(9), pp.81,83.
- Vera C, Silvestri G (2009) Precipitation interannual variability in South America from the WCRP-CMIP3 multi-model dataset. *Clim. Dyn.* 32:1003:1014.
- Vera C, Silvestri G, Liebmann B, Gonzalez P (2006) Climate change scenarios for seasonal precipitation in South America from IPCC-AR4 models. *Geophys. Res. Lett.* 33, L13707, doi:10.1029/2006GL025759.

### **Uma análise crítica da confiabilidade das previsões climáticas em escala interdecadal**

**Marcos Heil Costa,**

UFV

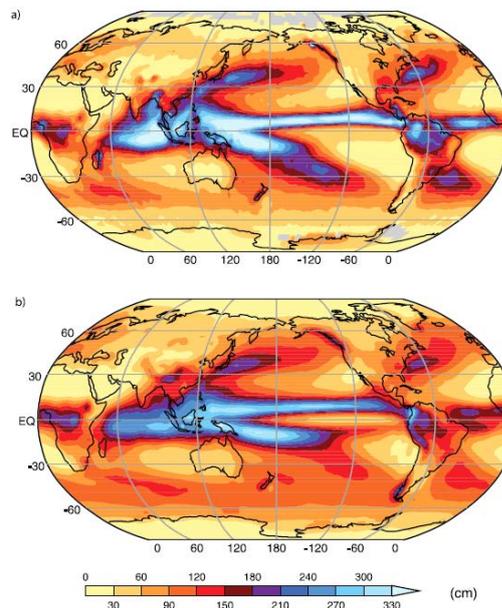
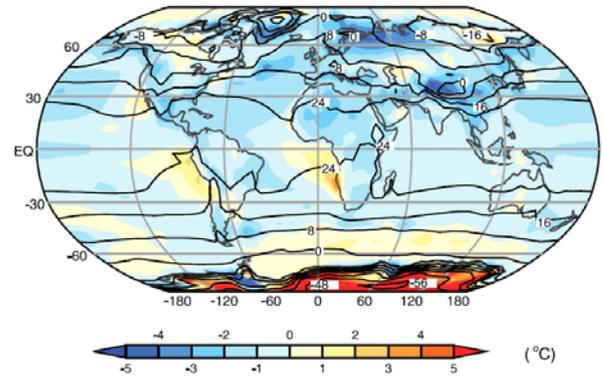
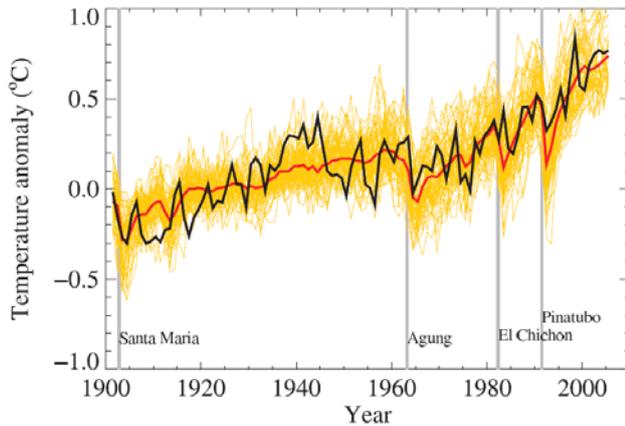
Uma perspectiva histórica sobre a questão da previsibilidade climática mostra que o objetivo dos experimentos climáticos numéricos iniciais era verificar qual a sensibilidade do clima simulado pelo modelo às mudanças nas condições de contorno impostas, como por exemplo, mudanças na Temperatura de Superfície do Mar (TSM) e na concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Este procedimento ainda é utilizado atualmente, porém, nos últimos anos houve a necessidade de se verificar a sensibilidade desses modelos a cenários futuros. Para tanto, cenários baseados no crescimento populacional e



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

econômico e no uso de combustíveis fósseis foram considerados, e assim, foram criadas as projeções climáticas.

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL



### Confiabilidade das previsões

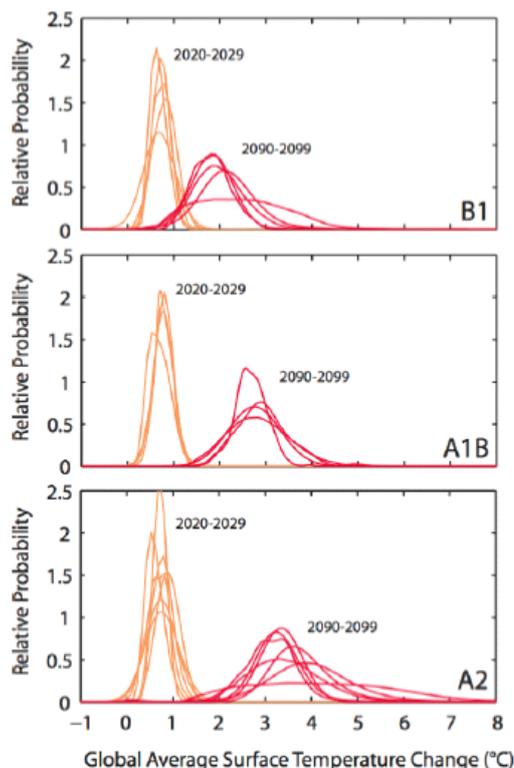
Os sistemas de previsão de Tempo e Clima podem ter a sua confiabilidade medida com base no acerto dos eventos anteriores. No caso das previsões de longo prazo, a aferição dessa confiabilidade é mais limitada, devido à escassez de dados passados, diferentemente da previsão de Tempo. O Capítulo 8 do IPCC AR4 WG1 (2007) contém uma avaliação detalhada das previsões climáticas passadas dos modelos envolvidos nessa questão. Na figura acima à esquerda, a linha preta representa a anomalia de temperatura observada (°C) desde 1900 até 2005, as linhas amarelas representam as 58



#### IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

simulações da anomalia de temperatura dos 14 modelos climáticos do IPCC e a linha em vermelho, a média destas simulações. Tendo em vista a menor margem de erro, a média das *ensembles* das simulações de todos os modelos mostra ser o previsor mais adequado da variabilidade climática que ocorreu nesse período do que se for considerado o *ensemble* de um modelo individualmente. Na figura à direita é ilustrada a TSM média observada (contornos) e o erro médio (escala de cores) dos modelos considerados pelo IPCC. Os valores entre 2 e 3°C no erro médio da TSM parecem ser relativamente pequenos, mas existem diferenças regionais que podem ser importantes na definição do clima de determinadas partes do globo. Na figura central inferior é mostrado o mapa de climatologia de precipitação global observada (cm) no período 1980-1999 e a média dos modelos do IPCC para o mesmo período. Globalmente há uma boa representação das zonas de convergência sobre a região equatorial e sobre o oceano Pacífico Sul. Porém, os climas sobre a região Amazônica e sobre a Zona de Convergência do Atlântico Sul aparecem com valores de precipitação abaixo da climatologia observada. Isto ocorre, em parte, porque o clima da América do Sul depende da variabilidade de TSM local do oceano Atlântico bem como dos respectivos gradientes que não são bem simulados pelos modelos do IPCC. De acordo com o estudo de Malhi et al. (2009) também não há boa representação da relação clima-vegetação da Amazônia simulada por esses modelos.

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL



### Incertezas nas previsões futuras

A figura acima ilustra a probabilidade relativa do Aquecimento Global em termos da distribuição média e desvios padrões dos modelos do IPCC sendo esta uma maneira quantificar as respectivas incertezas. Por exemplo, para a década de 2090 considerando o cenário B1 pode ser esperado um aquecimento médio do globo entre 1 a 4°C com 95% de probabilidade. Ou seja, a média e o desvio padrão que caracterizam as incertezas dos modelos são informações que não podem ser negligenciadas, pois fazem parte do método científico. A informação de apenas um modelo não seria suficiente para caracterizar as incertezas associadas à previsão de determinada variável, pois não teríamos variabilidade e não seria possível testar hipóteses.

Para exemplificar as incertezas nas previsões futuras o Dr. Marcos mostrou os resultados preliminares da Tese de Doutorado em Clima e Meio Ambiente no INPA de Marcos Paulo Santos Pereira. No estudo, a vegetação foi usada como indicador de mudança climática, pois um clima quente e úmido



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

sem estação seca implica em floresta tropical perene; um clima chuvoso, mas com estação seca implica em vegetação do tipo cerrado; um clima quente e semi-árido resulta em caatinga. O experimento numérico com modelo acoplado clima-vegetação foi forçado pela TSM observada entre 1950-2000 e rodado durante 50 anos gerando uma simulação controle. Posteriormente, o modelo foi forçado pela TSM prevista dos 10 GCMs relatados no IPCC AR4 (Barsugli et al., 2006) para 50 anos de previsão (2001-2050). Ou seja, uma variabilidade causada unicamente pela TSM prevista foi introduzida no modelo. O resultados sugerem que os padrões de vegetação simulados (uma aproximação do clima) são incertos em algumas regiões da América do Sul devido à variabilidade da TSM prevista. À medida que o tempo de simulação aumenta, maiores são as incertezas, devido à divergência cada vez maior entre os padrões de TSM e a não-linearidade do Sistema Climático. Essas estimativas de incerteza são na verdade conservadoras, pois só um modelo clima-vegetação foi usado; apenas os padrões de TSM variaram.

### Conclusões

O Dr. Marcos destaca que, para reduzir as incertezas na previsibilidade interdecadal, em primeiro lugar é necessária quantificar as incertezas atuais, e para isso a média e a variabilidade do *ensemble* das simulações de vários modelos climáticos deve ser considerado como razoável previsor da variabilidade climática de um determinado período. Vale ressaltar que além das incertezas dos modelos devem ser consideradas as incertezas sócio-econômicas e de uso de combustíveis fósseis.

Finalmente, a variabilidade da TSM associada aos impactos regionais sobre os subtrópicos da América do Sul contribui com o viés nas médias das simulações de precipitação dos modelos do IPCC. Assim, é de suma importância a construção do MBSCG que deve ser não-viesado e deve incorporar características particulares do continente sul americano.

### Referências



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Barsugli, J. J., Shin, S. I., Sardeshmukh, P. D., 2006: Sensitivity of global warming to the pattern of tropical ocean warming. *Climate Dynamics*, 27: 483-492.

IPCC, 2007: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html)

Malhi Y, Aragão LEOC, Galbraith D, Huntingford C, Fisher R, Zelazowski P, Sitch S, McSweeney C and Meir P. (2009). Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change-induced dieback of the Amazon rainforest. *Proc Natl Acad Sci USA* 106: 20610-20615.

### **Incertezas associadas a nuvens nos cenários de mudanças climáticas**

**Maria Assunção Faus da Silva Dias**

IAG/USP

As nuvens exercem papel fundamental no sistema climático já que fazem parte do ciclo hidrológico. A Dra. Assunção discute que parte das incertezas das mudanças climáticas ocorre devido à dificuldade na representação das nuvens pelos modelos climáticos. Os modelos numéricos de Tempo também possuem deficiência nesta questão. Apesar dos constantes avanços ocorridos nos últimos anos em relação à década de 70, a modelagem numérica de Tempo e Clima ainda constituem de representações simplificadas da realidade da atmosfera. As melhorias nas formulações numéricas devem ser constantes, principalmente em termos de aumento da resolução espacial e temporal e de representação dos processos físicos de retro-alimentação com nuvens.

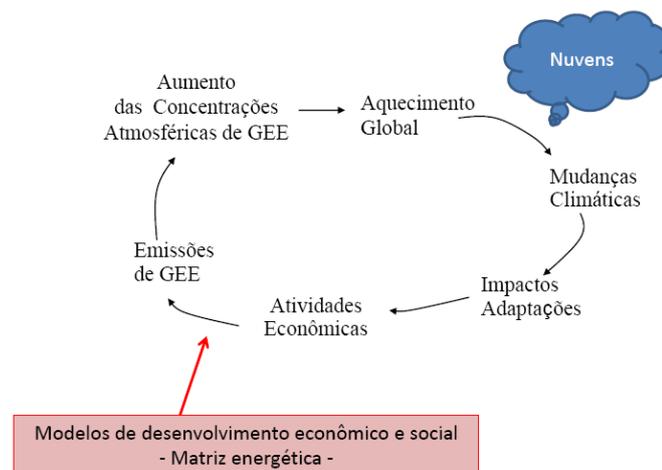
### **Aquecimento Global e Economia**

O sistema atmosférico é complexo sendo caracterizado por interações em diferentes escalas. Embebidos nessa complexidade estão as nuvens

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

profundas, as nuvens rasas e os processos de transferência de radiação solar. O aumento da disponibilidade vapor d'água na atmosfera associado ao Aquecimento Global interfere no processo da formação das nuvens que também aparecem como incertezas no ciclo relacionado às inter-relações Clima e Economia. Na figura a seguir existe um processo cíclico entre os modelos de desenvolvimento econômico e social (matriz energética) e o Clima global. Tal matriz associada às atividades econômicas favorece um aumento na emissão e concentração dos Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera contribuindo para intensificação do Aquecimento Global. O Aquecimento modifica os processos de formação de nuvens propiciando mudanças climáticas não só a nível global, mas também regional requerendo assim estratégias de adaptação.

### Clima e Economia

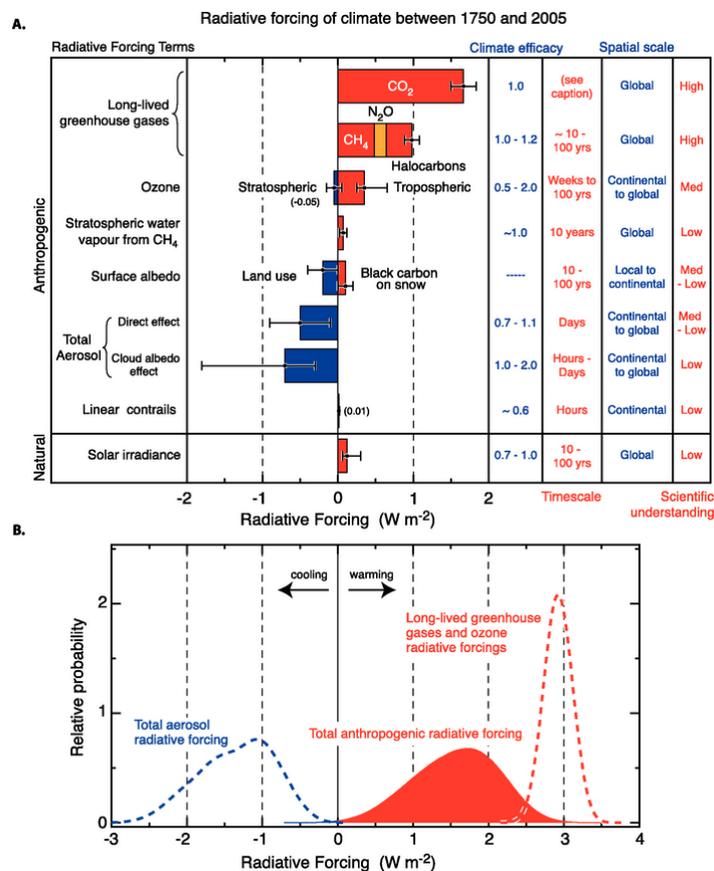


### O papel das nuvens

O papel das nuvens no Sistema Climático da Terra depende das seguintes interações: nuvem-radiação; nuvem-aerosol e nuvem-efeito de mudança do uso da terra. As interações nuvem-radiação constituem etapas do

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

balanço de radiação solar global onde as incertezas estão na não-linearidade do sistema. Ou seja, as nuvens tanto podem refletir radiação quanto podem absorver radiação infravermelha emitida pela terra+atmosfera. As incertezas entre nuvem-aerossol dizem respeito aos efeitos diretos dos aerossóis e indiretos relativos a alterações nos processos microfísicos de nuvens, e conseqüentemente impacto na dinâmica e circulação de grande escala da atmosfera. Na figura abaixo extraída do IPCC 4AR WG1 (2007) são destacadas as incertezas e a contribuição para o Aquecimento Global das forças climáticas antropogênicas e naturais entre 1750 e 2005. A barras vermelhas (azuis) indicam a contribuição para aquecimento (resfriamento) do Sistema Climático. O aumento da concentração de aerossóis esteve associado ao resfriamento de  $-0,5 \text{ W/m}^2$ , por seu efeito direto no Clima, e de  $-0,7 \text{ W/m}^2$  por seu efeito indireto (ou seja, albedo das nuvens). No total, um resfriamento de  $-1,2 \text{ W/m}^2$ , camuflando parte do aquecimento devido ao  $\text{CO}_2$ .



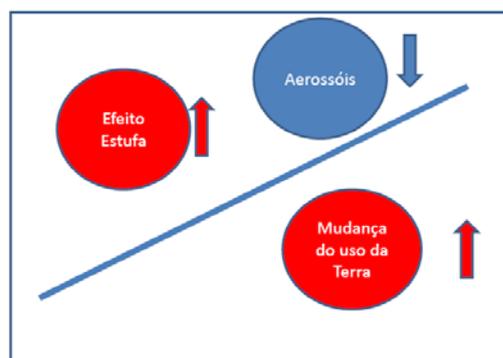
## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Considerando que as nuvens reagem a características da superfície, existe mais um desafio no entendimento de como isto ocorre devido às mudanças do uso da terra, por exemplo, desmatamento, queimadas e urbanização. É recomendável que uma maior ênfase seja dada nesse sentido já que o assunto é relevante inclusive no contexto das mudanças climáticas a nível regional. Um exemplo com um estudo de caso de Saad et al. (2010) sobre o impacto do desmatamento no efeito de brisa na floresta Amazônica foi citado. Uma pequena região desmatada de 1 km<sup>2</sup>, por exemplo, pode apresentar aumento de 2 a 3°C na temperatura do ar em relação à floresta ao seu redor. O gradiente de temperatura associada à brisa seria suficiente para acarretar em um aumento de 20% na chuva sobre a região. Porém, grandes desmatamentos convergem para diminuição das chuvas.

### Conclusões

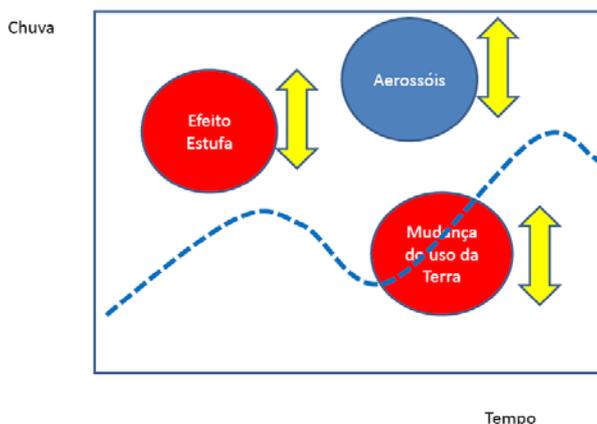
A figura abaixo sintetiza o que é observado em termos globais. No painel esquerdo, a intensificação do efeito estufa e mudanças do uso da terra tendem a aumentar a temperatura do ar. Uma maior concentração de aerossóis na atmosfera tende a resfriar a temperatura média global. No painel da direita fica claro que existe uma relação mais complexa em termos de chuva. Neste caso, os impactos podem ser tanto de aumento como diminuição devido às interações com as nuvens.

Temperatura



Tempo

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL



As incertezas no processo de formação de nuvens também estão associadas ao viés na previsão da TSM no contorno oeste do oceano Atlântico como discutido nos painéis anteriores. A Dra. Assunção enfatiza que esforços devem continuar sendo realizados para melhorias dos processos de parametrização de nuvens cumulus. Os avanços no entendimento do impacto dos processos antropogênicos como o de urbanização em grandes cidades versus a variabilidade natural do Sistema Climático, são essenciais para tais melhorias. O desenvolvimento do MBSCG deve incorporar melhorias nos processos relativos as nuvens tropicais. Por exemplo, as regiões Norte e Nordeste do Brasil apesar de estarem na mesma faixa latitudinal (trópicos) possuem climas distintos devido aos diferentes mecanismos de retroalimentação que constituem o processo de formação de nuvens.

### Referências

IPCC, 2007: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html)

Saad, Sandra I., Humberto R. da Rocha, Maria A. F. Silva Dias, Rafael Rosolem, 2010: Can the Deforestation Breeze Change the Rainfall in Amazonia? A Case Study for the BR-163 Highway Region. *Earth Interact.*, 14, 1–25. doi: 10.1175/2010EI351.1



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### DEBATES

O debate foi baseado em questões e comentários feitos pelos ouvintes e conferencistas presentes.

*Pergunta (Humberto da Rocha, IAG/USP, para Assunção):* Gostaria que comentasse algo a respeito do efeito do aumento das nuvens cirrus e estratiformes no Sistema Climático.

*Assunção:* Um aumento de nuvens estratiformes pode provocar dois efeitos: reflexão da radiação solar incidente de volta para o espaço contribuindo para resfriamento, e absorção e retransmissão da radiação emitida pela superfície terrestre contribuindo para aquecimento. As nuvens cirrus são transparentes para radiação solar e absorvem a radiação terrestre. Um dos grandes desafios da modelagem numérica da atmosfera é a representação correta das nuvens na formulação dos modelos tanto na questão de quantidade quanto no tempo de vida.

*Pergunta (Humberto Rocha, IAG/USP, para Marcos):* Se considerarmos a média das anomalias de mudanças de chuvas para o Brasil simulada por diferentes modelos climáticos, podemos ter uma tendência próxima de zero. Poderia comentar algo a respeito?

*Marcos:* Isto é possível, porém temos como quantificar as incertezas se junto com as médias das anomalias calcularmos seus respectivos desvios padrões.

*Pergunta (Eliezer Martins Diniz, FEA-RP/USP, para Assunção):* A estação meteorológica do IAG tem uma série de dados boa pelo fato de que não houve mudanças ao seu redor?

*Assunção:* Não, durante os 78 anos de existência a estação não apresenta falhas, pois foi operada com redundância, por exemplo, as chuvas foram medidas com pluviômetro e pluviógrafo. Ela registra inclusive os dados horários e a característica de redundância resultou em alguns estudos e livros a seu respeito. É uma estação que está cercada e dentro de um parque com um raio de 1 km de floresta, assim o efeito da urbanização é reduzido.

*Pergunta (Rosmeri Porfírio, IAG/USP, para Marcos):* Qual a resolução espectral das simulações que você apresentou?

*Marcos:* A resolução foi T42.

*Pergunta (Pedro Dias, LNCC/MCT e IAG/USP, para todos):* Foram apontados os problemas inerentes à confiabilidade dos modelos para a América do Sul. Mas quais são as opiniões em termos de priorização para os próximos anos no Brasil visando três focos: recursos humanos, capacidade computacional e questões tropicais? *Pergunta (Tércio Ambrizzi, IAG/USP, para todos):* É possível estabelecer um tempo?

*Assunção:* As nuvens e aerossóis merecem papel de destaque na melhoria dos modelos numéricos de previsão de Tempo e Clima principalmente em regiões tropicais da América do Sul. Esforços como os dos Projetos Chuva e



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

AEROCLIMA devem ser tidos como exemplos. O tempo de formação de Doutores capacitados na implementação computacional dos processos físicos destas modelagens é um dos fatores que irá determinar novos avanços na área.

*Marcelo:* Recomendou melhorias na previsão dos subtrópicos da América do Sul, tendo em vista que a Zona de Convergência do Atlântico Sul atuante nesta região sofre influencia de diversas interações em escalas espaciais e temporais. E ainda, a comunidade científica deve reunir esforços para um maior entendimento dos registros paleoclimáticos e incorporação mais adequada dos Ciclos Solares e Eras Glaciais nos modelos climáticos.

*Marengo:* O crescimento da capacidade computacional adquirida nos últimos anos não foi seguido do crescimento na quantidade de Pesquisadores. Assim, os conhecimentos científicos de diferentes Universidades e Centros de Pesquisa da América do Sul devem convergir para construção do MBSCG. Ou seja, o antigo perfil de “pesquisadores de escritórios” precisa ser substituído por cooperações fora de suas instituições de origem.

*Marcos:* Ressaltou que há muitos estudos sobre os processos tropicais sobre a América do Sul (queimadas, nuvens, inundações, etc), mas muitos ainda não foram incorporados nos códigos de modelos de Tempo e Clima. No Brasil o processo de implementação do MBSCG se dá paralelamente ao processo de formação de recursos humanos. Assim é de suma importância o apoio financeiro constante do Governo, Agências de Fomento e Iniciativa Privada na manutenção de recursos humanos. Segundo o conferencista a estimativa de mais avanços deve ocorrer em 10 anos.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

### **TEMA: CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

#### **PALESTRA**

Carlos Alfredo Joly, DEPPT/MCT e IB/UNICAMP

#### **PAINEL**

Arnildo Pott, UFMS

Ima Célia Guimarães Vieira, Museu Emilio Goeldi

Marcelo Tabarelli, UFPE

Maria da Cunha Bustamante, UnB

#### **PALESTRA**

Carlos Alfredo Joly

DEPPT/MCT, IB/UNICAMP

### **Discussão sobre reforma do Código Florestal**

O Prof. Joly discorre sobre a proposta de alteração do Código Florestal, “anistiando aqueles que desmataram Reserva Legal (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APP) ignorando a lei, reduzindo em 50% a proteção a riachos e ribeirões com menos de 5m e descaracterizando as áreas de Reserva Legal como mecanismo de conservação da biodiversidade nativa” terá efeitos sérios à manutenção e proteção à biodiversidade. Avanços do conhecimento científicos em relação à “ composição, dinâmica, funcionamento e serviços ambientais da vegetação nativa” não estão sendo considerados. Assim como, “a possibilidade de utilizar este patrimônio natural de forma sustentável, como sustentáculo de um novo modelo de desenvolvimento do país.”

Mudanças climáticas e biodiversidade tem que ser discutidas em conjunto. No ranking dos 17 países de maior biodiversidade, conhecidos como mega diversos o Brasil é o B1. Isso representa um enorme diferencial de capital natural, estratégico para o desenvolvimento socioeconômico do país, que precisa ser conservado e utilizado de forma sustentável. Representa também uma grande responsabilidade perante o planeta. O Brasil precisa internalizar o discurso ambiental que tem internacionalmente. Há uma



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

contribuição majoritária do desmatamento nas emissões de gases de efeito estufa indicada no recente inventário de emissões divulgado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia.

Inegavelmente, o descumprimento do Código Florestal vigente, no que tange às APP e RL, contribui para o aumento contínuo do número de espécies brasileiras vulneráveis e ameaçadas de extinção nas listas periodicamente atualizadas pelas sociedades científicas e adotadas pelos órgãos e instituições da área ambiental.

### **Áreas de Preservação Permanente (APP)**

Entre os pesquisadores há consenso de que as áreas marginais a corpos d'água - sejam elas várzeas ou florestas ripárias - e os topos de morro ocupados por campos de altitude ou rupestres são áreas insubstituíveis em função da biodiversidade e seu alto grau de especialização e endemismo.

A redução das áreas de APP em regiões ripárias (à margens dos corpos d'água) podem provocar:

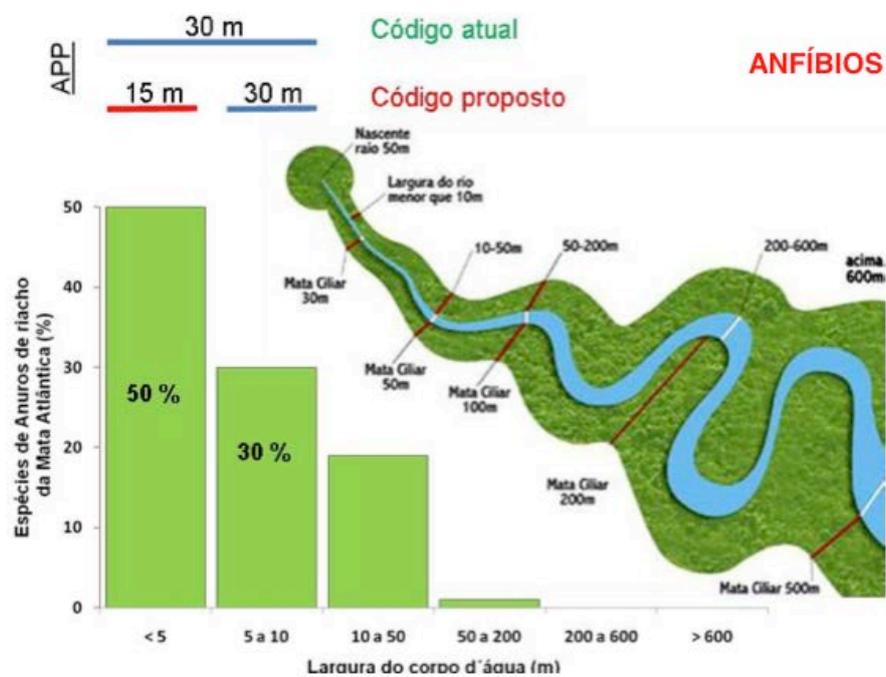
- Aumento da erosão superficial;
- Aumento do assoreamento, com aumento da probabilidade de inundações;
- Aumento da turbidez, com a diminuição da entrada de luz e redução da diversidade e da quantidade de peixes e outros organismos aquáticos;
- Aumento da contaminação da água com adubos e agrotóxicos;
- Aumento do custo de tratamento da água para consumo humano.

Deve-se levar em consideração que o Brasil abriga pelo menos 20% das espécies do planeta, com altas taxas de endemismo para diferentes grupos taxonômicos. Logo, uma alteração como a qual está sendo proposta para o código florestal ameaça frontalmente uma riqueza natural incontestável. A vegetação das áreas próximas a rios, chamada de vegetação ripária, hospeda uma biodiversidade riquíssima e tem uma funcionalidade ecológica. O código florestal a ser votado propõe que os rios menores de 5 m de largura terão a

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

mata ripária estabelecida a partir da vazão mínima, o que não necessariamente representa sua funcionalidade, basta dizer que áreas de várzea representam importantes áreas de escape das águas do rio em períodos de cheia. Dentre as importantes funcionalidades ecológicas da mata ripária destaca-se: redução no aporte de sedimentos e aporte de nutrientes. Estes fatores atuam diretamente no custo para o tratamento de água, sendo que, em bacias de drenagem com reduzida presença de mata ciliar, registra-se um alto custo para este tratamento.

Além do comprometimento na qualidade e quantidade de água no manancial desprovido de mata ciliar, este é um ambiente de rica biodiversidade. Segundo alguns estudos, estima-se a perda de 50% dos anfíbios com a alteração do Código Florestal, veja Toledo (2010) (Figura abaixo, extraída da apresentação).



O impacto da redução da Área de Proteção Permanente para mamíferos se relaciona ao empobrecimento da mata, determinado pelo efeito de borda, provocando a redução da área efetiva de conservação. O empobrecimento da mata se expressa pela perda de grandes árvores frutíferas, invasão de



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

espécies, e redução de habitat. Exemplos mencionados foram: anta e felino; cervo do Pantanal (a hidroelétrica de Porto Primavera contribuiu para a extinção da população de cervos).

A mata ciliar funciona também como corredores de conexão entre parcelas de floresta, permitindo o fluxo gênico, constituição de habitats, e a possibilidade de recomposição natural de florestas através de dispersão de sementes e competição natural. A efetividade desses corredores está associada a fatores como: largura, qualidade do habitat e conectividade.

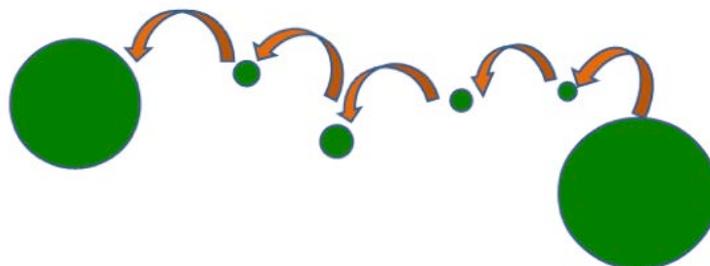
Outro universo importante de discussão sobre as alterações no código florestal e a caracterização da relação natureza-homem são os serviços ambientais. Dados sugerem que ações antrópicas determinam a perda de importantes serviços fornecidos pela natureza, como, por exemplo, a polinização. Culturas como soja e laranja dependem da eficiência da polinização de suas flores e, para que haja a manutenção de uma população estável de polinizadores, a preservação da área florestal próxima às plantações essencial à preservação da população de polinizadores em períodos entre safras dessas culturas.

### **Reserva Legal**

A Reserva Legal tem funções ambientais e características biológicas, em termos da composição e estrutura de sua biota, distintas das APPs.

Nos biomas com índices maiores de antropização, como o Cerrado, a Caatinga e algumas áreas altamente fragmentadas (como a Mata Atlântica e partes da Amazônia), os remanescentes de vegetação nativa, mesmo que pequenos, têm importante papel na conservação da biodiversidade remanescente e na diminuição do isolamento dos poucos fragmentos da paisagem. Tais remanescentes funcionam como trampolins ecológicos no deslocamento e na dispersão das espécies pela paisagem.

Pequenas áreas de habitat dispersas pela matriz antropizada. Funcionam como ponto de ligação e trampolins ecológicos (como, por exemplo, a distribuição de antas e onças próximo a Campinas (SP)). Veja a figura abaixo.



### Pontos ressaltados

Salienta-se a importância ambiental e econômica das áreas de Reserva Legal. Com uso planejado, a rentabilidade pode ser muito próxima do valor que se obtém com agricultura ou, principalmente, pecuária. Por outro lado, o avanço no conhecimento da importância da restauração de áreas florestais no Estado de São Paulo indica que, por mais bem sucedida que seja, a restauração consegue repor apenas 60% das espécies arbóreas presentes anteriormente na área.

Com isto, os programas que determinam a importância de matrizes marcadas de árvores são críticos. O Estado de São Paulo possui mais de 20.000 matrizes marcadas. Mas deve-se investir fortemente em conhecimento científico, desenvolvendo estratégias para introdução e recuperação de fauna como componente essencial à recuperação florestal. A recuperação da população de espécies de roedores e pássaros, entre outros, é de grande importância para a dispersão de sementes e recuperação da mata.

Ressalta-se que a restauração de áreas ripárias de proteção permanente e de reservas legais se tornou possível graças ao avanço do conhecimento científico e tecnológico. Principalmente porque essa recuperação deve ser feita com espécies nativas, uma vez que o uso de espécies exóticas compromete sua função de conservação da biodiversidade e não assegura a restauração de suas funções ecológicas e dos serviços ecossistêmicos.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### **Plano Nacional de Mudanças Climáticas**

O que se gostaria de ver destacado, ou talvez instrumentalizado, no Plano Nacional de Mudanças Climáticas, são mecanismos que criem condições para que se remunere aquele que mantém a floresta e os serviços ambientais por ela prestados, mantendo também estoques de carbono. Alguns exemplos disso existem, como a Bolsa Floresta do Estado do Amazonas. O segundo mecanismo é ter-se uma maior facilidade para que processos de restauração de áreas de preservação permanente e de reserva legal sejam financiáveis dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Precisamos acelerar os mecanismos de validação dentro do MDL, bem como melhorar os cálculos sobre estimativas de ganho de carbono por árvores tropicais. Isto enfraquece as demandas brasileiras por este tipo de financiamento. O Brasil tem aprovado, dentro dos mecanismos nacionais que possibilitam o envio de projetos de MDL florestal para avaliação internacional, cerca de 400 projetos; a Índia tem 2800; e a China tem cerca de 4200 projetos.

A restauração é um projeto caro que pode ser co-financiado pelo proprietário e pelos órgãos públicos. O serviço que a floresta presta deve ser compartilhado e financiado pela iniciativa privada nacional e internacional.

Em síntese, o Plano Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC) deve propor:

- (i) Mecanismos que criem condições para remuneração daqueles que preservam a floresta;
- (ii) Mecanismos para facilitar a recuperação de APP e Reserva Legal.

Um ponto importante a ser destacado para o sucesso do Plano, em relação aos pontos destacados acima, é o avanço científico com relação a curvas de absorção de carbono pela vegetação nos diversos estágios de crescimento em projetos de restauração. Este ponto é crítico na conceituação e propostas de projetos dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, do Protocolo de Quioto, o que permitiria financiamento aos produtores que mantêm a floresta em pé.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### **PAINEL**

Arnildo Pott, UFMS

Ima Célia Guimarães Vieira, Museu Emilio Goeldi

Marcelo Tabarelli, UFPE

Mercedes Maria da Cunha Bustamante, UnB

### **Biodiversidade do Pantanal**

Arnildo Pott  
UFMS

O Prof. Arnildo Pott apresenta algumas generalidades sobre a região e enfatiza o contraste da vegetação em relação à disponibilidade hídrica, ou seja, a estreita dependência da distribuição de espécies de plantas e o balanço hidrológico na região. Ressalta maiores conseqüências na distribuição da vegetação e variações na quantidade e variabilidade na precipitação (veja a figura abaixo, extraída da apresentação). Ele apresenta o mapa da região, de sub-regiões e os mapas de vegetação (o regime hídrico define a estrutura, diversidade e distribuição da vegetação).

O Pantanal apresenta um delta interno onde os rios tem defluentes, isto é, uma ramificação dentrítica invertida. Cada leque aluvial forma uma sub-região. O Rio Taquari apresenta uma erosão natural por milhares de anos, que vem sendo agravado diante dos impactos antrópicos atuais.

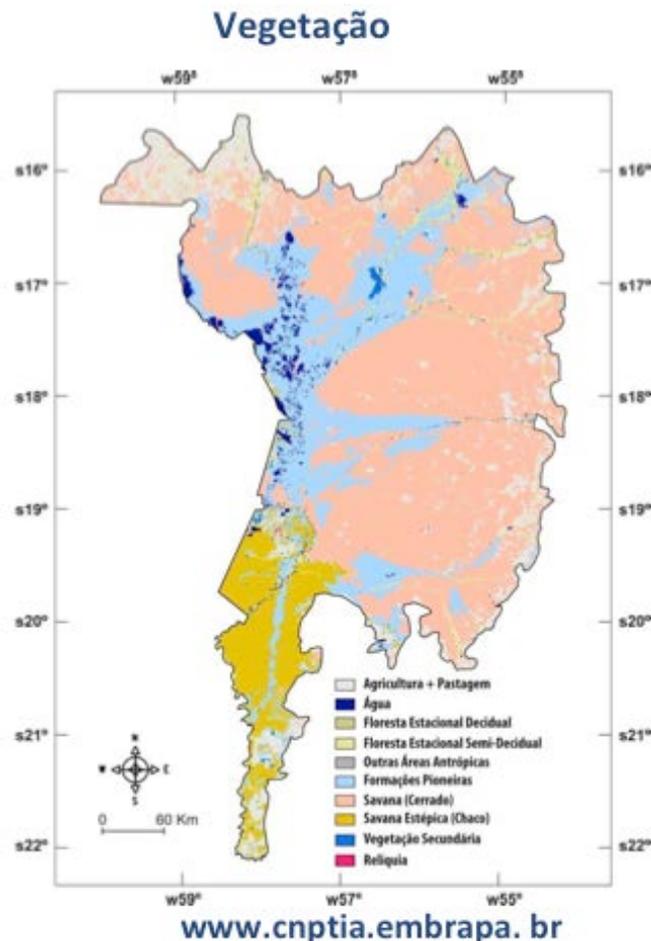
A água define diversos ecossistemas: drenagem aberta ou fechada, definindo ambientes lóticos e lênticos na paisagem; 'salinas' como ambientes de perda d'água por evaporação e baixa (ou nenhuma) reposição do volume de água evaporado; salinas endorreicas; existem altas concentrações de carbonato de sódio e potássio, e não há ocorrência de peixes.

A paisagem é definida por variações nos níveis dos corpos d'água. O projeto RADAM mapeou a maior parte do Pantanal como Cerrado – no entanto, pelas espécies presentes e características de solo (Vertisol), considera-se que a sub-região de Miranda-Nabileque é uma extensão do Chaco Paraguaio-Boliviano.

A maior parte da região é formada por savana inundável. A floresta compõe apenas 4% da paisagem (veja a figura Vegetação). No norte da região,

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

pela alta umidade proporcionada pela cheia durante a estação seca, espécies amazônicas estão presentes, e no sul a vegetação é típica do Chaco.



O Pantanal é um caos organizado. Em determinadas situações observa-se um alinhamento da vegetação, que foi organizado pela água. Há seleções fortes por fogo e micro relevos. As plantas devem tolerar situações muito adversas de cheia e fogo.

No Parque Nacional do Pantanal (MT) observa-se a presença de Histosolo (solo orgânico) no horizonte superficial – com potencial de queima, dependente do teor de umidade. Há uma relação com emissões de carbono, associadas a incêndios no Parque Nacional. Além disso, há perdas importantes de fauna e flora.

Ele menciona a presença do Tucunaré, espécie invasora de peixe da bacia Amazônica que ocorre em águas claras no Pantanal.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Ressalta a importância do Projeto Biota-MS para levantamento da biodiversidade do Pantanal, e de produtos fitoterápicos de importância – compostos secundários em plantas da região.

### **Diversidade de Plantas do Pantanal**

O que torna a diversidade única é a confluência de espécies de províncias biogeográficas vizinhas e a grande diversidade de habitats, em função de níveis e tempos de inundação.

Há 2.000 espécies, sendo:

240 Fabaceae: 18 *Mimosa*, 10 *Arachis*;

212 Poaceae: 35 *Paspalum*, 20 *Panicum*;

97 Malvaceae;

92 Cyperaceae: 29 *Cyperus*, 18 *Rhynchospora*;

87 Asteraceae;

78 Euphorbiaceae: 15 *Croton*;

62 Rubiaceae;

45 Myrtaceae: 21 *Eugenia*;

141 subespontâneas.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### **Contingentes Fitogeográficos – exprimem a diversidade biológica da região**

Encontra-se no Pantanal grupos de ampla distribuição e espécies de ocorrência em outros Biomas, tais como no Cerrado, Floresta Estacional (Chiquitanos), Chaco, Amazônia I Mata Atlântica/Bacia do Paraná. O fato de ser uma região relativamente jovem poucas espécies endêmicas são encontradas no Pantanal, pois é uma região relativamente jovem;

### **Alguns exemplos de vegetação do Pantanal**

- Savana de palmeiras e concreções de carbonato nas raízes das plantas;
- Chaco é único no Brasil (impressão de caatinga, com espinhos, etc., mas espécies diferentes, sendo muitas leguminosas). Isso salienta que não há unidade de conservação no Chaco-Pantanal;
- Campos de murundum – regiões muito secas;
- Capim (*Elyonurus muticus*) com 6% de terpenos, que queima muito facilmente;
- Florestas Secas Semi-Deciduais, que são espécies da Mata Atlântica;
- Poucas epífitas, devido à estação seca. Orquídeas são, em sua maioria, terrestres.

### **Alguns problemas socioambientais**

Cerrados baixos do leste da região foram desmatados, e ocorrem mudanças intensas no uso do solo, para pastagens.

O problema do Pantanal está na parte alta. Por exemplo, na bacia do alto do Rio Taquari, muitas voçorocas (áreas intensamente erodidas com até 30 m de profundidade), veredas e córregos degradados. Em consequência, no Pantanal o leito do rio Taquari assoreado e o pulso de cheia e seca não existe mais. Ocorre a morte da mata ciliar e dos campos. A vegetação que depende do pulso de inundação está em degradação e morte. Ele emite um alerta de que o próximo rio a caminho do assoreamento é o Rio Paraguai.

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

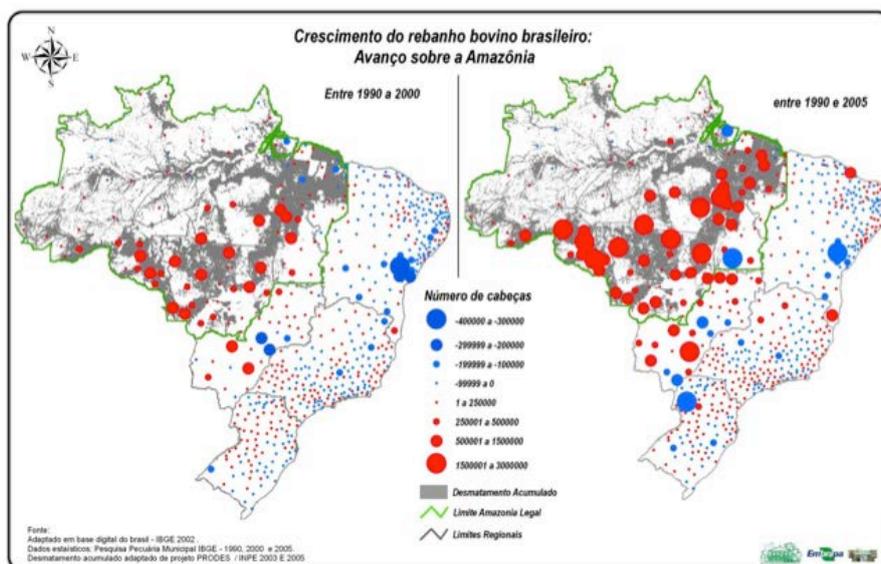
Observa-se um processo de descapitalização do fazendeiro tradicional, que manteve o Pantanal como o bioma mais bem conservado do Brasil. Ocorre a venda a grupos externos e a conseqüente mudança da cultura tradicional.

### Perda de biodiversidade e o futuro da floresta Amazônica

Ima Célia Guimarães Vieira  
Museu Emilio Goeldi

A Dra. Ima Vieira discorre sobre desmatamento e fragmentação florestal, degradação ambiental, conflitos e problemas socioambientais. A Amazônia é um ambiente em 'transformação'.

À degradação ambiental acrescenta-se a perda de habitat e de biodiversidade (veja a figura a seguir, extraída da apresentação). Associa-se a pecuária como principal forçante na alteração da cobertura do solo e desmatamento em muitas regiões da Amazônia (a despeito da importância da atividade como fonte de proteína à população). O rebanho bovino na região é de cerca de 80 milhões de cabeças. Além da pecuária, o avanço da fronteira agrícola também surge como importante forçante em algumas regiões da Amazônia. Avanço que vem sendo detectado em áreas públicas na região.





## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Poucos estudos foram realizados sobre perdas de biodiversidades na região (cerca de 20 a 25 estudos para toda a região), sendo a maioria deles no Estado do Pará. Ela recomenda leitura de Peres et al, 2010 (*"Distribution of studies on biodiversity response associate to land use change"*).

Ressalta a existência de 8 centros de endemismo na Amazônia, destacando o Centro de Endemismo Belém (localizado entre o estado do Pará e Maranhão) por ser uma das regiões mais estudadas em relação à biodiversidade da região, além de ser uma das áreas mais impactadas na Amazônia, com ocupação há cerca de 150 anos. Neste Centro de Endemismo tem-se:

- 5,8 milhões de pessoas residentes;
- 147 municípios (62 no Pará e 85 no Maranhão);
- 41 áreas protegidas;
- 67% da cobertura florestal convertida para diversos usos da terra (23% de floresta original remanescente);
- 30 espécies ameaçadas no Pará, de um total de 176 espécies (informações compiladas pelo Museu Goeldi).

Aponta-se para o valor da biodiversidade em áreas antrópicas (cultivo agrícola, pastagens e exploração madeireira), considerando florestas secundárias (com foco no Centro de Endemismo Belém). Nesta região encontram-se os estudos das florestas secundárias mais antigas na região, as quais chegam a 70 anos. Por outro lado, observa-se a falta de consenso na literatura sobre habitats para a biodiversidade (aves, árvores e mamíferos). Neste contexto identificam-se situações que vão do aumento à manutenção e à redução do número de espécies em áreas de vegetação secundária.

Vieira et al (2000) mostra o aumento da riqueza e diversidade de espécies de árvores com a recuperação da floresta secundária. Este resultado é descrito em estudos realizados em uma cronosequência da floresta, que vai



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

de 6 a 40 anos, em comparação à floresta primária. Nepstad et al (2000), trabalhando com riqueza de espécies em diferentes usos da terra do leste do Pará, demonstra o efeito da implantação de pastagens e da recuperação da vegetação secundária em espécies de árvores, pássaros, morcegos e formigas. Já Barlow et al (2009), em estudo realizado na região do Jarí (PA), observa que a riqueza de fauna reflete a riqueza da vegetação. Outro dado interessante indica que estudos com mamíferos não apresentam diferença na diversidade em florestas primárias e secundárias, mas no eucalipto observou-se perda de espécies, assim como em áreas reflorestadas com Paricá (espécie bastante utilizada em reflorestamento no oeste do Pará) observa-se alta perda de biodiversidade.

Em estudo inédito, Vieira e Peres compilaram uma série de estudos realizados na região e mostraram que o padrão de retenção das espécies nos ambientes antropizados e em florestas exploradas para madeiras é praticamente igual para árvores, primatas e pássaros.

A importância de unidades da paisagem em relação a diversidade e ocupação é ressaltada por Toledo et al (2011). Nesta discussão, apresenta-se a floresta primária e a floresta secundária avançada como importantes unidades da paisagem para retenção de biodiversidade, embora não ocupando área tão grande quanto a agropecuária. A agropecuária ocupa áreas extensas da paisagem, mas contrasta com a baixíssima diversidade florística. Em estudo inédito, Vieira et al observa que em um estudo com diversas espécies de árvores sobre o efeito de usos da terra na biodiversidade mostra que espécies de sementes grandes, com pouca capacidade de reprodução, espécies de alta densidade, etc., são mais vulneráveis à mudança de clima, à mudança no uso do solo, à exploração madeireira, etc. A biodiversidade é considerada como um todo, mas as espécies respondem de forma muito diferente às alterações no uso da terra.

### **Considerações gerais sobre os estudos descritos**

- Os estudos devem focar na composição de espécies mais do que

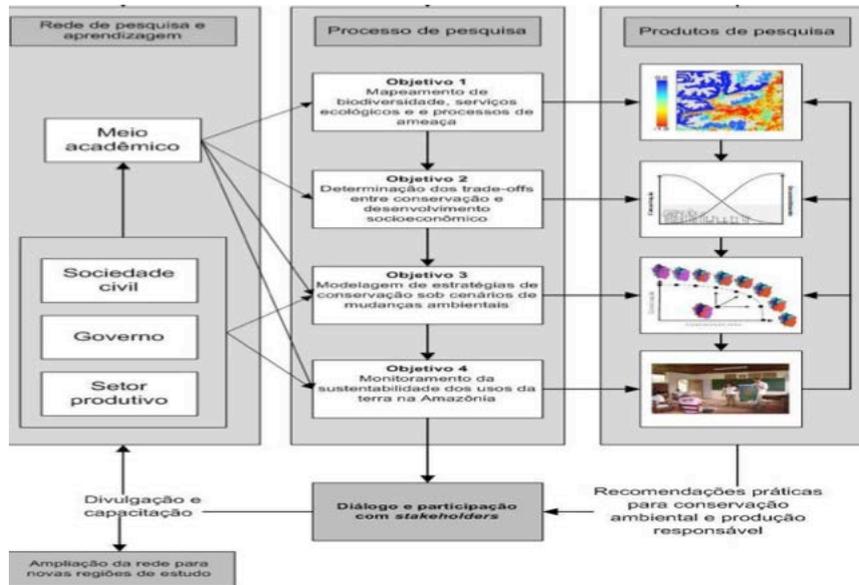


#### IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

riqueza de espécies;

- A biodiversidade é sempre considerada como um todo, mas para muitos a taxa responde de diferentes formas às mudanças de uso da terra;
- Os estudos devem ser feitos em diferentes tipos de paisagens – velhas e novas fronteiras agrícolas;
- É necessário estudos de longo prazo para avaliar o efeito de diferentes usos da terra na recuperação da biodiversidade;
- Algumas áreas da Amazônia, como o Centro de Endemismo de Belém, já são similares à Mata Atlântica com relação à desmatamento e perda de espécies;
- Plantações não são “desertos verdes”; mas as capoeiras fornecem mais alta qualidade de habitat do que plantações. Ela destaca o papel dos corredores;
- Ambos, plantações e capoeiras, podem complementar o papel de proteção de florestas primárias para a fauna e flora regional;
- A floresta primária é insubstituível para uma significativa proporção de espécies da flora e fauna nativas e evitar desmatamento é, de longe, a melhor opção para a Amazônia;
- A manutenção da heterogeneidade da paisagem é essencial à biodiversidade. Não há concordância científica sobre níveis de diversidade florística que deve ser mantido na paisagem para manutenção do equilíbrio ecológico. Deve-se ressaltar a necessidade da manutenção da heterogeneidade na paisagem, visando medidas de conservação e práticas de restauração ambiental (Toledo et al, 2011);
- Produção, Conservação e Restauração são indissociáveis na Amazônia hoje, e devem ser considerados em Planos e Ações de Políticas Públicas para a região.

**INCT – Biodiversidade e Uso da Terra na Amazônia. Questões, relevância e a sociedade civil**



A escala de estudo do INCT considera diferentes níveis que vão da Bacia Amazônia em si, ao município, à microbacia e à fazenda, focando em diferentes regiões e usos da terra. Desta forma são considerados 20 microbacias com avaliação de uma série de informações referentes à biodiversidade (Paragominas, Santarém), as quais apresentam resultados esperados em relação a custos e benefícios sobre diferentes maneiras de cumprir o Código Florestal, formas de restauração, valor econômico, etc., bem como a profunda avaliação da capoeira como forma de restauração passiva, que deve ser reconhecida como tal.

Propõe-se um microzonenamento e a gestão de paisagens sustentáveis, considerando os índices de desenvolvimento humano e capital natural. Toma-se como base as pesquisas com biodiversidade que consideram IDH e Capital Natural do município. Por exemplo, o município de Melgaço (PA) é o município com menor IDH do Brasil, mas hospeda uma área de pesquisa do Museu Goeldi (Caixuanã). Assim, propõe-se para este local um censo da biodiversidade, com coleta de dados constantes, criando uma base de experiências que serão desenvolvidas em outros municípios.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

O INCT-Biodiversidade também se propõe a formular listas de espécies do Pará, incluindo listas de espécies em extinção, ressaltando o papel do Museu Goeldi como instituição chave no estudo e monitoramento da biodiversidade da Amazônia. Além disso, deve-se registrar conflitos em várias ordens na Amazônia, o que tem levado a um certo descrédito sobre a capacidade de se alcançar o desenvolvimento sustentável na região.

A palestra termina com a apresentação de um slide do Empresário Marcelo Brito que apresenta os papéis de diferentes setores da sociedade em prol do desenvolvimento sustentável.

**Papel de governos, sociedade civil e corporações no desenvolvimento sustentável (After Najam 2009)**  
Cortesia: Marcelo Brito- RPSO

	Anos 80	Anos 90	2000	futuro
Governos	Solução	Catalisador	Problema	Parceiro
Sociedade Civil	Monitor	Solução	Catalisador	Parceiro
Corporações/ Negócios	Problema	Problema	solução	Parceiro

### **A secundarização da floresta e o futuro da biodiversidade da Mata Atlântica**

Marcelo Tabarelli  
UFPE

O prof. Tabarelli propõe a defesa da tese em que as perturbações antrópicas levam à capoeirização (secundarização) da floresta atlântica. Por sua vez, as florestas tropicais respondem em escala global a pressões antrópicas.

A palestra se orienta pelos seguintes pontos:



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

- Principais achados na floresta atlântica;
- Resposta da floresta às perturbações;
- Fatores que controlam a resposta;
- Perspectiva para biodiversidade da floresta atlântica;
- Agenda necessária de conservação e pesquisa.

Uma das grandes mudanças que observamos em escala global, oriunda das perturbações antrópicas, é a fragmentação da paisagem. A criação de paisagens hiper-fragmentadas, representando um gradiente de perturbações antrópicas, cria paisagens relictuais.

Uma segunda observação é a de que um pequeno grupo de espécies irá persistir neste tipo de fragmentos (ambientes). Por exemplo, as plantas pioneiras, colonizadoras, muitas das quais invasoras, chegam a representar cerca de 80% das espécies em bordas e nos pequenos fragmentos florestais. Enquanto isso, outras classes de espécies tendem a desaparecer.

Em escala global existem espécies vencedoras (aves, mamíferos, insetos, plantas), que podem representar 20-50% da biota regional. Teoricamente, esse grupo tende a permanecer nas paisagens antrópicas.

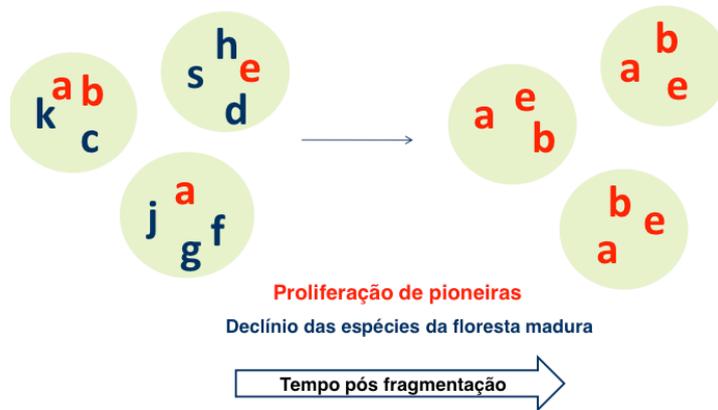
Poucas estratégias biológicas persistem nessas paisagens. Por exemplo, é nesse processo que estratégias biológicas típicas de ambientes maduros (em paisagens que retêm boa cobertura vegetal) tendem a desaparecer, como, por exemplo, flores com polinização mais especializada.

O resultado é que nas paisagens antrópicas, que tendem a dominar o planeta, a diversidade tende a diminuir drasticamente. Por exemplo, pequenos fragmentos suportam apenas 50% da riqueza de espécies anteriores à fragmentação. Além destes, outros exemplos de estratégias biológicas especializadas são mencionados e estes, como grupos biológicos “perdedores”, tem baixa capacidade de persistir em paisagens antropizadas.

Este processo resulta no aumento na convergência ou homogeneização biótica (dominação de pioneiras em relação à espécies típicas de ambientes maduros), ou seja, a floresta remanescente é cada vez mais similar do ponto

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

de vista taxonômico e funcional (veja a figura abaixo extraída da apresentação).



Observa-se na floresta atlântica nordestina que houve um incremento de 20% na similaridade taxonômica em florestas regionais (Tabarelli et al 2008). O que não seria esperado em florestas tropicais, com diversidade Beta muito grande, não fosse o intenso processo de antropização da paisagem.

Com a fragmentação de habitat, cria-se o efeito de borda com degeneração da floresta (migrando para estágios sucessionais iniciais), o que determina o processo de secundarização do habitat. Este processo define vários impactos em diversidade biológica e serviços ambientais.

### Forças que controlam a secundarização

Quanto maior a diferença entre o microclima da matriz aberta e o microclima da floresta, maior é a proliferação de plantas pioneiras. Ou seja, fragmentos de florestas imersos em matrizes de pastagens, ou agrícolas, irão secundarizar de forma mais rápida e intensa do que fragmentos imersos em uma matriz de agrofloresta, por exemplo.

### Questões relacionadas à alterações climáticas globais

Quanto maiores os extremos climáticos, maior é o favorecimento das pioneiras e, conseqüentemente, mais rápido é o processo de secundarização. A mudança do clima se associa a outras alterações potencializando



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

determinadas respostas biológicas que foram disparadas, por exemplo, pela alteração no uso do solo.

Com a intensificação da mudança no uso do solo, temos que a diversidade biológica desaparece, e da mesma forma o serviço biológico da floresta é gravemente comprometido.

Faz-se uma distinção entre regeneração florestal e fragmentação florestal, ambas a partir de ocorrências antrópicas. Na fragmentação há perda de biomassa e serviços ecossistêmicos, inclusive perda do potencial de gerar produtos econômicos, como madeira, fibras, frutos, etc. Assim, à medida que as paisagens antrópicas vão se consolidando, observa-se a perda de biodiversidade e o comprometimento dos serviços ecossistêmicos prestados. Lembre-se que a capacidade da floresta atlântica em reter biodiversidade é reduzida com antropização da paisagem

Para restabelecer a capacidade dessa floresta reter diversidade e serviços ambientais da floresta remanescente deveremos intervir em paisagens de forma a minimizar os efeitos de secundarização, com restabelecimento de corredores ecológicos, fauna, recuperação de áreas etc. Ele cita a fragmentação atual da Amazônia como um mecanismo potencial de perda do valor econômico da floresta remanescente.

### **Diversidade biológica da Floresta Atlântica**

Hoje a Mata atlântica detém 13% de sua cobertura original formada por arquipélagos de fragmentos florestais. A dúvida: qual é o nível de resistência da floresta a mudanças climáticas?

Quanto aos moradores de florestas secundárias, temos que, segundo a Tese da Secundarização, quem vive bem na capoeira sobreviverá. Isto tem implicações óbvias para políticas de conservação.

Ele menciona os corredores de biodiversidade (paradigma norteador das políticas de conservação ambiental). Teoricamente, este é melhor modelo de uso do solo para manter serviços e diversidade biológica. Porém, este conceito tem uma limitação muito grande em estabelecer e reter a diversidade biológica



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

se a floresta que compõe os corredores originar-se de mecanismos antrópicos de fragmentação da paisagem.

A floresta secundária e as capoeiras tem um papel importantíssimo, mas não substituem os serviços da floresta madura. Os serviços da floresta madura são inestimáveis. Devemos saber que a diversidade biológica não está associada a florestas secundárias e capoeiras, e desta forma não devemos esperar delas os serviços ambientais que conhecemos como providos por ambientes maduros.

Sugestão de agenda de pesquisa em relação a essas ideias:

- Como as perturbações típicas do processo de transformação de paisagens naturais e antrópicas darão forma ao processo de secundarização? Nesta lógica entram também as Mudanças Climáticas.
- Como a secundarização afeta os serviços ambientais? Como as capoeiras são capazes de prover serviços ecológicos?
- Uma vez que quanto menos floresta, mais “secundarizada” ela é, e serviços em prol da adaptação a mudanças climáticas se perdem.

### **Cerrado: Mudança Climática e biodiversidade**

Mercedes Maria da Cunha Bustamante  
UnB

A Profa. Mercedes Inicia a preleção sobre o Cerrado dentro do contexto das mudanças climáticas e mudanças globais e destaca que a diversidade é a característica mais marcante da vida. A seguir elenca o que considera como as perguntas centrais da Ecologia que têm importantes implicações para a sociedade:

- Quais são os padrões e processos que regulam as distribuições das espécies e sua abundância?



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

- Quais são os efeitos da diversidade biológica sobre o funcionamento dos ecossistemas?

Estamos na sexta grande onda de extinção de espécies, e nota-se que as taxas de perda estão se acelerando. Estima-se que as taxas atuais são mais intensas que as extinções geológicas.

Quais seriam os cenários e os vetores de perda de biodiversidade (Sala et al, 2000)? Os principais seriam:

- Mudança no uso da terra;
- Mudança climática;
- Deposição antrópica de nutrientes, em particular nitrogênio.

Mas deve ser salientado que ocorre a interação de vários fatores atuando negativamente na biodiversidade. Rockstrom et al (2000), considerando os limites planetários, identificaram nove processos essenciais para a manutenção do sistema Terra com o fito de evitar mudanças catastróficas no futuro. Destes processos, três já passaram do limite máximo, a saber perda de biodiversidade, ciclo do nitrogênio e mudança climática antrópica.

### **Clima e Biodiversidade**

Temperatura e precipitação seriam os fatores críticos para a distribuição da biodiversidade e os processos ecossistêmicos do planeta. Com isso, as alterações de temperatura e a distribuição das chuvas podem resultar na perda significativa de biodiversidade em grande escala. Estimativas atuais apontam que entre 15% e 37% das espécies podem estar ameaçadas de extinção em 2050. Os efeitos diretos das alterações de temperatura e da distribuição das chuvas atuam nos seguintes processos:

- Distribuição geográfica das espécies;
- Ciclo de vida das espécies;
- Dinâmica populacional e sobrevivência;
- Localização de habitats das espécies;
- Risco de extinção para espécies que já estão vulneráveis;



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

- Estrutura e composição de ecossistemas e comunidades.

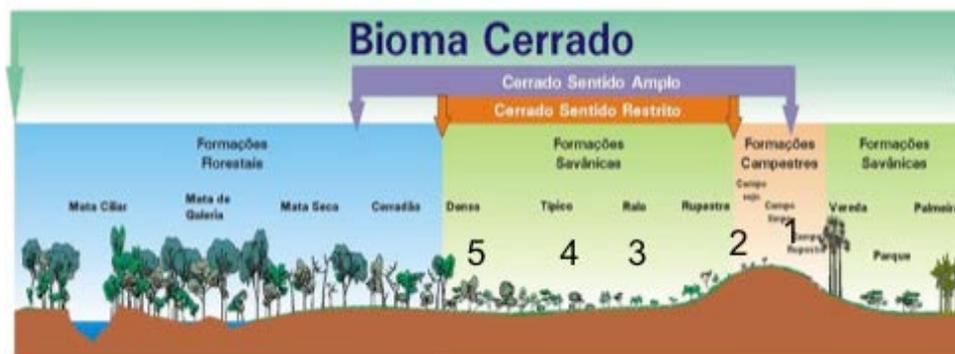
Existem também efeitos indiretos das alterações em precipitação e temperatura através das mudanças climáticas:

- Afetar os serviços ambientais, tais como proteção de solos e recursos hídricos e a própria regulação do clima;
- Influenciar a intensidade e magnitude de estressores já existentes (tais como espécies invasoras e regime de fogo) sobre a biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas (as espécies invasoras exóticas já são encontradas em pelo menos 103 unidades de conservação do Brasil);
- O aumento das concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera (além de alterações no clima) poderá levar a alterações:
  - No crescimento vegetal;
  - Na composição de espécies;
  - Nas interações animal-plantas (polinizadores, dispersores, herbívoros);
  - Na ciclagem de nutrientes.

### **Cerrado**

Pergunta-se como este bioma será afetado pelas forçantes descritas anteriormente. Faz-se inicialmente uma descrição geral sobre o bioma. O Cerrado é considerado uma savana sazonal úmida, o segundo bioma na América do Sul. Possui distribuição central no Brasil com ecótonos (áreas de transição ecológica) em relação a todos os outros biomas brasileiros, com exceção dos Pampas. A diversidade apresenta distribuição não homogênea, com grandes centros de biodiversidade. A heterogeneidade é um componente importante na distribuição da biodiversidade. A paisagem é dominada por um mosaico vegetacional com grande distribuição de biomassa aérea da vegetação, produzindo uma ampla diversidade estrutural.

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL



Diferentes formações vegetais e fitosionomias no bioma Cerrado. Reproduzido de Ribeiro & Walter (2001).

O Cerrado é considerado uma das regiões mais ricas em biodiversidade, com altos índices de endemismo (é um dos “hot spots” de conservação de biodiversidade no planeta), sendo que todo o estrato herbáceo é composto por espécies endêmicas. Compõe 28% das espécies registradas para o Brasil. Além disto novas espécies de vertebrados têm sido descritas para a região, sendo que 25% das espécies descritas nas duas últimas décadas no Brasil (cerca de 1300 espécies) foram identificadas no Cerrado.

Alta diversidade alfa e beta. Foram identificados três grandes centros de alta diversidade no bioma definidos por barreiras climáticas e geográficas (destacando-se o polígono das geadas e o polígono das secas). Ou seja, a diversidade não está distribuída de forma homogênea.

### **Cenários climáticos previstos para o Cerrado**

Segundo o Cenário A2 do IPCC, com a tendência atual do incremento de emissões, o aumento de temperatura do Cerrado pode ir de 2°C a 6°C, dependendo da região, e as reduções de precipitação de 20% a 70%. Além disso, deve haver um aumento do número de dias secos consecutivos e da quantidade de chuva advinda de eventos extremos (com eventos superiores a 105 mm).

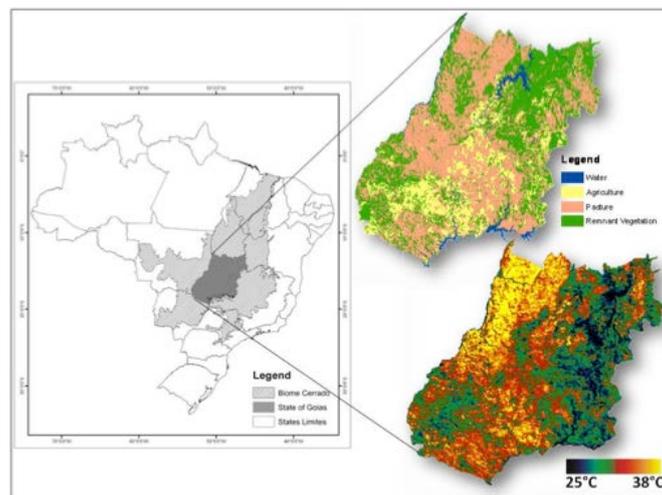
Ela apresenta a sobreposição das informações dos cenários descritos com as áreas de superdiversidade, indicando as tendências climáticas e os

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

riscos à biodiversidade. Os impactos climáticos também não são homogêneos na região.

### Mudança no uso do solo

Ocorre a conversão de quase 50% do bioma na área centro-sul (dados de 2002). Mas observa-se hoje a frente do desmatamento subindo para o Estado de Tocantins, o oeste da Bahia e do Maranhão. Os efeitos estão associados ao aumento da temperatura da superfície em áreas de pasto e agricultura, sem considerar o efeito da mudança climática global (veja a figura abaixo, extraída da apresentação).



A conjunção entre mudanças climáticas (MC) e mudanças no uso do solo (LUC) são catastróficas. O Cerrado passou nos últimos 40 anos por intensa fragmentação de habitats (Sano et al, 2008). Com a fragmentação, as espécies não têm para onde migrar. Siqueira e Peterson (2003) apontam para dificuldades de dispersão das espécies vegetais através da matriz agrícola para alcançar áreas com climas mais favoráveis. Esta conjunção entre MC e LUC, associado a poucas áreas de conservação (e mal distribuídas ao longo do bioma) tendem a ter efeitos catastróficos para a preservação deste rico bioma.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

As espécies não têm mais para onde migrar, uma vez que com as mudanças climáticas regiões no centro-sul do bioma seriam mais favoráveis às espécies, mas estas são justamente onde a mudança no uso do solo já atinge mais de 70% da área.

### **Novos desafios**

Ocorre a deposição de nitrogênio. O nitrogênio é um fator importante na determinação da composição da comunidade vegetal e da estabilidade da vegetação, e regula a produtividade primária e, conseqüentemente, a assimilação de carbono. Há experimentos com fertilização de parcelas no Cerrado. Observa-se após dez anos uma significativa redução da biomassa relacionada basicamente à invasão do capim gordura.

### **Mudanças climáticas – mitigação e adaptação**

Como conviver com essas mudanças (muitas irreversíveis) e minimizar seus impactos? Mitigação e adaptação não podem representar pressão adicional à biodiversidade. Por exemplo, no caso da silvicultura para produção de energia, a ausência de planejamento pode acarretar impacto adicional à biodiversidade.

É necessário reconsiderar as prioridades de conservação em todas as escalas. Ecossistemas intactos e bem preservados são críticos para adaptação às mudanças climáticas, uma vez que podem ser mais resistentes às alterações. Ou seja, evitar fragmentação excessiva da paisagem pode ajudar a minimizar os efeitos das mudanças climáticas. É necessário que haja práticas de manejo buscando aumentar a resiliência dos ecossistemas às alterações no clima (áreas de conservação, conexão de áreas, manejo sustentável, etc.). Tanto a mitigação quando as medidas de adaptação às mudanças climáticas demandam um aumento na extensão de áreas protegidas e mais incentivo a práticas de manejo sustentáveis.

No Brasil, há um problema referente à distribuição diferenciada das áreas protegidas: na maior parte dos biomas raramente atinge-se o patamar de



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

10% (onde a Amazônia é uma exceção); apesar de responsável por 5% da diversidade do planeta, o Cerrado possui apenas 8,2% de áreas protegidas, sendo que a metade delas estão em áreas indígenas.

### **Lacunas do conhecimento**

Fala-se em perda de uma biodiversidade que mal conhecemos, ou seja, há uma enorme lacuna no conhecimento científico a respeito da biodiversidade nacional.

### **Considerações finais**

- Os impactos individuais de cada um destes fatores sobre os ecossistemas terrestres e aquáticos têm sido cada vez mais estudados. No entanto, os efeitos interativos destes fatores nos processos ecossistêmicos ainda estão longe de ser totalmente compreendidos.
- Há uma necessidade urgente de informação acessível sobre os impactos prováveis da mudança climática sobre a biodiversidade.
- Um fator agravante é que, se na ciência há uma grande lacuna no entendimento destas interações entre biodiversidade, ecossistemas e clima, temos que na política a interação também é fraca.
- Há uma demanda por melhor ligação entre as políticas para o clima e para a biodiversidade.
- A definição e implementação de tais práticas demandará o esforço coordenado entre pesquisadores, sociedade civil e gestores sob o amparo de políticas públicas efetivas de conservação que considerem mudanças ambientais nas diferentes escalas espaciais e temporais.

Ciência e Tecnologia devem ser componentes importantes ao Plano Nacional de Mudanças Climáticas.

Há uma contradição entre as políticas públicas, o que fica patente ao se fazer um paralelo entre a alteração do Código Florestal e os compromissos assumidos pelo Brasil junto à UNFCCC.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### TEMA: AGRICULTURA E SEGURANÇA ALIMENTAR

#### PALESTRA

Ignacy Sachs, EHESS e IEA/USP

#### PAINEL

Celso Vainer Manzatto, Embrapa Meio Ambiente

Edson Paulo Domingues, Cedeplar/UFMG

#### PALESTRA

Ignacy Sachs

EHESS e IEA/USP

O Prof. Sachs começa com duas observações gerais: (i) Estamos vivendo um período de grande aceleração da história – lembra do crescimento da população mundial em mais de 6 vezes nos últimos 3 séculos, a produção per capita cresceu mais de 7 vezes e a expectativa de vida ao nascer dobrou de 35 para 70 anos. Esse volume de produção traz problemas sociais e ambientais sérios. (ii) Faz um comentário sobre o acidente nuclear no Japão, onde os técnicos basearam-se em acontecimentos passados e não no futuro. Uma falta de imaginação que pode custar caro.

Dois desafios enormes que serão discutidos em 2012 não podem ser dissociados um do outro. O primeiro refere-se às mudanças climáticas e o segundo refere-se a necessidade de reduzir as enormes diferenças sociais que hoje separam nações e grupos sociais dentro das diferentes nações. Portanto esse desafio duplo não pode ser negligenciado.

Comenta sobre a conferência do Rio de Janeiro em 2012 (Estocolmo +40). Menciona o Antropoceno, que se refere ao enorme impacto da espécie humana sobre o planeta. Não resta dúvida de que estamos enfrentando uma “urgência climática”.

A exposição trata de dois temas, a saber segurança energética e segurança alimentar. Ressalta a competição dos biocombustíveis com a produção de alimentos, e por isso esses temas devem ser enfocados conjuntamente.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

Do ponto de vista filosófico, vale a pena voltar ao debate do século XVII. Descartes proclamava que somos mestres da natureza. Pascal respondia dizendo que somos “cânhamos” que pensam (temos que nos adaptar ao ambiente). Temos que ter uma maior dose de humildade e usar nossa imaginação. Menciona um dos slogans dos estudantes do final da década de 1960 que dizia “a imaginação ao poder”. Temos que usar a imaginação e propor estratégias que modificam o curso das alterações naturais e também nos adaptar a elas.

Dentro deste panorama geral, temos que olhar para questões relacionadas à segurança energética e à segurança alimentar. À segurança energética temos que adicionar três variáveis: (i) controlar o padrão da demanda; (ii) pensar na distância entre o local onde os alimentos são produzidos e onde são consumidos (indica dois projetos que olham para esta questão de forma sistemática, onde o potencial de produção alimentar local era valorizada; um deles é o projeto do “slow food”, buscando aumentar o grau de auto-suficiência local para a produção de alimentos; não cai na incoerência de acreditar que todo alimento pode ser produzido próximo ao centro de consumo); (iii) substituições de energia fóssil por energia renovável.

Todo o elenco de energias alternativas é mencionado, evidenciando a bioenergia como concorrente com a produção de alimentos. A arbitragem entre segurança energética e produção de alimentos deve ser feita caso a caso. Sugere o uso de resíduos da produção de alimentos para produção de energia como uma interseção importante entre esses dois temas. O álcool de segunda geração é provavelmente um dos grandes temas para o futuro.

A discussão sobre segurança alimentar nos obriga a pensar em dois grandes movimentos relacionados à produção alimentícia, a revolução verde e a revolução azul. A revolução verde passou por duas fases, a primeira provou ser uma revolução aristocrática, elitista, pois ela aconteceu efetivamente aonde havia acesso a recursos genéticos aprimorados, grandes quantidades de insumos (adubo) e disponibilidade de água. Essas condições eram difíceis de serem reunidas em todos os lugares. Logo, a segunda onda da revolução



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

verde está associada ao conceito da 'evergreen revolution', esta voltada ao potencial do pequeno produtor familiar. Sugere-se que esta filosofia deva ser desenvolvida, pois reúne os imperativos ecológico (por exemplo, redução das mudanças climáticas deletérias) e social (proporcionando oportunidades de desenvolvimento de trabalho decente). Abre a enorme questão das reformas agrárias no mundo, e também o acesso a conhecimento, técnicas e mercado. Quanto essas condições são reunidas, o agricultor familiar tem possibilidade de se inserir no processo. Faz-se necessária a inserção da agroecologia neste contexto, com produção integrada e diversificada. O conceito da revolução verde precisa ser muito mais amplo.

Na revolução azul a produção de proteína animal é essencial. Sugere a produção de proteína através da piscicultura com os seguintes aspectos e oportunidades a serem observados:

- Piscicultura baseada em peixes herbívoros;
- Horticultura nos diques para alimentação humana e dos peixes;
- Patos no açude para fertilização do açude e para alimentação;
  - Visando recriar sistemas integrados de produção.

Sugere a implantação de sistemas de piscicultura intensiva em  $\frac{1}{4}$  de hectare, com um açude da ordem de 20 m x 20 m, com utilização de horticultura intensiva no dique (hortas de 50-100 m<sup>2</sup>). Ressalta o resgate atual da utilização de carvão vegetal no solo (terras pretas da Amazônia) como eficiente catalisador de processos bióticos. São necessárias hortas capazes de contribuir de maneira importante ao consumo de uma família grande. Também é importante plantar árvores frutíferas.

O ponto central do debate sobre segurança alimentar é que, apesar do tamanho do país, o futuro da agricultura familiar passa pela intensificação no uso do solo. Não há necessidade de se pensar em centenas e milhares de hectares. É preciso destacar que a manutenção da floresta em pé, inclusive com a implantação de espécies de interesse econômico, é crítica para a sustentabilidade deste processo, ao "adensar" a floresta em pé com produtos para o consumo.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

Estes pontos proporcionam um futuro razoavelmente otimista para o progresso da revolução verde e da revolução azul, ao utilizar soluções diferenciadas para biomas diferentes.

Esta também deveria ser a nova ótica da cooperação internacional. Devemos nos acostumar a uma nova geografia da cooperação, cooperando não por vizinhança, mas sim por bioma. É preciso que haja sistemas de produção adequados e adaptados a cada bioma. O Brasil teve uma cooperação de mais de três séculos com a Índia. Exemplos desta cooperação são algumas plantas que a representam: o coco da Bahia e a manga vieram da Índia para o Brasil; a mandioca da América do Sul chegou à Índia. Sugere a cooperação “ocasional” do passado com a Índia ser feita de forma organizada atualmente, com troca de estudantes, produtos e experiências. Há um campo extraordinário para a colaboração entre Brasil e Índia. Esses dois países são duas locomotivas que, no processo de colaboração, poderiam trazer juntamente países da África e alguns países da Ásia.

A formação de um bloco internacional para cooperação técnica e aproveitamento dos recursos renováveis dos biomas com características comuns entre os diversos países é importante.

Os desafios para a conferência Rio+20 seriam assinalar a ideia de uma cooperação mais forte Sul-Sul e a solução de dois problemas interconectados, a saber a segurança alimentar e a segurança energética. Embora as condições sociais sejam bem diferentes e cada país tenha as suas peculiaridades, temos que em todas as partes do mundo o objetivo central é assegurar condições de trabalho decentes. Essa dimensão não deve ser dissociada das dimensões ecológicas e de outras (para validar essa tese, mostrou-se que até ¼ de hectare é viável).

Sugere a produção de proteína animal em meio aquático em vez da produção extensiva de proteína animal pela pecuária. Sugere também a intensificação dos pastos a fim de que sejam utilizados para outros fins. Também é necessária a utilização de uma forma mais intensiva de produção da proteína animal.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

O Brasil tem todas as condições de liderar a redefinição das estratégias de desenvolvimento, com ênfase no melhor aproveitamento dos recursos renováveis da terra e da água.

### **Comentários à contribuição do Prof. Sachs**

*Eduardo Assad* – A cooperação internacional por biomas é uma excelente ideia, onde se destacam: impactos de mudanças climáticas por biomas; gestão de recursos hídricos por bacias; políticas agrícolas trabalhando a nível municipal. Há grandes desafios nos próximos anos para poder juntar a organização político-gerencial em relação às propostas de soluções aos problemas ambientais e de produção de alimentos nos diversos níveis. A cooperação por biomas é o caminho para se encontrar soluções.

*Pedro Dias, USP* – Há um problema da fixação da mão de obra, pois os filhos dos pequenos proprietários não ficam na terra. Os filhos não se fixam no campo (em várias regiões brasileiras) por causa da expansão das indústrias, do aumento de salários na cidade (especialmente de 2002-2003 para cá), etc. Isto também está ligado à valoração dos produtos agropecuários (frutas, verduras, etc. muito pouco valorizadas). Nos últimos seis anos houve uma inversão na matriz de valoração de produtos agropecuários (o preço de venda diminuiu e os preços dos insumos aumentaram) tornando difícil a sobrevivência da agricultura familiar. Isto é uma realidade transiente? Ou os valores dos produtos voltarão a atrair os jovens de volta à terra?

*Resposta (Ignacy Sachs)*: Não tenho uma solução para fixar a mão de obra no campo. A questão a ser colocada é a seguinte: quais políticas públicas contribuem para fixar as pessoas no campo? As cidades não têm condições de oferecer um padrão de vida digno a quem mora em favelas – sair do campo e inflar as favelas na cidade certamente não é a solução. É importante dar ao jovem rural a educação voltada para o trabalho no campo. Não se deve fazer da educação um elemento de alienação em relação à produção agrícola familiar. É necessário educar e dar capacitação técnica aos jovens para as



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

funções agrícolas do futuro, fazendo um contraponto da rotinização dos pais em relação ao trabalho no campo.

Sachs faz uma proposta de modelo de escola com um aprendizado continuado da produção agrícola. Seguem os pontos principais: i) a escola seria aberta ao desenvolvimento de atividade rural; ii) não poderia parar na produção primária, mas precisaria incluir tecnologias de processamento (pequenas indústrias 'in loco'); iii) seria necessário trazer ao mundo rural as amenidades da vida moderna (televisão, computador). Sachs fala sobre o livro de autores do MIT, intitulado "The New Industrial Divide", segundo o qual a escala de produção deixou de ser tão importante e se deveria levar uma parte da indústria para o campo.

Pensar o desenvolvimento rural não é pensar simplesmente na agricultura, mas também pensar em outras atividades (como, por exemplo, o turismo, a descentralização de atividades industriais, etc.).

Há um problema cultural, pois rural é sinônimo de atraso, pobreza e miséria. Mas deve ser sinônimo de uma vida decente e integrada na vida nacional.

*Pergunta:* Temos os enfoques sistêmicos, Descartes e Pascal. Vivemos nos últimos quatro séculos o reducionismo e a produção linear de bens de consumo. Ocorre a morte antrópica do planeta. As questões do século XXI poderão ser resolvidas com esta filosofia?

*Resposta (Ignacy Sachs):* Devemos dar a máxima atenção aos enfoques sistêmicos. O século XXI vai criar suas próprias filosofias. Não é pelo sistema filosófico do passado que se baseará a filosofia do futuro. Há um processo cumulativo de crescimento dos conhecimentos, inclusive na filosofia. Devem ser incorporadas as lições do passado. Não se está rejeitando Descartes, mas quando ele diz que somos mestres da natureza, comete um pecado de orgulho. É preciso incorporar os filósofos do passado para redefinir a realidade que estamos enfrentando.

Deste ponto de vista, o século XXI vai ultrapassar os embates filosóficos que pautaram o século XX (capitalismo, socialismo, comunismo e impasses).



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Cada geração tem obrigação de repensar seu relacionamento com o mundo. Sempre haverá uma pluralidade de ideologias, de ideias, de análises. Temos que tentar tirar do passado o que é importante para o presente, para o futuro, para o desenvolvimento das ideias.

Devemos dar às gerações jovens o privilégio de pensar o futuro à sua maneira. O futuro está aberto. O perigo que estamos correndo é o de nos reunirmos 20 anos depois da reunião do Rio de Janeiro (“Cúpula da Terra” ou “Rio 92”), 40 anos depois de Estocolmo e constatarmos ainda que pouco está resolvido. Se nos mostrarmos pouco inventivos ou não produzirmos em tempo hábil soluções para os problemas colocados para nós, corremos o risco de provocar um desastre ambiental de proporções incontroláveis para os meios de que dispomos. Não é uma visão apocalíptica ou uma tese de que tudo está perdido. Precisamos pensar no meio para chegar à redução da população humana. As propostas são altamente não humanistas.

É possível reduzir as emissões de GEE. É plenamente possível sair de maneira ordenada da era do petróleo e do carvão. Temos que pensar sistemicamente. Temos que sair da civilização do petróleo, mas de forma paulatina. É factível usar recursos do Pré-Sal para financiar uma saída ordenada da era do petróleo e das energias fósseis. Deve-se usar esta riqueza adicional para implementar uma estratégia de geração de alternativa para sair do petróleo em trinta anos.

*Eliezer M. Diniz, USP:* Solicita um esclarecimento sobre a proposta. Se a produção de alimentos fica próxima dos centros de consumo, como fica o comércio internacional dentro deste cenário?

*Resposta (Ignacy Sachs):* Menciona o trabalho de um professor da USP, José Zato, que teria escrito “A odisséia da cenoura”, onde pinçou o caso da cenoura produzida no triângulo mineiro, que vem para o Ceasa em São Paulo, e volta para Belo Horizonte. Temos muitos eventos deste tipo. Em vez de trazer verduras do Ceasa de São Paulo para o nordeste, deve-se implantar áreas de cinturões verdes. Entretanto isto não significa que devemos criar um arquipélago de várias ilhas de produção que não se comunicam entre si. A



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

autarquia não é um objetivo, per se, e sempre haverá espaços para trocas internacionais seletivas (e mais racionais). Há um espaço para escolhas seletivas. Há necessidade de planejamento. A priori o planejamento surge das necessidades da economia de guerra. Por exemplo: o planejamento soviético, que trata de um país maior que o Brasil e tem como instrumento técnico o ábaco (fazer planejamento com ábaco em escala continental é difícil). O planejamento pressupõe um regime democrático. As decisões tomadas devem ser submetidas a um debate. Em um regime autoritário, não se sabe se vai eleger uma alternativa racional ou política, pois não há debate. O erro de boa fé não era considerado possível. Com o declínio e inclusão da União Soviética, que coincidiu com a contra-ofensiva neoliberal da era Bush, nos EUA, o planejamento se tornou palavra feia justamente no momento em que temos ferramentas para fazer um planejamento razoável. A maioria dos países fechou suas pastas de planejamento.

Esta questão colocada é tipicamente uma questão que deve ser feita a um planejador. São questões que podem e devem ser respondidas em um debate racional com dados claros. De forma geral, devemos adensar mais a produção de produtos de consumo corrente.

Outro exemplo brasileiro é a cidade de Nova Fronteira, MT. Há anos atrás toda a energia consumida na cidade era produzida a partir do petróleo. O petróleo vinha por caminhões da Refinaria de Paulínia para lá. Em uma unidade local da CEPLAC faziam tudo e não pensavam em bioenergia – queimavam arroz sem pensar em produzir energia (destruindo biomassa sem utilizá-la economicamente). É possível racionalizar isto. No entanto não se deve fazer uma filosofia de uma autarquia local absoluta.

Outro exemplo: faz sentido produzir alimentos nos tetos planos das casas de favelas do Rio de Janeiro, mas não faz sentido querer que as pessoas que lá morem vivam apenas desta produção.

Temos que usar o bom senso. Pensar em um conjunto de soluções que maximizem a produção local e também criem oportunidades para identificar produtos importantes ao comércio com outras regiões. A palavra chave é



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

seletividade. Mas para que a seletividade seja eficiente, não podemos prescindir da figura do planejador.

Deve-se pensar de forma integrada em um conjunto de soluções que maximizem o uso dos recursos naturais. A função do planejador é utilizar os recursos locais disponíveis, verificar quais deles não estão disponíveis e buscá-los em outros mercados.

Segundo Kalecki, economista do século passado, a definição do planejamento seria “planejar é pensar por variantes”. Os conhecimentos mudam, e as soluções também.

### **Conclusões**

É necessário adensar a produção local sem que isto signifique uma proposta de formação de autarquia locais fechadas à cooperação com o exterior. Deve haver um maior aproveitamento dos recursos locais e uma maior seletividade nas trocas externas.

### **PAINEL**

Celso Vainer Manzatto, Embrapa Meio Ambiente  
Edson Paulo Domingues, Cedeplar/UFMG

Celso Vainer Manzatto  
Embrapa Meio Ambiente

O Dr. Manzatto discute o papel da agricultura em questões territoriais, emissões de gases de efeito estufa, segurança alimentar e código florestal. Apresenta números gerais sobre a agricultura no Brasil e indica que o Brasil é um dos poucos países com fronteiras agrícolas ainda por expandir. São 555 milhões de ha em terras cultiváveis (65% da área do país), sendo cerca de 330 milhões em uso atual (Censo de 2006) e 220 milhões em Unidades de Conservação e Terras Indígenas já demarcadas. Desta forma estamos em um limiar que requer que repensemos a forma e intensidade do uso do solo no país, diferente do que foi no passado. O Zoneamento Agrícola foi uma das iniciativas pioneiras buscando ordenar a produção agrícola no país.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

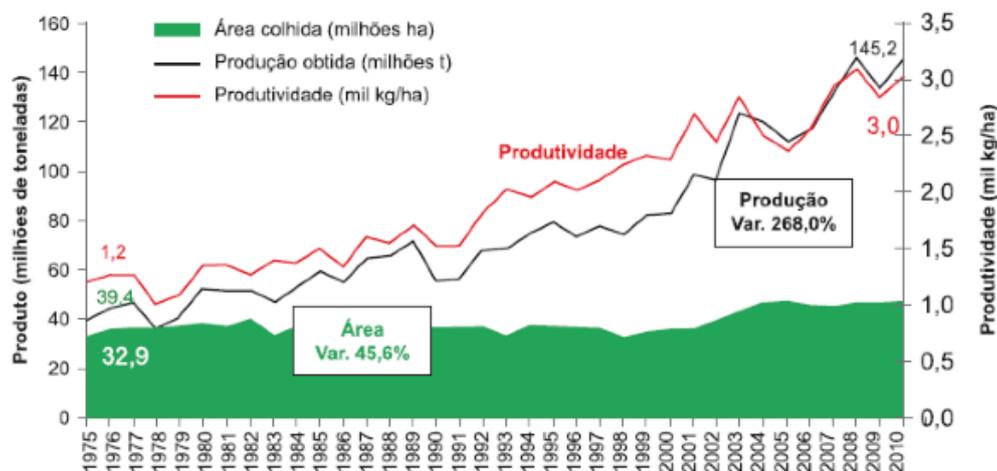
Há um debate recente sobre uso e ocupação do solo, e como exemplo das manifestações da sociedade cita as questões associadas à região indígena da Raposa Serra do Sol, o zoneamento Ecológico-Econômico do Mato Grosso e o Código Florestal.

Na história recente da agricultura brasileira, temos que a evolução da expansão do uso do solo é crescente e linear. Observa-se uma redução na área de pastagens e um aumento na área de lavoura, bem como uma queda do número de pessoas diretamente relacionadas à produção agropecuária.

Vamos analisar a questão da pecuária e das pastagens. Nos últimos trinta anos, o percentual de áreas destinadas à pecuária em relação à lavoura se mantém estável em 45%-50% do total de imóveis agrícolas no país. Apesar do aumento da área de produção no país, este percentual se mantém. Isto se deve ao ganho de produtividade da pecuária nos últimos cem anos, sendo que hoje a média nacional é de 1,08 cabeças/ha. Ao longo da história recente do país, a pecuária é doadora de áreas a outras atividades da produção agrícola no país.

Nos últimos 20-30 anos houve uma evolução substancial da produção e da produtividade no país. A expansão de área foi de cerca de 40% e a expansão da produção foi de 268%. O que não quer dizer que não houve expansão do espaço agrícola como um todo (veja a figura abaixo, extraída da apresentação).

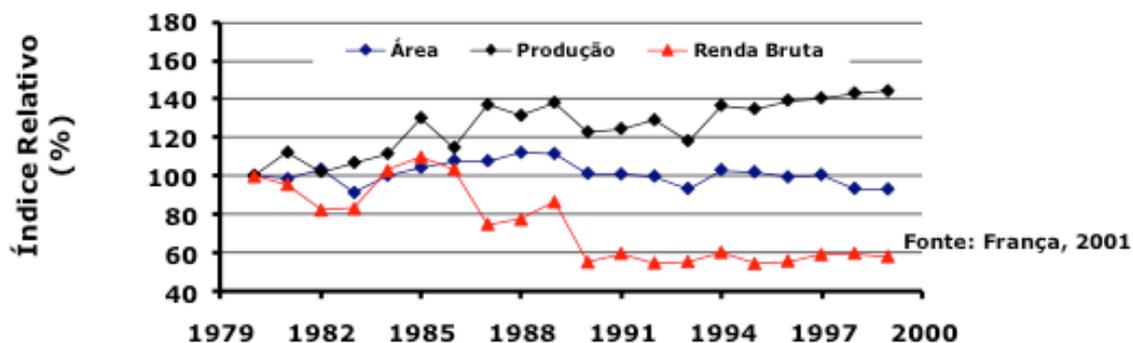
## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL



Até o início da década de 1970, o ganho de produção e renda era dado pela expansão da área cultivada. Isto mudou com fortes investimentos em tecnologia, sendo que a partir da década de 1990 os ganhos de renda se deram por aumentos de produtividade. Entretanto, há necessidade de investimentos públicos para que o avanço tecnológico atinja as diversas e distintas regiões produtoras do país.

Vamos nos deter um pouco na renda da agricultura. O ganho de produtividade na agropecuária brasileira não se reverteu em ganho efetivo para agricultores. Os recursos se direcionaram a outros setores da sociedade. Esta transferência de renda para a sociedade entre 1995-2008 foi de R\$ 837 bilhões e inclui todos os fatores de produtividade, mão de obra, produção primária, insumos, agroindústria e transporte. O setor de insumos foi o que mais se beneficiou desta transferência. Este número é importante quando se analisa as estratégias recentes de alguns setores da agricultura, como, por exemplo, o programa de Agricultura de Baixo Carbono (ABC). Este é um valor que deve ser discutido com a sociedade para avaliar mecanismos de compensação pelos custos adicionais de produção associados à ABC, o que reverte a lógica produtiva do momento.

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL



### Agricultura e produção sustentável

A tropicalização da agricultura no Brasil se dá juntamente com tecnologia própria para produção em diversos biomas. Uma das grandes evoluções técnicas na agricultura brasileira foi o sistema plantio direto (SPD). Neste sistema combate-se um dos grandes problemas da agricultura no país, a erosão, que impacta o meio ambiente e a própria produção agrícola. A adoção do SPD tem benefícios claros e importantes em pontos como:

- Redução significativa da carga de sedimentos em sistemas hídricos; redução de 86% no aporte de sedimentos em bacias hidrográficas no Rio Grande do Sul;
- Melhoria no balanço de água no solo;
- Aumento no estoque de carbono no sistema (dados da ordem de 350-480 kg C/ha.ano em sistemas de plantio direto);
- Ganhos de produção agrícola.

O SPD se beneficiou de financiamentos governamentais no início de sua implantação, quando o financiamento da produção se dava com uma diminuição do custo do seguro agrícola contratado, mas hoje este benefício não existe mais. O agricultor que adota SPD oferta um serviço ambiental sem ter apoio financeiro para tal.

Um estudo recente sobre agricultura de baixo carbono, coordenado pelo Banco Mundial, estima e sugere:

- Um cenário de expansão da agropecuária em 2030 da ordem de 16,8 milhões de ha adicionais.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

O Dr. Manzatto lembra que o movimento de aumento do ganho de produtividade na pecuária é mais recente que o mesmo movimento na agricultura. Este iniciou-se na década de 1980. O importante do estudo são alguns cenários para uso e alocação da terra na produção agropecuária. Os 17 milhões de ha adicionais até 2030 (com ganho de produtividade das áreas) acomodariam tanto o incremento da produção agrícola de alimentos como a produção de bioenergia e a produção pecuária.

- Um cenário de Baixo Carbono com recuperação de passivos de áreas de proteção ambiental (Reserva Legal e Área de Proteção permanente), ha necessidade de 70 milhões de hectares adicionais;
- As áreas de pastagens podem acomodar a expansão das outras atividades desde que políticas sejam adotadas para:
  - Promover a recuperação de áreas degradadas de pastagem;
  - Estimular a adoção de sistemas produtivos que envolvam confinamento de gado para engorda;
  - Encorajar a adoção de sistemas de lavoura e pecuária.

Observa-se que o custo da implantação da agricultura de baixo carbono é bastante elevado, e a sociedade deve decidir sobre a alocação deste investimento. Esta é uma discussão que deve ser conduzida após a votação do Código Florestal. Temos que pensar em um PAC para a agricultura em que se consideram todos os custos e variáveis na perspectiva de redução das emissões de carbono pelo setor, em uma agricultura mais sustentável e em um menor impacto ambiental.

Exemplo recente de um primeiro instrumento e ordenamento de uma atividade agrícola no país, abrindo perspectivas de se pensá-la de forma sustentável.

- Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar. É possível aumentar a produção de etanol, de forma sustentável, sem que este se torne um vetor de desmatamento e sem afetar a produção de alimentos no país.
- De 8-12 milhões de ha de crescimento na área de produção de cana-de-açúcar são previstos para 2020-2030. Isto pode acontecer, de acordo



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

com este planejamento, sem utilizar novas áreas, ou seja, a intensificação da produção pecuária atual faz com que estas áreas possam ser substituídas pela cultura da cana-de-açúcar.

### **Agricultura e serviços ecossistêmicos: rumo à Economia Verde?**

É necessário pensar no agricultor como gerenciador e guardião dos recursos naturais em sua propriedade. Ele precisa ter planejamento e estratégia produtiva dentro do imóvel rural. Isto demanda esforços com oferta de tecnologia no nível do produtor, bem como na quantificação de todos os serviços prestados além da produção agrícola em si. Talvez seja esta a grande discussão e o desafio que está sendo colocado junto à discussão do código florestal.

A falta de dados e quantificações de serviços ecossistêmicos é um problema sério nesta discussão. O importante é repensar a agricultura e a pecuária. Não temos que entrar no dualismo ambiente-agricultura. Na paisagem, ambiente e agricultura são a mesma coisa. Como encarar a integração entre ambiente e agricultura? Como remunerar o agricultor que gera renda, alimentos e ainda promove o fornecimento de serviços ambientais? Como auxiliar o setor a recuperar o passivo ambiental oriundo de uma expansão desordenada do passado? Precisamos pensar de forma histórica na ocupação do país, desde os primórdios até hoje, e que gerou o passivo ambiental que se discute atualmente.

### **Questões importantes com relação a serviços ecossistêmicos**

- Reconhecimento da importância dos serviços ecossistêmicos pela sociedade, e a importância do setor agropecuário neste contexto;
- Algumas ações de reconhecimento desses serviços podem ser identificadas, como o próprio mercado de carbono, o ICMS ecológico e as matérias aprovadas na Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável em 2010 (PL 5586/09 e PL 792/07):



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

- *PL 5586/09 – trata da regulamentação do mecanismo de Redução Certificada de Emissões do Desmatamento e Degradação (RCEDD);*
- *PL 792/07 - cria a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais.*
- Quantificação e valoração dos diferentes tipos de serviços ecossistêmicos;
- Definição das condições mínimas necessárias para que os serviços ecossistêmicos possam ser ofertados de forma eficaz (como, por exemplo, extensões mínimas necessárias de áreas naturais e sua localização no meio rural e urbano, uso e manejo sustentável do solo, etc.).
- Discutir como encarar as questões ambientais (por exemplo, APP ciliares), se como um custo adicional ou como uma oportunidade. Na realidade, é uma grande oportunidade que o país tem dentro de uma visão mais ampla sem levar em consideração o ambiental-rural como uma dualidade.

### **Desafios**

- Quais as dimensões mínimas adequadas para as Áreas de Preservação Permanente (em especial as APP ripárias) para que cumpram suas diversas atribuições? É preciso tratar de proteção dos recursos hídricos, atenuação de processos erosivos, conservação da biodiversidade e estoque de carbono, entre outros.

Um exemplo de como a agricultura pode se beneficiar de serviços ambientais é a presença de polinizadores. Soja, café e laranja rendem mais de 20 bilhões de dólares anuais ao país e dependem de mais de 40% para sua produção (Klein et al, 2007).



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### **Impactos econômicos das mudanças climáticas no Brasil: agricultura e segurança alimentar**

Edson Paulo Domingues  
Cedeplar/UFMG

#### **Visão Geral**

“A segurança alimentar é conseguida quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico e econômico à alimentação nutritiva e segura em quantidade suficiente e adequada às suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável”. (FAO, 1996)

Do ponto de vista econômico, isso significa que as pessoas tenham renda e que os alimentos sejam vendidos por valores acessíveis e com amplo fornecimento.

O Prof. Domingues cita uma literatura bastante avançada no Brasil, e sugere um exame dos seguintes trabalhos:

- DOMINGUES, E. P.; MAGALHÃES, A. S., RICARDORUIZ, R. M. **Cenários de mudanças climáticas e agricultura no Brasil: impactos econômicos na região Nordeste**. Belo Horizonte: CEDEPLAR-UFMG, Texto para discussão 340, 2008.
- BARBIERI, A. F.; DOMINGUES, E. QUEIROZ, B. L.; RUIZ, R. M.; RIGOTTI, J. I.; CARVALHO, J. A. M.; RESENDE, M. F. **Climate change and population migration in Brazil's Northeast: scenarios for 2025-2050**. Population and Environment, v. 31, n. 5, 2010.
- MORAES, G. I. **Efeitos econômicos de cenários de mudanças climáticas na agricultura brasileira: um exercício a partir de um modelo de equilíbrio geral computável**. 277 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- MARGULIS, S., DUBEUX, C. **Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades**. São Paulo: IBEP Gráfica, 2010.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### **Mudanças climáticas, agricultura e segurança alimentar**

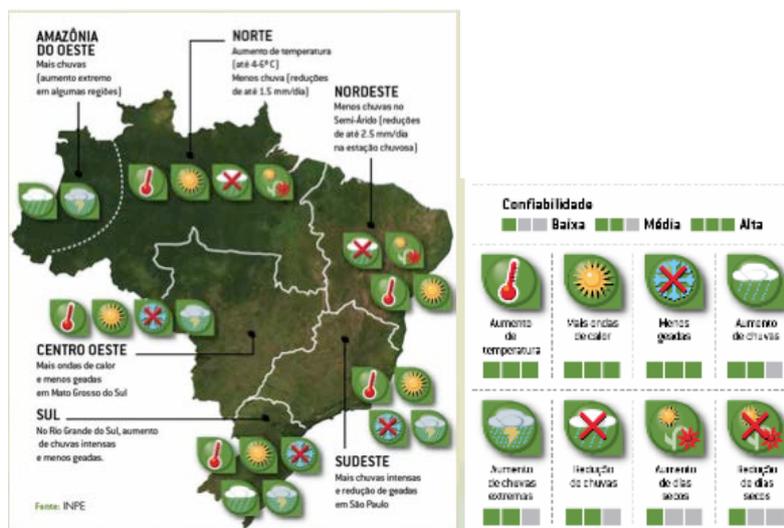
- Devem ocorrer impactos diretos das mudanças climáticas na atividade agrícola (afetando renda, produção, etc.), com repercussões setoriais e regionais, além de um provável deslocamento dos cultivos ao longo dos cenários climáticos;
- As alterações na atividade agrícola, provocadas pelas mudanças climáticas, repercutem sobre diversos setores econômicos e, desta forma, sobre a segurança alimentar:
  - Aumentam o custo de produção agrícola e da pecuária, elevam o custo dos insumos para o setor de alimentos e para o consumo das famílias;
  - Provocam queda de atividade econômica em vários setores, que acabam espalhando seu impacto no sistema econômico como um todo;
  - Deslocam a atividade econômica de outras regiões, pois regiões beneficiadas podem atrair fatores produtivos (capital e trabalho) e serviços.

O tamanho desses impactos econômicos ainda é fruto de bastante incerteza, mas prevê-se que os impactos possam ser significativos. O Brasil, com suas dimensões continentais deve vivenciar problemas regionais mais ou menos graves. Por exemplo, uma série de estudos aponta que regiões do Nordeste do Brasil devem sofrer maiores impactos que regiões do Sudeste. De acordo com Domingues et al (2008), em 2050 o PIB do Nordeste seria 13,1% menor do que se não houvesse as mudanças climáticas (cenário A2), e o emprego seria 5,95% menor. Na Paraíba, as mudanças climáticas podem determinar, em 2050, perdas de 50% da produção agropecuária, com efeitos prováveis em segurança alimentar na região. Ou seja, os impactos diretos das mudanças climáticas na agricultura são apenas os efeitos iniciais do problema, e as repercussões setoriais e regionais são o aprofundamento desse problema.

Existe um estudo sobre o impacto das mudanças climáticas no Brasil como um todo (Margulis et al, 2010)

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Com base nos cenários de emissões A2 e B2 do IPCC, e com projeções climáticas rodadas pelo INPE, vários grupos utilizaram os resultados para calcular os impactos em diversas áreas.



Considere o modelo de produtividade agrícola do IPEA. É um modelo econômico com drivers da agricultura, energia e outros, e prevê alteração na alocação entre lavoura, pecuária e floresta. Projeta também queda da produtividade de diversas culturas, com um mapa bastante heterogêneo no país.

Esses fatores foram colocados em um modelo econômico e, então, mapeou-se os níveis de risco e a sensibilidade com relação à oferta de alimentos e mudanças climáticas. Um ponto a ser ressaltado é o fato de que estas análises são feitas sem considerar avanços tecnológicos para adaptação como, por exemplo, a evolução genética dos diversos cultivares agrícolas importantes à alimentação humana.

A elevação do preço dos produtos afeta de forma diferente o poder de compra das famílias, o que está relacionado a: (i) distintas regiões do país; (ii) áreas rurais e urbanas; (iii) nível de renda. Também o emprego e a renda das famílias podem ser afetados com o desemprego em áreas produtoras mais afetadas e o deslocamento da produção.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

O efeito das mudanças climáticas sobre a segurança alimentar é, ainda, uma área de pesquisa que tem caminhado pouco. Os resultados até agora são agregados para o país. A estrutura de consumo é importante para definir a vulnerabilidade e a disponibilidade de alimentos. Esta análise pode dar um indicador de como este quadro se configura socialmente. Por exemplo, em uma análise com base de orçamento familiar do IBGE, quanto mais rica a família, menor é a alocação dos recursos em alimentação. Uma família rica tem uma maior possibilidade de ajuste de orçamento em prol da manutenção de uma base de alimentação. Desta forma, a insegurança alimentar seria maior em famílias de menor nível de renda e em famílias rurais, e isto se deve, sobretudo, à composição de sua renda e ao gasto com alimentação.

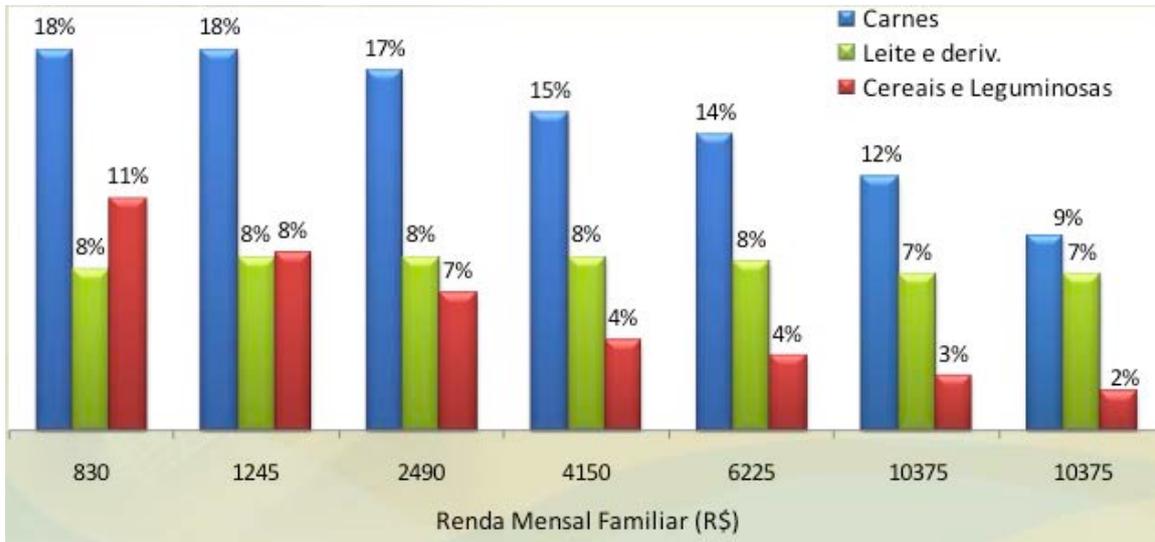
O Brasil é um país muito heterogêneo, ou seja, a base de consumo alimentar de uma família no Maranhão é distinta da de uma família em São Paulo. Este é outro aspecto na composição do risco alimentar da população brasileira face às mudanças climáticas.

Outra análise interessante refere-se à comparação de renda e gasto com alimentação entre famílias rurais e urbanas. Em famílias de menor renda, a família rural gasta mais em alimentação que uma família urbana do mesmo nível de renda. Quando a renda é maior, o gasto com consumo de alimento em relação à renda diminui, mas se equipara para ambos os universos (rural e urbano). Desta forma, temos que pensar que a vulnerabilidade maior é das famílias rurais com menor nível de renda.

Como as famílias gastam em alimentação?

Quanto maior o nível médio de renda da família, menor o gasto proporcional com alimentação. Isso também se reflete em diversos produtos consumidos, como carnes, leite e derivados, cereais e legumes (conforme figura abaixo). Assim, a alteração na disponibilidade e preço da carne pode impactar seriamente o padrão alimentar das pessoas, em especial as famílias de menor renda.

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL



Se as mudanças climáticas têm impacto sobre preço e orçamento das



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### TEMA: ENERGIAS RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS

#### PALESTRA

Jose Goldemberg, IEE/USP

#### PAINEL

Álvaro Maia da Costa, Petrobras, Diretoria de E&P Petrobras

Marcos Silveira Buckeridge, IB/USP e CTBE

Ildo Luis Sauer, IEE e PPGE/USP

Suzana Kahn Ribeiro, PBMC e COPPE/UFRJ

#### PALESTRA

### ENERGIAS RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS

José Goldemberg

IEE/USP

Em sua conferência, o professor Goldemberg apresentou um “panorama genérico” das energias renováveis e não-renováveis, discorrendo sobre questões de âmbito mundial e não especificamente do Brasil. Em referência ao breve currículo apresentado pelo moderador da mesa, mencionou que o livro “Energia para um Mundo Sustentável”<sup>2</sup>, do qual é co-autor, alcançou importância internacional e parte de seu pensamento sobre estratégias de uso eficiente de energia foi incluída no Relatório Brundtland<sup>3</sup> (*Our Common Future*), em um período no qual se privilegiava o consumo crescente de energias fósseis, o que representou uma iniciativa no sentido de questionar o pensamento predominante. Coerente com esta visão original, organizou a palestra a partir de questões mais gerais sobre o potencial energético global, incluindo uma perspectiva histórica nesta abordagem, detalhando a seguir os enfoques centrais em torno da identificação dos problemas do sistema energético atual, fortemente vinculados ao uso extensivo de energias não-renováveis, e das soluções possíveis, em relação às quais as energias renováveis demonstram seu maior potencial.

---

<sup>2</sup> GOLDEMBERG, José; Thomas B. Johansson; REDDY, A. K. N.; WILLIAMS, R. H. Energy for a Sustainable World. New Delhi: Wiley Eastern Limited, 1988. 517 p.

<sup>3</sup> Documento publicado em 1987 pela **Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**, da ONU.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

No primeiro bloco da palestra, apresentou o balanço energético Sol-Terra, mostrando que o montante de energia que chega ao planeta diariamente (173 milhões de Watts ou  $5450 \times 10^{18}$  Joules<sup>4</sup>) é muitas vezes superior às necessidades mundiais anuais (cerca de  $500 \times 10^{18}$  Joules). Da fonte mais abundante, que é a solar, derivam todas as demais. Aproximadamente 30% dessa energia são imediatamente refletidos. Os demais 70% são disponibilizados ao planeta e seus habitantes pelo sistema climático e terminam por retornar ao espaço, após sofrer uma série de transformações. A maior parte ( $\cong 47\%$ ) é convertida diretamente em calor. Outros 23% movimentam o ciclo hidrológico e cerca de 0,23% vão constituir as correntes convectivas (atmosféricas e marítimas – 0,21%) e a cadeia alimentar, por meio da fotossíntese (apenas 0,021%). Há ainda uma contribuição da energia emitida pela própria Terra (geotérmica e nuclear) e da energia gravitacional (que entra no sistema), fechando a contabilidade. As fontes efetivamente renováveis são a solar, a geotérmica e a gravitacional.

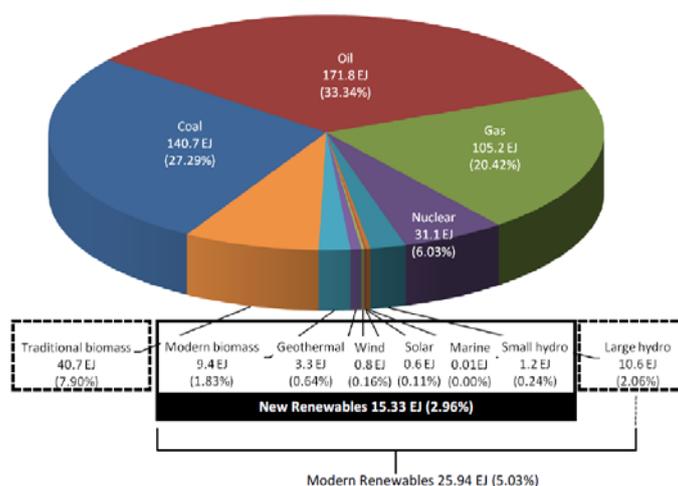
Analisando a matriz mundial de oferta de energia primária (e consumo), destacou que 70% da energia empregada no Mundo é de origem fóssil, distribuídos entre petróleo (33%)<sup>5</sup>, carvão (27%) e gás natural (21%). A figura “Energia primária total – Mundo” mostra a distribuição das fontes, que perfazem os cerca de 500 EJ utilizados (2008). Destaca-se que a biomassa tradicional é empregada principalmente em cocção, extremamente ineficiente, causa grande impacto sobre a saúde e tem forte vínculo social. A geração hidrelétrica é majoritariamente de grande porte. A quantidade efetivamente convertida em energia a partir da fonte nuclear é de 1/3 do valor apresentado (rendimento da transformação) e equivale, portanto, em termos de disponibilidade, a pouco mais de 10 EJ<sup>6</sup>. Todas as demais constituem as renováveis ditas *modernas*, que vêm assumindo grande importância e crescendo mais rapidamente, embora em volumes ainda muito reduzidos.

<sup>4</sup> 5450 Exajoules (EJ).

<sup>5</sup> Fonte: OECD/IEA, Key World Energy Statistics 2010.

<sup>6</sup> Comparável à biomassa moderna total.

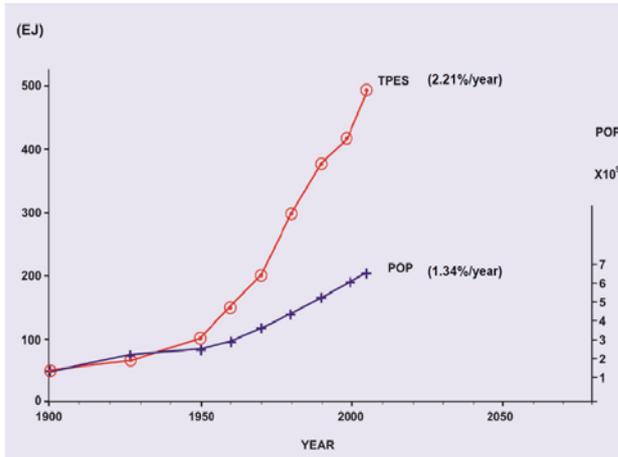
## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL



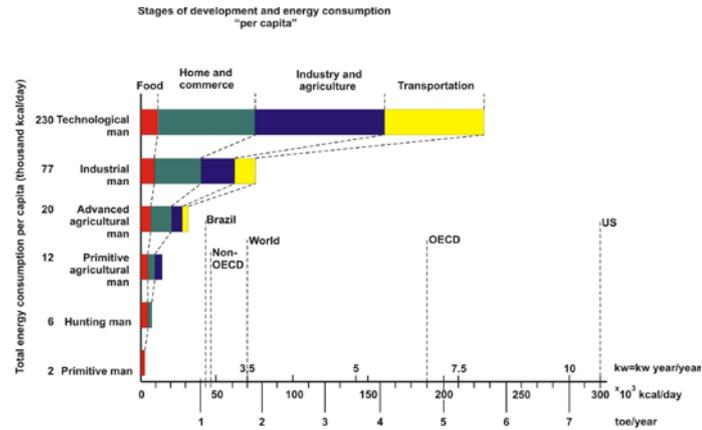
**Energia primária total - Mundo – 2008 - (Exajoules)**

Ao descrever o consumo histórico de energia, ironizou o fato de o mundo ser “viciado” em energias fósseis desde o início da Revolução Industrial, quando a fonte mais utilizada, a biomassa (madeira e seus produtos), passou a ser suplantada pelo carvão mineral e mais tarde, petróleo, gás, nuclear e renováveis. Lembrou que as preocupações malthusianas, em princípios do século XIX, derivadas do fato de que a população crescia a taxas mais elevadas que a produção agrícola da época, revelaram-se falsas, pois a tecnologia não permaneceu estática. Entretanto, surgem agora preocupações “neo-malthusianas”, relativas ao crescimento permanente do consumo de energia, simultaneamente ao crescimento populacional (figura “Crescimento do consumo x populacional”). Este crescimento deriva não apenas do crescimento vegetativo, mas da diversificação das atividades econômicas, como mostra a figura “Desenvolvimento x consumo de energia”, em que se percebe que há um fator de 100 entre o consumo de energia do Homem primitivo e o do Homem tecnológico.

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL



Crescimento do consumo x populacional

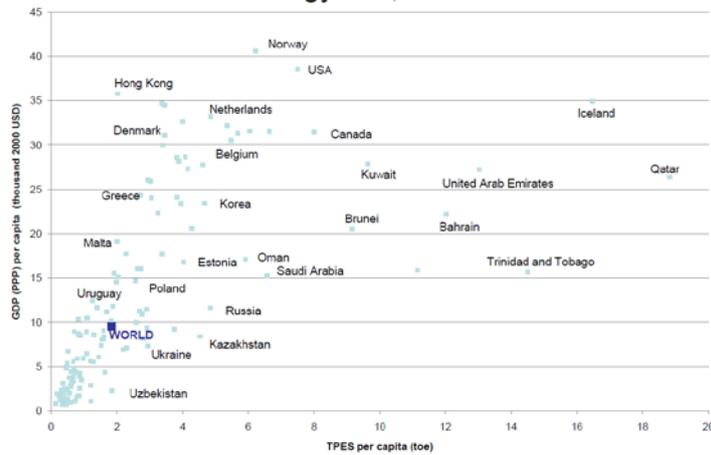


Source Cook, E., Man, Energy, Society, W H Freeman and Co, San Francisco, US (1976)

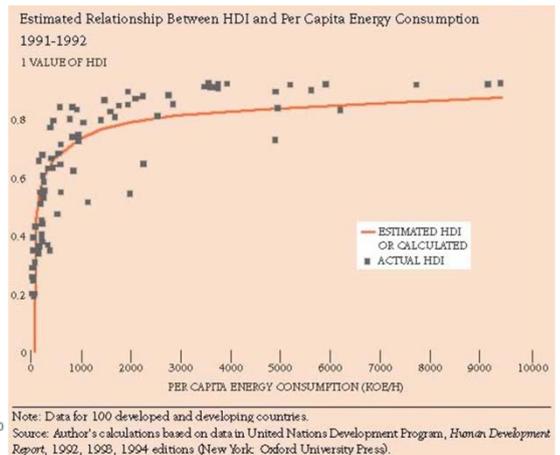
Desenvolvimento x consumo de energia

Argumentou que persiste, infelizmente, uma visão ainda consagrada, que vincula o consumo de energia ao PIB (*per capita*), numa relação linear, ou seja, só seria possível progredir economicamente ao custo de consumos crescentes de energia (*per capita*) (figura “PIB (*per capita*) x consumo de energia (*per capita*)”). Entretanto, já se busca aplicar outros indicadores mais sensíveis à realidade socioeconômica dos países, tal como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Ao investigar a relação entre consumo de energia e IDH verifica-se, por exemplo, que há um limite de superior para o consumo de energia, o qual ao ser atingido não mais influencia o IDH. Para os dados da figura “IDH x consumo de energia (*per capita*)”, este limite é de 3 tep/hab., aproximadamente. Nas faixas de consumos acima de 2 tep/hab. já se encontram os IDHs mais altos. O mais relevante é que, ao contrário do PIB, a relação entre IDH e consumo de energia não é, absolutamente, linear, demolindo a crença de que o desenvolvimento depende de incremento no consumo energético.

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL



PIB (*per capita*) x consumo de energia (*per capita*)



IDH x consumo de energia (*per capita*)

Não se pode dizer, entretanto, que existe uma redução na desigualdade no que concerne à disponibilidade e consumo de energia. Comparando o consumo *per capita* dos países do bloco OECD-Europa com o dos países não-OECD, verifica-se que o primeiro (2,0 tep/hab.) é quatro vezes superior ao segundo (0,5 tep/hab.). Porém, existe uma tendência de convergência do consumo, apesar da desigualdade. Todavia, é necessário que se busque melhores indicadores de qualidade de vida (que é o que está em jogo, afinal) do que o consumo de energia. Apesar da discrepância na distribuição (ou por sua causa), o sistema energético atual tem sido muito bem sucedido em atender com excelentes condições de existência a quase 1/3 da população mundial. Para efeito comparativo, na época do Império Romano, a população atendida com níveis de conforto equiparáveis aos dos maiores consumidores de energia e recursos de hoje era de cerca de 1% da população mundial, ou seja, a sua própria (1 milhão de habitantes)! O grande desafio é exatamente incorporar aqueles que estão fora deste terço...

Dado o esforço de progresso dos países pela superação desta desigualdade, há e haverá, ainda, pressões sobre o sistema energético mundial, fortemente dependente de combustíveis fósseis. Este cenário leva a outros problemas, inerentes à estrutura do consumo global de energia que são: **exaustão das reservas, segurança de abastecimento e impactos ambientais.**

A **exaustão das reservas** está vinculada ao esgotamento dos recursos



#### IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

petrolíferos. Atualmente, muitos países já ultrapassaram o pico de sua produção, inclusive fornecedores importantes, como a região do Mar do Norte. Mas existe um grau de complexidade envolvendo este assunto, pois é necessário levar em consideração a economicidade e o nível tecnológico existente para a obtenção do petróleo, parâmetros que caracterizam a definição de “reserva”, a qual não é estática. Considerando a definição em vigor, utilizam-se hoje, ainda, petróleos classificados como **convencionais**, mas, desde o ano 2000, aproximadamente, com uma considerável contribuição daqueles considerados **não convencionais**. Esta penetração tende a crescer, uma vez que a maior parte do petróleo convencional, acredita-se, já foi utilizada e o nível atual de consumo mundial, cerca de 80 milhões de barris/dia, projeções indicam que, em vinte ou trinta anos, chegue aos 120 milhões. Nesse contexto, é preciso ter sobriedade ao considerar o papel esperado para o Brasil, em função das descobertas do pré-sal (hoje classificado como não convencional, como já o foram no passado os petróleos de origem marítima): de grande importância para a economia nacional, por representar a possibilidade de dobrar a produção doméstica – de 2,5 para 5 milhões de barris/dia, gerando excedentes que poderiam ser exportados, esses recursos não teriam impacto no consumo mundial, pois representariam apenas 3% a 4% do total.

O problema da **segurança do abastecimento** está, de certa forma, ligado ao anterior. Uma vez que grande número de países já consumiu a maior parte de suas reservas, o fornecimento majoritário de petróleo (cerca de 50% ou 40 milhões de barris/dia), inclusive para as economias mais consumidoras, como EUA, Japão e Europa, é uma só: Oriente Médio. E esta região é politicamente instável, o que torna esta dependência extremamente preocupante.

Os **problemas ambientais** decorrentes da produção e uso de energia também podem ser categorizados, pela abrangência dos impactos:

- a) Poluição local – basicamente poluição atmosférica, aflige as grandes cidades e metrópoles. Decorre do nível de contaminantes presentes no



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

petróleo (nos derivados) e está fortemente vinculado ao setor de transportes. No Brasil, por exemplo, há problemas com particulados e outros poluentes. As instâncias locais e regionais de política ambiental dedicam-se a tentar legislar, regular e fiscalizar a emissão de poluentes atmosféricos.

- b) Poluição regional – decorre da anterior. Pela ação dos processos climáticos (vento, principalmente), é levado a transpor as fronteiras entre países. Aqui também é importante o papel do carvão.
- c) Poluição global – principalmente o aumento da temperatura do planeta – efeito estufa.

Os problemas de poluição local e regional são passíveis de serem reduzidos e eventualmente solucionados, pela atuação política, através de legislação e regulação. É um tipo de poluição que pode ser “filtrada”. Com a poluição global não ocorre o mesmo. É preciso atacar a causa do problema, o uso de combustíveis fósseis, reduzindo as emissões de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e outros gases de efeito estufa.

Há soluções para estes problemas, que são objeto de trabalho e pesquisa, mundialmente:

- a) Uso mais eficiente de energia – para países industrializados
- b) Aumento da contribuição das fontes renováveis de energia
- c) Desenvolvimento acelerado de novas tecnologias e sua adoção pelos países em desenvolvimento – “leapfrogging”

O **uso mais eficiente de energia** é de suma importância principalmente para os países industrializados. Isto porque seu processo de industrialização teve início e se desenvolveu substancialmente durante o século XX, ou pouco antes, em um período em que recursos energéticos eram abundantes e baratos o suficiente para superar o benefício do uso eficiente de energia. Ou seja, os custos com energia eram insignificantes quando comparados aos de outros fatores de produção e investimentos em nova tecnologia eram considerados desnecessários. A partir dos choques do petróleo, nos anos 1970, esta preocupação surge e recrudesce, levando a medidas de redução do consumo de energia por meio de inovações tecnológicas em melhoria de eficiência, tanto

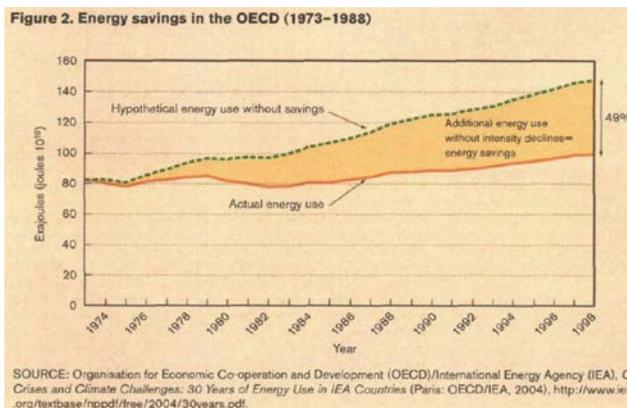


## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

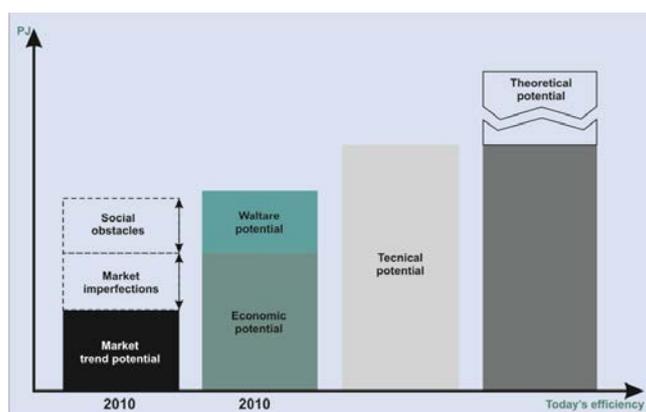
dos equipamentos de geração de energia quanto dos equipamentos de uso final. Ocorreu, ainda, também por força de outros intervenientes, uma alteração na estrutura produtiva desses países, cujos setores primários (industriais) perderam gradativamente espaço para o setor de serviços, que não tem a mesma intensidade de consumo - ainda que se questione que este foi, na verdade, um movimento perverso de “exportação” de indústrias poluidoras para os países menos desenvolvidos. E embora isto tenha ocorrido um pouco, não chegou a ser a solução do problema dos industrializados.

De qualquer forma, em vários segmentos industriais o uso eficiente de energia passou a ter significado econômico e, como mostra a figura “Conservação de energia na OCDE”, houve um resultado agregado significativo, mesmo considerando apenas uma região econômica (OECD). Foi muito importante, nesse período, a introdução de medidas de declínio na intensidade de uso da energia e, em alguns lugares, como a Califórnia, o resultado foi notável. Lá o consumo de energia é 50% mais baixo que no resto dos EUA. No Brasil, recentemente (2010) passou-se a reforçar a regulação sobre o assunto e já é proibido vender geladeiras abaixo de certo padrão de eficiência energética. Porém, a regulamentação desta legislação levou mais de oito anos, após sua proposta, em 2001. Existem, todavia, limitações para a eficiência energética, que dependem das leis da termodinâmica e outros fatores ambientais, sociais e econômicos, que limitam, gradativamente, o **potencial teórico** de uma medida, até que se atinja o **potencial de mercado** (figura “Potencial de medidas de eficiência energética”).

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL



### Conservação de energia na OECD (1973 a 1988)



### Potencial de medidas de eficiência energética

O **desenvolvimento acelerado de novas tecnologias – leapfrogging** – é um conceito que foi apresentado no livro *Energy for a Sustainable World* e diz que não há razão para os países em desenvolvimento repetir as etapas já superadas pelos países desenvolvidos, podendo passar diretamente para o estágio atual de tecnologia. Uma boa analogia é a disseminação da telefonia celular em todo o mundo.

Em relação ao **aumento da participação das energias renováveis**, o esforço mundial no uso dessas fontes tem sido considerável, porém, embora as taxas de crescimento anual desse uso sejam expressivas, da ordem dos 60% e até acima – caso da energia solar fotovoltaica, a sua participação na matriz mundial ainda é muito pequena (figura “Energia primária total – Mundo”). Aqui



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

também se aplica o conceito dos distintos níveis de potencial de desenvolvimento, supramencionado. Nesse sentido, o potencial técnico para desenvolvimento das fontes renováveis no mundo ainda é muito amplo, especialmente se considerado o nível atual de utilização. Também em termos de investimentos esse padrão se repete, pois se aplica mais atualmente em energias renováveis do que em recursos convencionais. Modelos de previsão utilizando as taxas de crescimento apresentadas têm concluído que a participação das renováveis modernas (excluem grandes hidrelétricas e biomassa tradicional), hoje de 5%, pode atingir, em 2020, 20% de participação na matriz mundial. E esta participação permitiria reduzir cerca de 20% das emissões de gases de efeito estufa. Essa é origem da decisão da Comunidade Européia que ficou conhecida como 20-20-20.

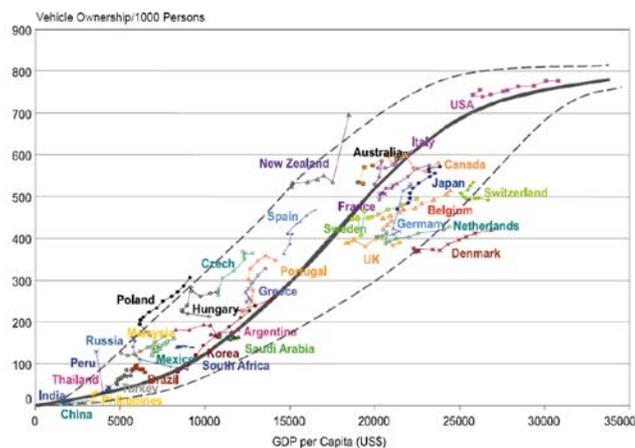
As perspectivas são atraentes para as energias renováveis, uma vez que todas elas vêm apresentando uma queda progressiva dos custos, à medida que aumenta a escala de desenvolvimento e uso dessas tecnologias. Um bom exemplo deste fenômeno é o etanol, cujos custos de produção são hoje mais baixos que os da gasolina. A tecnologia fotovoltaica, embora ainda cara, possui outra característica extremamente positiva, que é a de não envolver peças móveis, origem de grande desgaste e potenciais causadoras dos desastres, pois exigem constante resfriamento e lubrificação, não admitindo, nisso, falhas. Em síntese, deve-se prosseguir na busca do aumento da escala, a fim de tornar cada vez mais competitivas as fontes renováveis.

Como conclusão, deve-se atentar para o grande problema energético do presente e, sobretudo, do futuro, que é o **transporte**. Isto se deve à inquietante tendência mundial de aumento progressivo da posse e fabricação de automóveis individuais. A figura “Veículos/1000 hab. X PIB *per capita*” envolve um raciocínio que é semelhante ao que ocorre com o PIB, isto é, parece haver uma relação direta de proporcionalidade entre a posse de veículos individuais e o PIB *per capita* e, portanto, os países de menor PIB tenderiam a ampliar o consumo de automóveis, como significado do aumento da qualidade de vida.

Encontrar uma solução para o problema do transporte é vital: cerca de

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

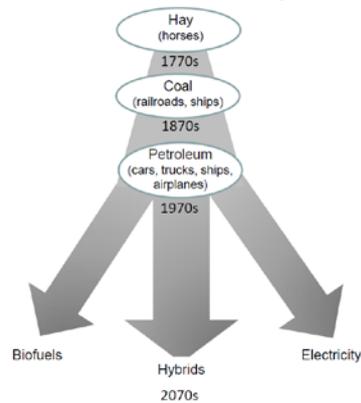
um terço da energia usada no mundo, hoje, é para transporte. As soluções para o problema se encontram no desenvolvimento dos sistemas veiculares, cujo desenvolvimento é mostrado na figura “Evolução do sistema de transportes”, onde se percebe que o futuro é ainda uma indagação (que sistemas serão empregados por volta de 2070?). Agências internacionais de pesquisas energéticas, como a OECD/IEA (*International Energy Agency*), analisam a questão e apontam os seguintes prognósticos: um terço dos carros utilizará mecanismos de propulsão híbridos, empregando combustão interna associada à eletricidade (como os carros atuais da Toyota), que dobram a eficiência do automóvel. Outro terço será exclusivamente elétrico, porém, depende do desenvolvimento de melhores baterias. Hoje há uma comparação “perversa”, pois um carro a combustão interna é abastecido em minutos e tem elevada autonomia (centenas de quilômetros), enquanto com o veículo elétrico ocorre exatamente o oposto: longo tempo de abastecimento e baixíssima autonomia. Por fim, o terço restante será do tipo multicomcombustível, como o veículo *flex fuel*, já bastante empregado no Brasil, para os quais o uso dos biocombustíveis crescerá muito em importância.



**Veículos/1000 hab. X PIB per capita**

## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### The Evolution of Transportation



### Evolução do sistema de transportes

Este é o panorama geral da utilização de energia e do papel das fontes renováveis, hoje. Deve-se ter em mente que nada indica que as restrições ambientais serão reduzidas no futuro, ao contrário, portanto, um esforço significativo deve continuar sendo efetuado no sentido do aproveitamento das renováveis. E neste cenário, o Brasil terá um papel muito importante porque detém domínio tecnológico no desenvolvimento do etanol. E quando as tecnologias de etanol de 2ª geração se tornarem comercialmente viáveis, o país ainda terá uma vantagem comparativa enorme, porque já usa o bagaço de cana para gerar energia industrial. O Brasil tem nesta área importância concreta, tanto no atendimento das necessidades locais, como em servir de modelo de aplicação dessas estratégias para outros países.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### **PAINEL**

Álvaro Maia da Costa, Petrobras, Diretoria de E&P Petrobras  
Marcos Silveira Buckeridge, IB/USP e CTBE  
Ildo Luis Sauer, IEE e PPGE/USP  
Suzana Kahn Ribeiro, PBMC e COPPE/UFRJ

### ***Estratégia de armazenamento geológico de carbono***

Álvaro Maia da Costa

Petrobras/Diretoria de E&P

Nesta palestra é discutida a importância do pré-sal para o Brasil, não em termos de produção diária de petróleo, mas em uma perspectiva estratégica, em que estes recursos poderão ter um significado de reserva energética mundial e o significado deste potencial para o país. Esta descoberta é contextualizada frente ao uso da energia, presente e futuro, bem como é discutida a evolução das reservas brasileiras e são apresentados elementos da geologia do pré-sal, especialmente o desafio representado pela camada do sal, que teve grande evidência na mídia. Conclui-se com a apresentação da estratégia da Petrobras para a redução de impactos sobre emissões de efeito estufa, especificamente a captura e armazenagem de CO<sub>2</sub>

Reiterando a importância do consumo de combustíveis fósseis (petróleo, carvão, gás natural) no mundo, segundo dados das agências setoriais de pesquisa, em 2006, a participação dessas fontes correspondia a 81% do total. Com pequena variação do balanço entre os combustíveis, espera-se que em 2030 esta participação permaneça no mesmo patamar. O Brasil, em 2006, apresenta uma distribuição que guarda a mesma proporção, isto é, predominam os fósseis (53%). Considerando-se as dimensões do país e seu desempenho econômico atual, é esperado um aumento de 121% no consumo de energia em 2030, ainda com predomínio de fósseis, que responderão por 50% da matriz energética nacional.

Em termos de consumo diário os EUA são (e seguirão sendo por algum tempo) os recordistas, com cerca de 21 milhões de barris/dia. A China já figura como o segundo (8 milhões de barris/dia), consumindo prioritariamente carvão. Porém, a permanecer o ritmo de crescimento de atividade econômica naquele



#### **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

país, esse consumo rapidamente poderá ultrapassar o dos EUA. O Brasil é atualmente o 8º colocado, consumindo cerca de 2,2 milhões de barris/dia e espera-se, em 2030, que este consumo chegue a 2,5 milhões (barris/dia). Espera-se que o consumo mundial atual, de cerca de 86 milhões de barris diários, chegue, em 2030 a 106 milhões. Caso não haja incorporação de novas reservas, com o declínio da produção, a capacidade de suprimento diário estará por volta de 30% das necessidades, apenas (33 milhões barris/dia). Neste cenário potencialmente conflituoso, em que não há expectativa de fim da dependência do petróleo, o Brasil descobre as reservas do pré-sal. Estas descobertas, que na verdade são fruto de uma busca antiga da Petrobras, foram se tornando técnica e economicamente viáveis à medida que o domínio da tecnologia de exploração e produção foi sendo dominada pelo Brasil. Assim, ainda que seu impacto mundial em termos de produção diária possa não ser significativo, em termos de reservas, pelo exposto, aumenta sensivelmente.

A evolução histórica das reservas da Petrobras mostra a grande importância da exploração offshore. Caso a exploração permanecesse concentrada em terra, as reservas atuais da empresa pouco ultrapassariam o bilhão de barris de óleo equivalente (soma dos valores para o petróleo e do gás natural convertidos a petróleo por equivalência). No entanto, em 2006 estas reservas eram de cerca de 14 bilhões de barris, que podem ser consideradas grandes (não se computando as reservas árabes, cuja ordem de grandeza é de centenas de bilhões de barris).

A colocação das reservas em produção exige da Petrobras investimentos e esforço construtivo grandes, para que se atinja o nível de produção de 2,5 milhões de barris/dia, em 2012, partindo do patamar de 1,8 milhões de barris, em 2007. São cerca de quatorze projetos, em que cada plataforma produz entre 100 e 200 mil barris/dia, que são valores altos. Como essa exploração é predominantemente marítima, a construção de cada plataforma requer também a instalação de inúmeros sistemas complexos e dispendiosos, submarinos, que envolvem desde a ancoragem da própria plataforma até o transporte e descarga do petróleo até o continente. Ao longo

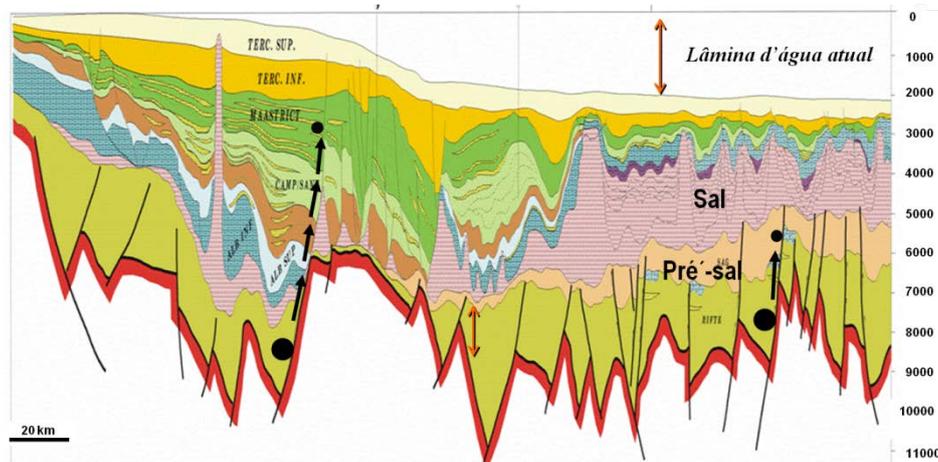


## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

do tempo, a companhia não só desenvolveu a experiência da implantação desses sistemas, como chegou a desenvolver tecnologia própria, como a da plataforma circular, que tem características particulares em termos de movimento e facilidade de instalação. Há metas, também, para a produção de gás, que deve saltar de cerca de 28 milhões de m<sup>3</sup>, de 2007, para 70 milhões de m<sup>3</sup>, em 2012, em cerca de 24 projetos. Esta diferença para mais em relação aos projetos para petróleo decorre do fato de o gás poder ser **associado** (ocorre junto com o petróleo) ou **não associado** (ocorre separado do petróleo), exigindo estruturas de exploração distintas.

Para explicar a geologia do pré-sal, é realizada uma exposição prévia, didática, sobre o sistema petrolífero, as camadas de rochas (geradora, reservatório, selante...), a decomposição da matéria orgânica e outros detalhes da formação do combustível. A geração do petróleo ocorre em camadas bem inferiores àquelas nas quais ele geralmente é encontrado, em qualquer sistema petrolífero. As falhas geológicas é que permitem a migração do óleo das camadas de produção para as de reservatório, onde se deposita nos poros das rochas, misturado a gás e água, tudo contido pela camada selante. Em alguns casos, para a retirada do óleo é preciso atingir essas camadas de rocha e aumentar sua energia (pressão), injetando água no reservatório e nos próprios aquíferos. O sistema do pré-sal começou a ser formado no período de Pangea, quando África e América constituíam um único continente (cerca de 164 milhões de anos atrás). O óleo era originalmente de origem lacustre (lagos interiores ao continente único). Com o movimento das placas tectônicas e separação dos continentes, mais água aflui para a fenda que se amplia, formando o futuro Oceano Atlântico. Ainda durante as águas rasas, cianobactérias colonizam este ambiente. A água salgada que penetra lentamente permite a formação de salinas. As camadas de sal e de rochas carbonáticas nas quais coexistem cianobactérias conjugadas (estromatólitos vivos) se depositam progressiva e lentamente sobre o reservatório. O óleo, então, migra e se deposita nos poros dos estromatólitos (já mortos). A figura abaixo mostra uma seção geológica entre as bacias de Campos e Santos

(cerca de 300 km longitudinais) e permite mais alguns esclarecimentos.



**Seção geológica típica entre as bacias de Campos e Santos**

As camadas mais inferiores da seção mostram as fundações rochosas vulcânicas (vermelho) e a mistura argila e microrganismos (verde), onde se forma o petróleo. Este, graças às falhas geológicas (linhas pretas semi-verticais), migram para o reservatório do pré-sal, identificado na figura, formado pelas camadas de estromatólitos mortos, soterrados ao longo dos milhões de anos. Sobre ele, a evaporação da água do oceano que penetra forma a rocha de sal (evaporítica), que é excelente capeadora (selante). Na bacia de Campos (à esquerda na figura), o sal se move, por efeito de movimentos tectônicos, conseguindo abrir “janelas” até a superfície – é o fenômeno da fluência. Por causa dessas “janelas”, o óleo, que tem a mesma origem que aquele do pré-sal, migra também para cima, depositando-se nas camadas superficiais de arenito. São os depósitos de Campos. Por não estar submetido às altas temperatura e pressão que ocorrem abaixo do sal, este óleo é atacado pelos microrganismos, que catalisam a parte leve do óleo, restando um combustível mais pesado. O óleo do pré-sal é, portanto, mais leve e de melhor qualidade.

Por que a Petrobras levou tantos anos para descobrir o pré-sal? O sal tem características de deformação associadas à fluência, que resultam em uma forma muito complexa. Além disso, ele refrata as ondas sísmicas, dificultando a



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

interpretação e o mapeamento das camadas de rochas nas seções sísmicas efetuadas. O mesmo fenômeno é responsável pelo desafio de perfurar a camada de sal (2000 m), uma vez que ele não se parte, como as demais rochas, mas se deforma e se cicatriza, ao longo do tempo. Hoje, a Petrobras conseguiu dominar a tecnologia de perfurar a camada de sal, atravessando diferentes tipos de rocha. Após vencer este período, em 2006 foi anunciada a descoberta e, embora não tendo disseminado esta informação, apenas no poço de Tupi, no bloco 11, foram gastos três anos, por causa do sal e avaliando todas as possíveis contingências, para conseguir desenvolver o projeto. Ali já foram descobertas reservas de 5 a 8 bilhões de barris, sem computar os demais, e espera-se produzir, nos próximos anos, até 1 milhão de barris/dia (só ali). Esta é a importância geopolítica do pré-sal para o Brasil.

Em relação ao controle das emissões de gases de efeito estufa, o plano estratégico da Petrobras já estabelece metas para abordar este problema. Entre as várias iniciativas previstas, figura o desenvolvimento das tecnologias de captura, seqüestro e armazenamento de carbono na bacia de Santos. Esta especificidade se deve ao fato de o teor de carbono do óleo do pré-sal ser mais elevado do que do óleo da bacia de Campos, onde não se justificava o emprego de tais medidas. Em Santos, foi decidida pela diretoria da empresa a não ventilação de dióxido de carbono para a atmosfera, aumentando assim a complexidade das plataformas, que passam a demandar plantas de separação e processamento do CO<sub>2</sub> e disponibilização de locais para armazenamento do gás. As iniciativas para a captura e armazenamento desse carbono são:

- a) Desenvolvimento de programas tecnológicos dedicados - através do seu centro de pesquisas - Cenpes (Proclima e Proco2) e em parceria com instituições nacionais e internacionais da indústria de petróleo, de desenvolvimento tecnológico e científico, com clientes. Os investimentos diretos em pesquisa contemplam montantes de US\$ 200 milhões, ordem de grandeza que a elevada renda da indústria petrolífera é capaz de sustentar, mais do que outras fontes de recursos.
- b) Rede temática em CCS (*Carbon Capture and Storage*) e mudanças



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

climáticas – criada em 2006 e envolvendo 12 instituições nacionais de ensino superior (COPPE, FUNPAR, FURG, INPE, PUC-RJ, PUC-RS (CEPAC), UFBA, UFMG, UFC, UFRJ, UFPR, USP).

- c) Projeto Miranga – implantado no Recôncavo Baiano para avaliação da reinjeção de gás nos reservatórios de petróleo em lugar da água (EOR – *Enhanced Oil Recovery*).

Na bacia de Santos, além da reinjeção de gás para aumento da produtividade dos poços, pretende-se injetar o excedente em reservatórios esgotados e em aquíferos salinos (água não potável). Os desafios que a Petrobras espera superar na aplicação dessas técnicas são: corrosão induzida pelo CO<sub>2</sub>; separação do CO<sub>2</sub> nas plantas de processo offshore: espaço e peso; garantia do escoamento de fluidos com CO<sub>2</sub>; sistemas de compressão e bombeamento de CO<sub>2</sub>; monitoramento de CO<sub>2</sub> nos reservatórios e aquíferos. A empresa vem desenvolvendo, também, a tecnologia de abertura de cavernas na própria camada de sal, o que, para esse fim, ainda é uma inovação.

### **Homo sapiens e sua obsessão por Vis Viva**

Marcos Silveira Buckeridge

IB/USP, CTBE

Nesta palestra, são abordados pontos específicos selecionados entre os muitos temas que constituem a área de estudo do bioetanol, a fim de que se componha uma argumentação consistente na totalidade do debate. A propósito do título escolhido, deriva da certeza de que o vínculo entre a Biologia e a energia está na origem do interesse da ciência pela “força” que fazia os seres e objetos se moverem – a *vis viva*. Dessa curiosidade derivaram as investigações da própria Física e todos os conceitos termodinâmicos que balizam este saber até hoje. De certa forma, por mais de um motivo, os seres humanos são de fato viciados em *vis viva*, como também demonstraram as falas precedentes.

O pano de fundo para este painel é o problema das mudanças climáticas globais. Dada a potencial gravidade dos seus impactos, é importante reiterar



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

seu significado, causas e conseqüências, a fim de manter em perspectiva a investigação das várias facetas dessa questão. Assim, do ponto de vista biológico, pode-se dizer que as mudanças climáticas se assentam sobre um tripé que tem início no **aumento da concentração de CO<sub>2</sub>**. Este ocasiona a **elevação das temperaturas**, que leva a um **desequilíbrio da disponibilidade de água** para os sistemas de vida do planeta. Em função desse desequilíbrio hídrico, a vegetação de Terra pode ser reduzida, afetando negativamente a absorção de gás carbônico e dando início a um círculo vicioso deletério que afetará, por fim, a produção de alimentos e a biodiversidade. Este é o primeiro ponto da argumentação.

O segundo ponto está ligado à energia. Certamente, dado o aumento acelerado da população da Terra, em algum momento a questão demográfica poderá vir a ser um fator preocupante. O consumo de energia também aumenta e baseia-se principalmente em combustíveis fósseis. As mudanças climáticas são assim parcialmente causadas pelo uso da energia, que provoca o aumento das emissões de CO<sub>2</sub>. Por outro lado, embora o petróleo seja renovável, pois decorre também da fotossíntese, o é em um tempo muito longo. O mais lógico seria, então, cada vez mais substituí-lo por fontes com taxas de renovação mais alta. No caso brasileiro, o etanol é uma das alternativas que faz mais sentido, pelo domínio que o país possui dessa tecnologia. E este desempenho pode ser melhorado. Os grandes produtores de etanol do Mundo, EUA e Brasil e alguns marginais, talvez consigam produzir em 2011 cerca de 75 bilhões de litros, o que é irrisório ( $\cong 2,4\%$ ) frente ao consumo de petróleo. Porém, desse montante, 30 bilhões serão fornecidos pelo Brasil, denotando a importância desse combustível para o país no cenário mundial. Ainda que não solucione a dependência de petróleo em um tempo razoável, é uma frente não desprezível em favor da flexibilidade na utilização de todas as fontes de energia que o Brasil possa produzir. A **promoção desta flexibilidade brasileira** é a tese defendida nesta palestra.

A bioenergia é uma energia renovável de origem biológica – principalmente plantas – e por isso, depende totalmente do processo



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

fotossintético. Para aumentar a produtividade da bioenergia é preciso trabalhar com o **corpo da planta**, onde se processa a fotossíntese. Existem várias rotas tecnológicas para aproveitamento das fontes biológicas, bem além da combustão direta – forma tradicional de uso. Pela via termoquímica é possível transformar a madeira/biomassa diretamente em combustível líquido, pelo aproveitamento dos polímeros de açúcar, dos quais também se obtém o álcool. Outra maneira de obter bioenergia é a partir dos óleos vegetais, que é outra maneira de que dispõem as plantas para armazenamento de carbono. E todos esses produtos ainda permitem gerar energia elétrica. Uma possibilidade que existe, mas já não vem sendo investigada há alguns anos, pois não se antevê sucesso iminente, é a produção sintética de petróleo a partir da biomassa atual. Nesse caso, ele passaria a ser renovável em menor periodicidade e estaria solucionado pelo menos o problema da exaustão das reservas.

De certa forma o Brasil teve “sorte” em dispor de vantagens comparativas que resultaram na sua matriz renovável e, sendo hoje um grande produtor de biomassa e bioenergia, é visto como um modelo a ser seguido. Partindo dessa base, deve começar a planejar e investir em possibilidades que ainda não tem sua aplicabilidade, ou rentabilidade, reconhecidas, visando um futuro no qual a sorte não esteja mais presente.

Um exemplo dessa visão é a própria história do uso energético da cana no país. Utilizada inicialmente para a produção de açúcar, a cana não é nativa, mas original da Ásia – China, Austrália. Foi dali para a Europa e de lá, pelos colonizadores, chegou ao Brasil. A data e o ponto de chegada são alvo de controvérsias: se no sudeste - onde teria sido devorada por canibais, junto com os primeiros colonizadores, e assim não vingou logo de início, ou no nordeste, onde teria chegado bem mais tarde, vinda da Guiana. Fato é que ao longo do processo de domesticação e propagação da cana pelos continentes, várias mesclas de espécies foram efetuadas e a cana de que o país dispõe hoje é um híbrido de duas espécies, que se originou na Argentina. O uso do etanol como combustível no Brasil data da década de 1920. Em 1933 existia uma pequena estrutura de distribuição que contava com dez bombas, no



#### IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

nordeste do país. Porém, essa indústria não poderia competir com a produtividade do petróleo e manteve-se marginal até ressurgir na década de 1970, devido aos choques do petróleo, quando foi lançado o Proálcool. Apesar do sucesso, a decadência do programa por uma série de falhas que levaram ao descrédito, anos mais tarde, obrigou o país a ter **flexibilidade** e hoje, como parte das lições aprendidas, vive-se a era do veículo bicomcombustível, com novo impulso do etanol.

O uso combustível do álcool demonstra o estilo flexível que o país tem de encontrar soluções para suas necessidades, no que diverge do hemisfério norte, muito mais rígido, até nas manifestações da natureza. Se durante o Proálcool o Brasil teve que lidar tecnologicamente com o problema da corrosão provocada pelo etanol, hoje já se busca a otimização da combustão. A pesquisa nacional volta-se para o desenvolvimento de aditivos que permitam o uso do etanol em temperaturas abaixo de zero, contribuindo para estimular a exportação. Também vem desenvolvendo motores bicomcombustíveis de ciclo diesel, para veículos pesados. Mas a própria indústria sucroalcooleira é flexível. Hoje o país domina o aproveitamento da sacarose, que guarda um terço da energia da cana, para a produção de açúcar e de combustível de primeira geração. São cerca de quinhentas usinas, caracterizadas, também, por uma alta flexibilidade. Nelas se produz bioeletricidade, a partir do bagaço; matéria-prima para a elaboração de plásticos; insumos para a indústria farmacêutica (antidiabéticos) e de materiais de construção (lignina adicionada ao cimento). Ou seja, partindo dos engenhos de açúcar do período colonial, chegou-se à biorrefinaria, que mimetiza a refinaria de petróleo. Várias iniciativas de pesquisa e desenvolvimento vêm sendo tomadas no sentido de conhecer, catalogar e aproveitar a cana-de-açúcar na produção de energia e substâncias economicamente úteis – catálogo químico, sequenciamento de genoma – e o potencial parece, até o momento, praticamente ilimitado. Por essa flexibilidade, que é uma vantagem, é preciso também desenvolver mecanismos de regulação econômica, capazes de coibir práticas predatórias por parte dos proprietários dessas usinas, que venham a ferir o direito da sociedade



#### IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

brasileira no usufruto de todo este potencial.

São detalhadas a partir daqui três vias possíveis para aumentar o aproveitamento da cana-de-açúcar. A primeira forma de ampliar o aproveitamento é **promover o desenvolvimento do etanol de 2ª geração**, embora o etanol de 1ª geração também tenha espaço para melhorias. As substâncias presentes no bagaço (parede celular, que é mais abrangente do que meramente celulose) e na palha da cana, hoje subutilizadas em parte devido à ineficiência do processo de geração de bioeletricidade (bagaço) ou simples desperdício (palhas e pontas), permitiriam triplicar o potencial teórico de geração de energia, já que o segundo terço do armazenamento energético da cana está no bagaço e o terço final, na palha. Porém, pelas limitações, termodinâmicas, ambientais, sociais, econômicas, isso não será totalmente possível. O potencial técnico e econômico gira em torno de 40% do teórico, uma vez que, entre outros motivos, parte da cana deverá permanecer no solo, por razões de sustentabilidade, e parte do bagaço continuará sendo empregado para gerar eletricidade. A unidade industrial também pode ser melhorada, agregando no futuro os módulos necessários para a produção de etanol celulósico sem desmobilizar os demais. Com isso, seria possível, em termos de energia, obter dois tipos de etanol e eletricidade. O próprio CO<sub>2</sub> resultante dessa usina poderia ser reaproveitado para a produção de biodiesel a partir de microalgas e para aumentar o crescimento de vegetação (florestas) e da própria cana.

A segunda forma de melhorar este aproveitamento consiste em **aumentar a produtividade da planta**. Hoje esta produtividade é de cerca de 80 t/ha. A meta brasileira é atingir os 120 t/ha, mas há registros de recordes que chegam às 300 t/ha. Isto pode ser conseguido através do melhoramento de espécies (hibridismo, biologia molecular), do processo fotossintético, por meio das relações da planta com a absorção de nutrientes, de água. Experimentos realizados em ambiente de “alto CO<sub>2</sub>”, em que a cana foi submetida a atmosferas com 100% a mais de conteúdo do gás e comparada com plantas crescidas em atmosfera normal, resultaram em 30% menos



#### IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

transpiração e **60% a mais de eficiência no uso da água**. Isto significa que menos água foi necessária para produzir biomassa. Adicionalmente, 50% a mais de biomassa foram produzidos nesse ambiente. O experimento foi repetido várias vezes, em busca de uma explicação para tais resultados. Antes, é preciso explicar que a cana possui um sistema fotossintético especial, denominado C4, que possui dois tipos de cloroplastos. O CO<sub>2</sub> é capturado nos estômatos, entra nos cloroplastos de tipo mesófilo, transforma-se em um ácido com 4 carbonos, que é transferido para outra classe de cloroplastos do tipo bainha vascular. Ali o ácido é novamente transformado em CO<sub>2</sub>, que prossegue na fotossíntese. É o melhor sistema fotossintético possível na natureza. A conclusão, após investigações genéticas, foi de que o aumento de biomassa em ambiente de alto CO<sub>2</sub> se deve à melhoria da própria fotossíntese, graças a proteínas do sistema fotossintético que melhoram a captura de luz, para compensar o excesso de CO<sub>2</sub> que está entrando no sistema. Isso leva a crer que o sistema pode ser melhorado pela manipulação genética dessas proteínas. Tanto a fotossíntese sintética (que parte do sistema vegetal de captura de luz conhecido e o aprimora) quanto a fotossíntese artificial (em que o sistema de captura de luz seria “reinventado” utilizando metais) são possíveis, porém complexas e ainda demandam alguns anos de desenvolvimento.

A terceira forma de ampliar o aproveitamento da cana é **aprimorar o uso da terra**. A cana utiliza hoje apenas 2% da área arável do Brasil. Em se conseguindo duplicar a produção de álcool com a 2<sup>a</sup> geração e também a área (para 4%), seria possível triplicar a produção de etanol no mundo. O Lafieco (Laboratório de Fisiologia Ecológica) é o primeiro laboratório do Brasil dedicado a estudar a reação das plantas às mudanças climáticas. Várias espécies vêm sendo testadas, inclusive alimentícias, e já se entende melhor o comportamento da floresta. Já se observou que as plantas de crescimento rápido respondem melhor ao alto CO<sub>2</sub> e isto tem um impacto positivo sobre a regeneração de florestas, que poderá ser acelerada. Outra observação foi o aumento da produção de amido. A planta **matapasto**, descoberta no norte,



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

nativa da região amazônica, já vem sendo avaliada em conjunto com a Eletronorte para a produção de bioenergia em usinas a partir do amido, eliminando a necessidade de levar cana para a região. Em termos de estocagem de carbono, florestas são superiores a toda a produção nacional de cana, incomparavelmente. Defende-se, então, o consórcio entre canaviais e florestas, usando corredores, o que traria a biodiversidade de volta, aumentando o valor agregado de toda a área (substâncias, etiquetagem ambiental).

***O Brasil é um país flex.*** Será o primeiro país tropical a atingir o desenvolvimento e trará consigo a cultura da diversidade. Em termos de ciência básica, hoje o país é dominante na área de bioenergia e esta oportunidade deve ser aproveitada para consolidar o Brasil e o estilo brasileiro de desenvolvimento.

### ***Energia: renováveis e não renováveis***

Ildo Luis Sauer

IEE, PPGE/USP

Essa palestra é desenvolvida em torno de três eixos de discussão:

- a) Não há escassez de recursos naturais para suprir de energia a existência humana no planeta. A questão é: que trajetórias a humanidade traçou para a apropriação dessa energia até o momento e que dilemas presentes e futuros delas decorrem.
- b) A partir de uma origem mais diversificada, que incluía biocombustíveis, duas formas de apropriação social de energia progressivamente foram hegemônicas nos últimos 100 – 120 anos: os sistemas do petróleo - vinculado à mobilidade, de pessoas e cargas - e da forma flexível de potência, disponível localmente, a energia elétrica – que organiza todo o modo de vida urbano-industrial.
- c) A observação do panorama brasileiro frente a este contexto e às especificidades energéticas do país, especialmente a matriz energética



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

“renovável” e as descobertas do pré-sal permite análises reveladoras.

Uma das mais evidentes contribuições da apropriação social da energia pode ser avaliada pela observação do crescimento demográfico ocorrido desde a pré-história até os dias atuais. Na origem da organização social da espécie humana, a população global, estima-se, girava em torno de 30 milhões de habitantes. A partir da **revolução agrícola** e nos dez mil anos seguintes, quando dependeu basicamente da força muscular e de algumas manifestações da energia do Sol, a população alcançou cerca de 700 milhões de almas, por volta do século XVIII. Quando começa a apropriação social da energia do carvão, no início da **revolução industrial**, com o aumento da produtividade do trabalho humano, atinge-se, em cerca de cem anos, o primeiro bilhão de habitantes. No século seguinte, que chega aos nossos dias, o salto provocado pela apropriação do petróleo e da energia elétrica, entre outros fatores, leva ao crescimento exponencial da população, que atinge a cifra de 6,8 bilhões. Na base destes desenvolvimentos está inegavelmente a apropriação da energia, especialmente das formas que permitem o incremento extraordinário da produtividade do trabalho.

As consequências mais óbvias dessas transições foram os problemas locais, regionais e, principalmente, os problemas de ordem global, sobretudo as mudanças climáticas. O que reserva, então, o futuro? Por que, após desastres ambientais e energéticos e desenvolvimento de acordos climáticos (Cancun, Copenhague) pode-se, a se concretizar as previsões que fazem os organismos mais alinhados com o sistema de produção hegemônico, esperar um fracasso? Fracasso traduzido como manutenção da dependência do uso extensivo de combustíveis fósseis nos próximos 30 – 50 anos. A resposta talvez esteja na lógica intrínseca a este sistema, que busca o aumento crescente da produtividade social do trabalho e da geração e acumulação de excedentes, utilizando para isso as formas de energia que mais aumentam a produtividade do trabalho – hoje, o petróleo e a eletricidade. Portanto, se nenhuma alteração revolucionária for feita sobre a estrutura de produção, dificilmente esta situação se alterará.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

O petróleo é, em termos de reservas mundiais, o recurso menos abundante. Há mais gás, urânio e carvão, sem mencionar a quantidade renovada diariamente de energia solar, hidráulica, eólica. Todas superam a demanda mundial anual de energia. A dependência que se estabelece em torno do petróleo é respondida, então, em parte, pelas características de alta flexibilidade, baixa entropia, alta concentração e disponibilidade para a realização de trabalho, que aumenta a rentabilidade do sistema hegemônico de produção. O balanço de energia líquida do petróleo, atualmente, é de 1 barril consumido para produzir 30. O reflexo econômico dessa condição é um custo de produção em torno de US\$ 10 e um preço de US\$ 60 a 100, resultando em um excedente mínimo por barril de US\$ 50. A renda global anual gerada pelo petróleo pode chegar a valores como US\$ 3 trilhões, para um consumo de 86 milhões de barris/dia, disputada por todas as formas políticas, econômicas, ideológicas. Esta é a estrutura social de produção construída no último século, com a qual se defronta hoje e exige resposta. O “século do petróleo” já consumiu um trilhão de barris produzidos de forma convencional a custos muito baixos. O carvão e formas não convencionais do seu aproveitamento, fontes renováveis de vários tipos e o próprio petróleo não convencional estão disponíveis para inserção no sistema, porém, com uma estrutura de custos que não compete com os dois trilhões de barris de petróleo convencional remanescentes, mesmo acrescidos dos custos de mitigar as emissões de gases de efeito estufa. Os conceitos marxianos sobre o funcionamento do sistema capitalista e o papel das rendas absolutas e diferenciais ajudam na compreensão deste cenário. Os enormes excedentes do petróleo, controlados minuciosamente pelos grandes produtores, dificultarão ainda a penetração de outras formas de energia e qualquer expectativa de alteração da matriz energética mundial exigirá o questionamento da organização da estrutura social de produção vigente, da lógica intrínseca ao sistema e ao processo decisório, de acumulação de excedentes, que não se restringe às grandes previsões das agências e da indústria, mas se reflete na existência de cada indivíduo, quando deposita no sistema financeiro, por exemplo, suas



#### **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

expectativas de ampliação de retorno econômico.

Todavia, o aumento da produtividade do sistema na apropriação de outras fontes é possível. Prova disso é a queda vertiginosa do custo da energia produzida a partir da tecnologia solar fotovoltaica, que em 25 anos, caiu cerca de 10 vezes, por Wp instalado. A se manter esta tendência, ao atingir os 100 mil MW, seria possível obter energia elétrica de fonte fotovoltaica a menos de 1 euro por Wp. A capacidade instalada mundial já atingiu, hoje, os 60 mil MW. Considerando custos de 1,5 euro/W, ou R\$ 4/W, e uma taxa de 10% de custo de capital, a energia gerada custaria hoje no Brasil cerca de R\$ 600,00/MWh. A uma taxa de 5% este custo seria de R\$ 300,00/MWh, já competitivo com a tarifa de R\$ 450,00/MWh cobrada pela concessionária de distribuição em São Paulo. Ou seja, já se justifica buscar no país a geração distribuída, descentralizada provida por energia solar fotovoltaica usando, por exemplo, os telhados. Outra fonte que apresenta expansão mundial extraordinária é a eólica. Com um crescimento exponencial da capacidade instalada mundial e ganhos de aprendizado proporcionais, especialmente na Europa, Ásia e América do Norte, onde se encontram os maiores produtores e capacidade instalada (EUA, Alemanha e China).

A figura “Potencial de geração elétrica no Brasil (estim.)” apresenta o potencial brasileiro para a produção de energia. Destacam-se os recursos hidráulicos e eólicos, com possibilidades interessantes, a depender da tecnologia, para o urânio e a conservação de energia, além dos surpreendentes números do potencial fotovoltaico, que aventam a possibilidade de fornecer toda a energia demandada hoje pelo Brasil, caso instalada uma capacidade de 300 GW, equivalentes a uma área de 80 km<sup>2</sup>!

A energia eólica desponta como uma das possibilidades mais aptas ao aproveitamento imediato no Brasil, apresentando ainda uma série de vantagens. A complementaridade hidro-eólica, que significa a compensação da queda na energia afluenta hidráulica pelo aumento na disponibilidade de ventos de maior produtividade, especialmente nas bacias do nordeste, é uma delas (figura “Complementaridade eólica e hidráulica”). Dadas as dimensões do

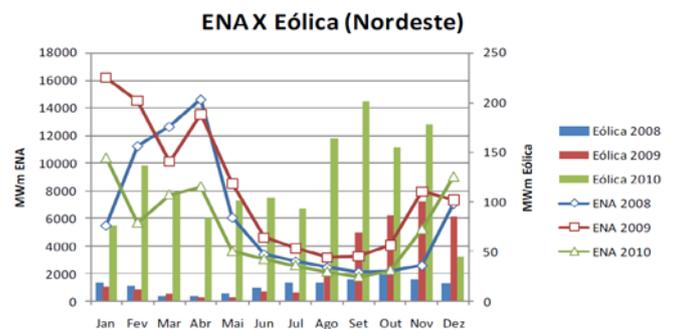


## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

sistema de transmissão nacional, seria fácil injetar esta energia em qualquer de seus pontos. Uma pesquisa recentemente desenvolvida na USP, onde foi simulado o impacto econômico de substituir toda a geração termelétrica (nuclear, carvão e gás natural) prevista pela EPE (Empresa de Planejamento Energético) para implantação a partir de 2015 até 2030 por eólicas, utilizando custos de capital, O&M e combustível típicos dessas usinas e ganhos de aprendizado da eólica da ordem de 15%, 17% e 23%, obteve resultados extremamente favoráveis. Demonstrou-se que o valor presente líquido de construir até 2015-2030 e operar até 2050 esta geração eólica seria inferior ao do sistema térmico previsto, em todas as situações estudadas. O desenvolvimento de uma estratégia de implantação desta geração, baseada na contratação de pacotes tecnológicos de contratação e nacionalização da tecnologia, através de política pública, permitiria viabilizar estes ganhos. O resultado mais interessante, todavia, foi o de que, desenvolvendo 70% do potencial hidráulico remanescente e 50% do potencial eólico conhecido no Brasil, com a população estabilizada por volta de 2040, seria possível duplicar o consumo de energia *per capita* (de 2,5 MWh/ano para 5 MWh/ano), apenas com o emprego dessa geração e alguma complementação térmica e de biomassa e atender toda a demanda brasileira de eletricidade, sobrando energia para substituir os combustíveis líquidos no atendimento da frota veicular do país.

- HÍDRICO.....243.000MW  
(APROX.100.000 MW DES.)
- EÓLICO.....143.000MW
- BIOMASSA.....10.000 MW
- COGERAÇÃO/GER.DISTR. GN.....10.000 MW
- PCHs.....17.000 MW
- URANIO.....?
- RACIONALIZAÇÃO DO USO.....?
- REPOTENCIAÇÃO/MODERNIZAÇÃO.....?
- SOLAR FOTOVOLTAICA – 300 GW: 6.000 KM2, GERARIAM 400 TWh (CONSUMO ATUAL DO BRASIL);

**Potencial de geração elétrica no Brasil (estim.)**



**Complementaridade eólica e hidráulica**

Em relação aos biocombustíveis, o potencial existe, mas há, também, problemas. Fazendo exercícios de substituição de todo o petróleo/gasolina por



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

biocombustíveis no mundo, tanto do ponto de vista da necessidade de área, quanto do atendimento da demanda, chega-se a resultados que demonstram a impossibilidade de dispor de área ou mesmo de cobrir as necessidades globais de combustíveis fósseis, pois seria preciso deslocar praticamente toda a produção de alimentos para produzir etanol e ainda assim só se poderia atender a 20% da demanda, aproximadamente. Também é verdade, ainda que seja pouco difundido, que o uso do etanol como mistura é obrigatório no Brasil desde a década de 1930, como parte do esforço da elite agrária, primeiro nordestina, depois a agroindustrial paulista, organizada em torno do Instituto do Açúcar e Alcool para atender seus interesses, bem como se comercializava, já **Azulina**, **Motorina** (marcas registradas), o que comprova a experiência nacional. Os ganhos de produtividade e aprendizado foram enormes, com tecnologia convencional. As novas tecnologias podem aumentar a trajetória de ganhos, mas a história do etanol insere-se na lógica do sistema hegemônico de produção, já analisada.

Quebrar a lógica intrínseca à estrutura hegemônica de produção socialmente construída é um desafio enorme, ainda que os ganhos de produtividade das fontes renováveis aumentem extraordinariamente, porque a margem do petróleo ainda é muito grande. Em um cenário de permanência de dependência de combustíveis fósseis, no caso brasileiro, há agora um elemento novo, que chama a atenção do mundo, que é o pré-sal. A previsão é de que em 2020 a Petrobras esteja produzindo cerca de 5 milhões de barris/dia, exportando a metade, ainda sem o pré-sal do novo modelo de partilha. Ao mesmo tempo, desponta uma trajetória meteórica, anunciada como um sucesso sem precedentes, de uma nova petroleira brasileira. Essa empresa anuncia metas de produção diária em 2019 equivalentes às da Líbia (1,8 milhões de barris/dia), um dos grandes produtores mundiais, e, tendo sido criada em julho de 2007, vale, onze meses depois, US\$ 10 bilhões. Além disso, anuncia a posse de reservas da ordem de 5 bilhões de barris que valem, a US\$ 10/barril reservado, US\$ 50 bilhões. E seu único capital são concessões de petróleo obtidas no leilão ANP de 2007 e um núcleo estratégico de



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

conhecimento técnico oriundo da Petrobras. Ao tratar da política de petróleo no Brasil, mira-se prioritariamente na Petrobras, mas há uma enorme “franja” no entorno de suas áreas, além do estoque de blocos do pré-sal já concedidos nos quatro leilões realizados por FHC e cinco por Lula, para as quais é necessário ter uma estratégia de apropriação. Especialmente nessas áreas, onde vigora o modelo de concessões, petróleo do pré-sal será produzido de forma quase automática gerando excedente para as concessionárias já ali presentes. Trajetórias espetaculares como a mencionada crescerão muito no país...

A questão é: esta é uma política coerente com os objetivos do Brasil, em relação às mudanças climáticas e ambientais e à apropriação dos excedentes para resolver o grande dilema da nação, que ainda é a enorme assimetria social que persiste na nossa sociedade? É possível apenas estimar a renda que poderia ser apropriada a partir dos recursos do pré-sal (figura “Potencial de geração de renda pela exploração do pré-sal”), porque o volume de recursos ainda é desconhecido e a estrutura definitiva que assumirá o processo exploratório, pelo modelo sancionado, será decidida por uma pessoa apenas, que preside o Conselho Nacional de Política Energética. Desta estrutura dependerá o papel do Brasil no cenário internacional. E também se o benefício será apropriado privadamente, pelos proprietários dos direitos sobre o petróleo do pré-sal já concedido, ou pela sociedade.

CENARIOS DE RESERVA (bilhões de barris)	EXTRAÇÃO DIÁRIA (milhões de barris/dia)	EXTRAÇÃO ANUAL (bilhões de barris)	EXCEDENTE ANUAL (US\$ bilhões)	EXCEDENTE ANUAL (R\$ bilhões)
100	6,85	2,5	150	R\$ 262,50
200	13,70	5,0	300	R\$ 525,00
300	20,55	7,5	450	R\$ 787,50

### Potencial de geração de renda pela exploração do pré-sal

É necessário um novo debate, para que seja construído um **plano nacional de desenvolvimento**, onde sejam contempladas as demandas sociais remanescentes, o investimento em infra-estrutura, em ciência e tecnologia, um plano ambiental e a transição da matriz energética na direção



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

das fontes renováveis. Que o ritmo de produção do petróleo esteja vinculado ao financiamento deste plano e não a interesses de mercado que podem ser bastante voláteis e a estratégia de comercialização seja coordenada com grandes atores internacionais, face ao potencial impacto que estes recursos podem ter sobre o mercado de petróleo, os preços e os excedentes. É necessário que o modelo dual e sobreposto hoje em vigor seja eliminado e que haja uma única regulação, para todas as áreas. Mais ainda, dadas as perspectivas futuras, manter o petróleo embaixo da terra enquanto ele se valoriza progressivamente será melhor estratégia do que convertê-lo apressadamente em dinheiro e transformar a reserva física em reserva financeira em qualquer fundo ou moeda internacional. Em síntese, o Brasil deve lançar mão da renda petrolífera para aprofundamento do investimento público, que possa assegurar-lhe assim um papel hegemônico no Mundo.

Conclui-se, portanto, que:

- a) A explosão populacional e o padrão de vida, mesmo que profundamente assimétrico, foi possível pela apropriação social da energia e o aumento da produtividade do trabalho, gerando disputa pelas rendas consequências para o meio. Essa lição deve servir para o futuro, a fim de evitar que os fracassos ambientais se sucedam e o cenário de dependência fóssil permaneça inalterado.
- b) No Brasil, os recursos específicos permitem construir uma trajetória diferente da que vem sendo trilhada e construir uma matriz inteiramente renovável nas próximas décadas, ampliando ainda sua importância mundial em termos de capacitação tecnológica no uso dessas fontes.
- c) O pré-sal, cuja importância não se restringe ao país, não foi adequadamente debatido. Esse debate deve se ampliar, tanto em relação ao seu impacto ambiental, quanto socioeconômico e em termos da apropriação dos recursos que pode gerar, para remover as mazelas e carências internas.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### ***Desafios do Brasil para Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa no Setor de Energia***

Suzana Kahn Ribeiro

PBMC, COPPE/UFRJ

A necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa no setor energético encerra desafios, mas também oportunidades. Atualmente, o perfil de emissões estufa do país se concentra no desmatamento, mas no longo prazo, isto deve ser alterado, devido à crescente pressão pelo crescimento econômico, que redundará em maior demanda de energia. A necessidade de reduzir emissões de origem energética não se restringe ao setor de geração, mas também aos setores de consumo – industrial, de transportes, doméstico. Dada a entrada de mais capacidade baseada em recursos fósseis no sistema, as emissões tenderão a crescer, o que se refletirá no perfil do país.

Apesar de as altas expectativas em torno de Copenhague terem gerado uma sensação de fracasso ao final. O estabelecimento de um teto, um limite de 2º para o aumento de temperatura até o final do século, ainda que seja pequeno e que nem se possa garantir o seu atendimento, em termos de redução correspondente da concentração de carbono na atmosfera, e o seu reconhecimento por todos os países não pode ser reputado como fracasso. Esse limite terá reflexos sobre o crescimento econômico dos países e os obrigará a se descarbonizar. É o que recentemente se vem chamando de **economia verde**, da qual a economia de baixo carbono é uma vertente. Colocam-se para o Brasil questões interessantes, pois independente das demandas reprimidas persistentes na sociedade e de o país não compartilhar da responsabilidade histórica pela poluição, pois sua industrialização é tardia, uma vez que o movimento de descarbonização se internacionaliza, seremos compulsoriamente envolvidos nele. O risco de não aderir a tempo é tornar-se dependente dos protagonistas na importação das novas tecnologias que se estabelecerão. É necessário que o Brasil reoriente suas prioridades e seus



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

investimentos para atender esta nova ordem que vem se impondo.

O Brasil tem grandes oportunidades nas duas frentes de descarbonização possíveis. Pela via da redução das emissões, pode-se investir em reflorestamento promovendo emissões negativas. Pela via da absorção de carbono da atmosfera, ampliar a eficiência energética e a presença de fontes renováveis na matriz energética. Em termos de eficiência energética há potencial para aprimoramento no setor agrícola, industrial, domiciliar, de transportes, onde os desperdícios são significativos. Quanto à matriz, o desafio é muito maior, porque a estrutura de oferta já conta com uma alta contribuição de renováveis.

O grande desafio para as economias em desenvolvimento são as pressões por crescimento econômico e o consequente aumento que ocorre no uso de energia à medida que maiores contingentes têm acesso a níveis mais elevados de conforto e consumo. Pode-se esperar ampliação das necessidades energéticas no âmbito doméstico, individual, pelo uso de equipamentos, e no âmbito industrial, pelo aumento da produção. Mas isso não necessariamente precisa significar aumento nas emissões de carbono. A China é um exemplo. À medida que o crescimento econômico se acelerou, a intensidade energética (energia/PIB) e a de carbono (carbono/PIB) caíram. Parte desse resultado devido ao aumento da eficiência, mas parte devido à migração das indústrias poluidoras para outros países, em função de menores custos de produção, o que deve ser levado em conta. Em relação à intensidade de carbono, um maior emprego de fontes fósseis tende a impactar de forma mais sensível este indicador, provocando sua queda, à medida que aumenta a eficiência energética. Não é o caso do Brasil, cuja eletricidade é basicamente de origem hidráulica. Já o conteúdo de carbono da economia brasileira é bastante inferior ao de vários países, mas tende a aumentar, pela pressão de crescimento supramencionada e até considerando os planos de expansão que vêm sendo divulgados pelas autoridades competentes, onde cresce a participação fóssil na geração de eletricidade.

Existe uma tendência de aumento da eficiência dos processos e



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

equipamentos que vem se ampliando. Porém o argumento de que o emprego de tecnologias modernas é restrito a países ricos é um mito. Justamente os países em desenvolvimento são os que têm maiores oportunidade de evitar o *lock-in effect*, de aprisionamento em tecnologias antigas, iniciando seus processos já com o uso das mais modernas e eficientes disponíveis. O custo de desmobilizar tecnologias obsoletas no futuro é mais alto do que arcar com o custo de montar parques industriais modernos desde o presente. Os países que estão crescendo devem constantemente buscar as melhores práticas, o benchmarking em termos de eficiência.

Como já abordado, quando se analisa a matriz brasileira em termos da presença de fontes renováveis modernas, principalmente solar e eólica, a condição do país é bastante deficiente. Melhora apenas com a introdução das grandes hidrelétricas. Isto significa que embora a matriz seja considerada limpa, ainda há muito espaço para aperfeiçoar o uso de renováveis no setor energético brasileiro.

Dos sete objetivos do Plano Nacional de Mudanças Climáticas, pelo menos três estão diretamente vinculados à questão energética: desenvolvimento de baixo carbono; energia renovável e biocombustíveis. O Brasil apresentou em Copenhague metas de redução de emissões de carbono (ratificadas em Cancun) que, no setor de energia são de 7,7% das emissões em 2020. Isto é, em 2020 as emissões tendenciais totais da economia brasileira são da ordem de 2703 mi tCO<sub>2</sub>eq. O setor energético espera contribuir com 7,7% de redução desse valor, isto é, 207 mi tCO<sub>2</sub>eq. Para alcançar este objetivo, a EPE elaborou medidas mitigadoras que incluem a expansão da oferta de renováveis na produção de eletricidade, incluindo grandes hidrelétricas; a expansão da oferta de combustíveis líquidos renováveis e incremento da eficiência energética. Deve-se lembrar, também, que ainda há um potencial inexplorado para redução de emissões de carbono na produção de etanol, aumentando ainda mais sua vantagem comparativa em relação ao etanol de milho, produzido nos EUA.

O estado do Rio de Janeiro tem buscado fomentar a economia de baixo



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

carbono, tomando o cuidado de, ao mesmo tempo em que impõe condições mandatórias, busca criar instrumentos para que o mercado possa se organizar para o atendimento dessas condições. Acredita-se que o Estado não deve se responsabilizar por tudo, mas fornecer os meios que possibilitem as ações. Busca-se, ainda, uma governança que promova a integração entre a área ambiental do governo e as demais. Nesse sentido, as principais medidas são:

- a) Decreto de compensação energética – percentual obrigatório (4%) de fontes renováveis para cada unidade de fonte fóssil que for instalada no estado
- b) Exigência de energia solar para aquecimento em obras públicas
- c) Exigência de geração de energia do lixo (10%) – obrigação de geração de energia para o licenciamento de aterros sanitários e busca de competitividade em leilões de energia
- d) Asfalto borracha – fornecimento da matéria-prima e criação de mercado (obras estaduais)
- e) Recuperação hídrica para retomada da produção de cana-de-açúcar
- f) PROVE – programa de uso do óleo residual
- g) Definição de teto de emissões para criação de mercado, estimulando a busca por maior eficiência e competitividade – *cap and trade*

Em síntese - “A chance de crescer da mesma forma que os mais ricos não existe mais. A transição para a economia de baixo carbono é inevitável. Não será uma opção. O Rio e o Brasil não podem ficar defasados do modelo de desenvolvimento do futuro”. E o papel do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas é identificar as possibilidades para que a sociedade possa agregar crescimento econômico e social e responsabilidade ambiental.

### Debate

**Questão para M. Buckeridge** (Marcelo/UENF/Física): poderia comentar o descompasso recente entre a produção e o consumo de álcool, que levou à importação de etanol e elevação dos preços quase ao valor da gasolina e a atuação dos usineiros frente ao mercado de combustíveis?



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

**R:** Sou otimista, mas se os EUA conseguirem superar barreiras ao uso do etanol em clima frio, o Brasil terá que usar gasolina, porque eles comprarão tudo que o Brasil tiver... Para proteger o esforço já realizado no uso combustível de etanol e sua disponibilidade para o mercado interno é preciso interferência governamental. Lula e Dilma ameaçaram punir o comportamento dos usineiros, mas nada fizeram. É preciso regular, para manter a produção de álcool a despeito do que ocorra com o mercado do açúcar, em benefício da população. Por outro lado, não só o Brasil tem trabalhado no desenvolvimento de espécies para produção de bioenergia. Existem parcerias internacionais e pesquisa de outras plantas (Miscanthus, p.ex.), além da cana e do milho, e híbridos como o Miscane (cana + miscanthus) para fins energéticos. É preciso que o Brasil mantenha o domínio da tecnologia, mas que outros países também produzam etanol, para sustentar o equilibrar do mercado.

**Questão para I. Sauer** (Marcelo/UENF/Física): o petróleo do pré-sal ainda manteria o valor em um cenário pessimista, de aumento de temperatura global e avanço de novas tecnologias mais limpas de transporte, em 30 anos? O alto investimento que o Brasil teria que fazer hoje teria retorno?

**R:** As estatísticas apresentadas sobre o futuro são da Agência Internacional de Energia, mostrando que a participação de combustíveis fósseis, com incremento do carvão, que emite mais por unidade de energia útil, vai permanecer a mesma até 2030 e, olhando para trás, nota-se que o carvão foi a fonte que mais cresceu, em parte pelo desencanto com a energia nuclear. Considerando a origem desses números, um órgão de análise da OECD, a elite dos países capitalistas mundiais, não se pode desprezar essas estatísticas, porque elas são indicadoras da forma como o mundo decide sobre as suas ações, da lógica intrínseca ao sistema econômico, das leis internas ao sistema capitalista, hegemônico. A não ser que haja uma capacidade de governança democrática global ou instrumentos de generosidade de governos, através de políticas públicas, capazes de intervir isoladamente ou de maneira coordenada, e eu não vejo isto acontecendo, então o cenário futuro será este. Não obstante



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

os progressos, que são relevantes do ponto de vista local, das fontes renováveis, o grosso do que a humanidade está enfrentando é mais do mesmo. E o petróleo, neste cenário, com esta lógica, tudo indica, vai continuar cumprindo um papel muito relevante, especialmente pela estrutura de custos (capital e trabalho incorporado), em que ele custa entre 1 e 10 dólares e vale entre 80 e 90 dólares/barril, gerando uma renda líquida extremamente alta, que é disputada por todos. A contradição entre o sistema social de produção, onde as empresas, mesmo as chinesas, decidem com base na lógica de aumento da taxa de reprodução do capital, de aumento da taxa de lucro e não com base em altruísmo é o contexto em que vivemos. Sem mencionar a assimetria nas condições de vida e sobrevivência em que apenas 1 bilhão de pessoas desfruta das melhores condições que a civilização pode oferecer, enquanto outro bilhão vive em condições de indigência e os demais em um nível mediano de consumo. O desafio da humanidade é tentar reduzir a produção global, mudar a matriz de energia necessária para fazer esta produção, com isto enfrentar o dilema de reduzir a produtividade do capital e a taxa de lucro médio. Devia distribuir melhor a produção. O capitalismo não existe para satisfazer necessidades humanas, mas para se reproduzir, então, cria-se ou induz-se o consumo, ampliam-se as mercadorias, que são consumidas por quem tem poder aquisitivo e não por quem delas precisaria. Esse é o trilema em que vivemos: a necessidade de mudar o sistema produtivo, talvez produzir mais, mas distribuir muito melhor, e não vejo governança global, ONU ou qualquer outro órgão, com capacidade de intervir nesta lógica intrínseca ao sistema econômico. O que vejo é muita conversa na área de proteção ambiental e pouca ação de fato, que não seja considerada marginal. Não que ela seja desnecessária, mas não se pode ignorar o mundo real.

**Questão para A. Maia** (Eduardo Viola/UNB): não parece correto afirmar que o maior investimento em renováveis é realizado por companhias petrolíferas. As pioneiras BP e Shell, dez anos depois se voltam para areias betuminosas do Canadá, no extremo oposto. Aparentemente as empresas com lideranças mais



#### IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

progressistas tentam vencer a inércia e ser tornar empresas integradas de energia. Por que a Petrobras não tem sido mais progressista e agressiva no sentido de tornar-se empresa de energia? Qual é a real proporção dos investimentos dela em outras fontes de energia além do petróleo frente às incertezas envolvidas?

**R:** Em relação à afirmação de que as empresas de petróleo têm potencial maior para investir em energias renováveis, é uma grande verdade. Elas não são as únicas, mas olhando o investimento em P&D da Petrobras no Brasil e o que foi feito nos últimos cinco anos, utilizando as verbas de participação especial em toda a Academia nacional, é astronômico... Provavelmente o governo federal não tenha feito tantos investimentos em pesquisa. Nos programas Proclima e Proco2, os investimentos são vultosos. Não acredito que empresas privadas investirão tantos recursos como a Petrobras em pesquisas ambientais. As petrolíferas não são as únicas a investir em energias renováveis, mas o excedente econômico é tão grande que lhes dá conforto para realizar estes investimentos. E com certeza a Petrobras está migrando de empresa de petróleo para empresa de energia, nos últimos dez anos. Até o ano 2000 não se falava em empresas de energia. Na Petrobras foram criadas gerências só sobre fontes renováveis, centros de pesquisa, contrataram-se centenas de profissionais nessa área... Quanto à importância do pré-sal, ainda que não se possa prever os próximos vinte anos, essa descoberta, para o Brasil, é fantástica. Analisar o posicionamento geopolítico do Brasil, após essas reservas, faz uma diferença enorme... Porque as reservas globais estão em declínio, os países desenvolvidos sabem que tem perdido reservas, o Brasil tem uma razão positiva entre reserva descoberta e reserva exaurida e no momento em que a bacia de Campos está entrando em declínio, se chega ao pré-sal. O impacto não se restringe às reservas, mas abrange o desenvolvimento econômico, mobilização da indústria de base, as inovações tecnológicas... Existem muitas universidades brasileiras que dependem do subsídio da indústria de petróleo, mais particularmente, da Petrobras. (Ildo complementando – embora o estatuto da Petrobras tenha estabelecido a



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

mudança para empresa de energia em 2000, na prática o primeiro plano estratégico que fixa como um dos pilares além da ênfase em petróleo a idéia de que haveria uma transição menos carbonizada, com uso intensivo de gás, através de um plano de massificação, liberando petróleo com a entrada de todo o gás disponível e, em seguida, trabalhando já com as renováveis, criando um grupo de trabalho do álcool, que fez com que a Petrobras retomasse o etanol depois de uma relação conflituosa de décadas, o grupo de trabalho de biocombustíveis, a primeira usina eólica foi (inaugurada) em 2003. A Petrobras é reconhecida no mundo como a primeira empresa petrolífera que migrou para ser uma empresa de energia. Mas as condições concretas no mundo em que ela opera ainda a mantém como tendo ênfase em petróleo. Mas ela está preparada para, eventualmente, em 2053, quando completar 100 anos, sem ou com muito pouco petróleo, poder continuar cumprindo uma função social semelhante à de hoje no Brasil e no mundo, promovendo sua transição. Ela foi para o Dow Jones Sustainability Index, foi convidada pelo IPCC para apresentar sua estratégia de sequestro de carbono, eficiência energética e renováveis... É uma história que está acontecendo, mas a transição para as renováveis é tímida, porque o petróleo produz esse enorme excedente econômico e ela não tem como sair desse emaranhado apenas por vontade dos seus dirigentes.)

**Questão para I. Sauer** (Eduardo Viola/UNB): parece haver uma deficiência da variável geopolítica ao lidar com a incerteza envolvida nos cenários do futuro mundial em termos energéticos. Aparentemente o petróleo mantém importância na matriz energética mundial no futuro, mas isto pode não ocorrer. Por que parece ter tanta certeza da continuidade da importância do petróleo na matriz mundial futura?

**R:** O raciocínio exposto anteriormente afeta também a geopolítica. A grande preocupação dos países centrais é manter a segurança do abastecimento. Isso tem a ver com o seguinte: o sistema capitalista consegue manter suas taxas de acumulação equilibradas pagando 80-100 dólares/barril, mas não consegue,



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

sem uma imensa crise, viver sem ter acesso a esse petróleo. E a mudança da matriz não está no horizonte com a escala necessária. Este é o trilema com que a humanidade se defronta hoje e não vejo saída substancial dessa situação neste momento. Não quer dizer que não se deva buscar análises e saídas e acumular forças para que isso aconteça um dia. Resolver as três questões simultâneas: a social, a ambiental e a alteração da estrutura de produção e de consumo em escala mundial.

**Questão para S. Kahn e A. Maia** (Vicente Manzione F<sup>o</sup>/Universidade Metodista de São Paulo): comentar a remoção dos subsídios aos combustíveis fósseis, discutido hoje no âmbito do G20.

**R:** Em relação aos subsídios, isso remete à importância de ter uma visão do conjunto, governança, planejamento de longo prazo. Não há como sobretaxar ou retirar subsídios de um energético, por exemplo, o diesel, sem trazer um custo enorme para o Brasil, porque todo o transporte de carga é feito à base de diesel. Quando defendo uma política de governo integrada, é exatamente porque não se pode olhar apenas um elo da cadeia, sob pena de produzir um prejuízo muito maior. O que deve ser feito é retirar os apoios aos poucos e dar os instrumentos necessários para que se desenvolva a escala e eles não sejam mais necessários. Isto foi o que aconteceu com o próprio álcool.

**Questão para S. Kahn** (Eliezer Martins Diniz, FEA-RP/USP): concordo completamente com sua colocação final de que não é mais possível crescer como os ricos, que estamos caminhando para uma economia de baixo carbono. Mas o Brasil está dando sinais contraditórios, porque há por um lado o pré-sal e por outro um plano voluntário de cumprimento de metas de redução de emissões. O país quer cumprir as metas de emissões, mas há todo um estímulo para os estados que vão receber o dinheiro do pré-sal trapacear, pois se o mundo caminhar para uma economia de baixo carbono, a demanda pelo petróleo cai, o preço cai e o pré-sal se torna inviável e ninguém vai receber nenhum recurso. Como sair disso?



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

**R:** Eu vejo o pré-sal não apenas como fonte de energia, mas principalmente de recursos financeiros. Ele representa a possibilidade de financiar esta transição. A transição para a economia verde também é um processo de longo prazo. Durante um período, vai haver uma convivência com a economia tradicional, mas os recursos do pré-sal, se bem empregados, podem fazer com que consigamos nos adequar para uma economia de mais baixo carbono. Seria quase uma irresponsabilidade virar as costas para um recurso que hoje vale. Eu não o vejo como uma coisa antagônica ao desejo de crescer de uma maneira mais limpa. (comentando sobre tributos, mencionados na pergunta seguinte – em minha passagem por Brasília, e agora estamos recuperando esta discussão, chegamos a falar em uma reforma tributária “verde”, que seria um pouco incluir essas questões associadas àquilo que emite menos. Um dos grandes problemas que enfrentei na época foi a dificuldade de fazer a fiscalização, porque em cada tipo de equipamento há tantos componentes que é difícil isentar ou sobretaxar um ou outro, podendo criar um desvio no mercado. É um assunto extremamente interessante, não creio que tenha sido abandonado pelo governo federal, é muito complexo de ser levado à frente, mas acredito que será.)

**Questão para I. Sauer (Gylvan):** concordo com suas colocações e lembro que há muitos anos em Brasília o professor Bresser Pereira, sobre mudança de clima comentou – o mercado não vai resolver este problema. Eu estou convencido disso. Mas quem pode mexer com este mercado? Sem entrar na questão sobre se as empresas de petróleo devem ser estatais ou privadas, elas têm uma lógica de maximizar o seu lucro e proteger seus acionistas, seja ele o Estado, ou privados. Há casos em que uma empresa de petróleo possui um país, felizmente não é possível no Brasil. A única forma de evitar isso é com governos. Mas não vejo no Brasil o governo colocando um pouco de ordem nas coisas. Não concordo com o raciocínio da Suzana, de retirar incentivos aos poucos. Para causar uma inflexão, em nome de um bem maior, para a sociedade e as gerações futuras, os órgãos reguladores devem atuar



#### **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

com tributos, impostos, de forma que quem polui mais paga mais e o mercado se adapta a este incentivo. Por que, por outro lado, no leilão de energia, não se inclui no edital uma cláusula dando mais pontos no leilão para quem emitir menos? A resposta que ouvi da EPE é que os leilões são feitos em separado, por fonte energética, por isso não é possível. Em meu ver, a forma correta de fazer é um leilão único de eletricidade, com todas as fontes, premiando as menos poluidoras. Qual a sua opinião sobre o fato de o governo não estar querendo, ou conseguindo, alterar a lógica que você nos explicou?

**R:** Concordo que o mercado sozinho não será capaz de resolver estas coisas e muito regulado também terá dificuldades, porque a regulação em escala interna nos países tem todos esses efeitos da atuação das empresas, que são conglomerados internacionais, operam onde lhes é mais conveniente, fazendo o que tem menos restrição em cada país. Também não adianta cada país tomar suas decisões unilaterais, até um certo limite, se não é um esquema global. Há outro problema: o petróleo poderia pagar um imposto, hoje, da ordem de 40 a 60 dólares por barril e ainda assim seria competitivo com muitas das outras fontes que hoje estão aí, não obstante as dimensões das fontes naturais de energia que o Goldemberg ressaltou e eu também tentei sintetizar. São formas naturais de energia disponíveis, mas cuja apropriação demanda capital e trabalho e, portanto têm dificuldades de ser apropriadas socialmente para o sistema de produção e melhorar a produtividade social do trabalho, em confronto com as outras alternativas. Tenho um grande ponto de convergência com o Bresser Pereira de que a renda dos recursos naturais, hidráulicos, minerais e os do petróleo, isto é, a diferença entre o custo de produção – capital e trabalho – e o valor que eles atingem no mercado deveria ser apropriada socialmente e não virar lucro de empresas privadas. Apenas ser destinados para resolver as questões sociais e ambientais. Registro esse tributo a ele também. O dilema é esse...



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

### **TEMA: SEGURANÇA HÍDRICA**

#### **PALESTRA**

Carlos Eduardo Morelli Tucci, IPH/UFRGS e FEEVALE

#### **PAINEL**

Roberto Schaeffer, COPPE/UFRJ

Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho, ANA

Pedro Roberto Jacobi, Procam e FE/USP

#### **PALESTRA**

### **RISCOS DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA EM RECURSOS HÍDRICOS**

Prof. Carlos E. M. Tucci

Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS

A variabilidade climática afeta diretamente os recursos hídricos e a gestão hídrica. O clima não é constante, a variabilidade climática sempre existiu, a questão que se coloca é a magnitude dessa variação e até que ponto as atividades humanas contribuem para esse fenômeno. A relação entre clima e recursos hídricos é influenciada pelos seguintes fatores: a) mudanças do uso do solo, b) alterações do sistema hídrico (por exemplo, obras hidráulicas), c) variabilidade climática natural e d) mudanças climáticas.

Os efeitos dos potenciais impactos dessa relação clima e água são distintos nas sociedades, segundo seus graus de vulnerabilidade social, econômica e ambiental, ou seja, as respostas aos riscos variam conforme os padrões de riqueza, capacidades institucionais, tipos de gestão e processo de tomada de decisões, conhecimento técnico, dentre outros.

Os mecanismos de mitigação se pautam pela criação de mecanismos de previsão das variáveis climáticas e previsão e prevenção para a avaliação do risco estatístico e tomada de medidas preventivas. A previsão e otimização dos sistemas hídricos demanda uma conjunção de modelos globais, regionais, hidrológicos e de operação dos sistemas hídricos.

Um dos grandes desafios para reduzir a incerteza na avaliação dos riscos gerados pela interação clima e recursos hídricos reside na não estacionariedade das séries hidrológicas. Embora as obras hidráulicas sejam projetadas com séries estacionárias hidrológicas, o mundo contemporâneo se



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

caracteriza por séries não estacionárias. Outro problema reside na dificuldade de considerar e interpretar os efeitos relativos das variáveis, isto é, o aumento de uma das variáveis componentes não se transfere proporcionalmente as demais, podendo impactá-las de formas distintas (reduzi-las ou ampliá-las). Esse cenário se agrava com a constatação de que o ser humano não está preparado para a variabilidade interdecadal, a falta conhecimento sobre as tendências extremas de um cenário normal. Todas essas incertezas dificultam avaliação do risco e a previsão da ocorrência de fatos desfavoráveis.

As mudanças nas tendências climáticas e hidrológicas geram efeitos significativos no modo de viver das sociedades. Nesse ponto, as áreas urbanas são as mais sensíveis aos fenômenos da variabilidade climática. A concentração populacional gera um cenário propício para a reprodução dos riscos. A expansão da urbanização e a intervenção humana nos cursos de água e ambiente geram um aumento da temperatura e frequência de chuvas, bem como das taxas de escoamento e vazão. Paralelamente, a alta concentração de pessoas e de atividades ameaça a qualidade e quantidade dos recursos hídricos.

Os custos econômicos para o enfrentamento dessa conjugação de fatores tendem a ser exponenciais, por exemplo, os investimentos na capacidade de drenagem urbana e prevenção de inundação em áreas ribeirinhas serão cada vez maiores.

A variabilidade climática também tem efeitos importantes na agricultura, alterações no regime de chuvas e temperatura podem tornar inviável a agricultura de sequeiro em algumas regiões, ou inundar terras antes consideradas agricultáveis como ocorreu no Pantanal. Secas prolongadas geram conflitos pelo uso da água em regiões críticas de alta demanda de irrigação. Foram identificadas como áreas críticas a fronteira do Rio Grande do Sul, Argentina e Uruguai; Centro-Oeste e regiões da Bahia pelo excesso de demanda associado a anos críticos.

As obras hidráulicas terão um papel importante na sociedade no curto prazo. Contudo, urge que se desenvolvam políticas de longo prazo como



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

planos e programas para gestão do risco, mercados de energia, investimentos na avaliação dos riscos setoriais e regionais e estabelecimento de políticas para a prevenção das condicionantes climáticas e uso do solo inadequado. Outro ponto importante é a orientação da população sobre as incertezas climáticas e suas previsões e suas possíveis consequências.

### **DEBATES**

Durantes os debates foram questionados diversos temas relevantes, entre eles a viabilidade dos projetos hidrelétricos na Amazônia diante dos modelos que demonstram uma tendência de queda das chuvas na região? Se a existência de boas séries de dados são suficientes para a criação de bons modelos? Quais as prioridades para o estudo e plano de mudanças climáticas em relação ao manejo das águas e ambiente urbano e a questão da segurança hídrica frente ao abastecimento humano?

O Prof. Prof. Carlos E. M. Tucci esclareceu que embora as previsões apontem a queda nas chuvas, os cenários são relativos e não absolutos. Portanto, há um grau de incerteza muito elevado na modelagem. A base de dados é importante, porém a questão fundamental dos modelos está na não linearidade do sistema, na capacidade computacional e no conhecimento limitado de como funcionam determinados processos climáticos. No tocante às prioridades para o estudo e plano de mudanças climáticas em relação ao manejo das águas, o principal ponto é a necessidade da gestão integrada das águas. Água, esgoto, drenagem urbana e lixo não podem ser tratados de maneira independente. A desarticulação entre os setores de água e esgoto, planejamento urbano e coleta de lixo, bem como a ausência de um responsável pela drenagem urbana provocam um impacto ambiental fantástico. A gestão institucional sem dúvida é um dos grandes desafios a ser enfrentado para que se possa pensar em uma gestão integrada das águas. O input da mudança da variabilidade climática nas condicionantes pode transformar uma região



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

sustentável em não sustentável por uma variabilidade de longo prazo. Sendo assim, é fundamental o conhecimento da variabilidade interdecadal, ela é a principal responsável pelos problemas cotidianos. Tal avaliação é mais relevante que as previsões climáticas para o próximo século, especialmente considerando que o planejamento se faz com uma projeção média de 30 anos.

Finalmente, quanto à segurança hídrica e abastecimento, há que se superar o ciclo de contaminação, ou seja, a captação de uma água limpa e a devolução do esgoto. O Brasil ainda tem uma abordagem higienista da questão da água: fornecer uma água livre de doenças e afastar os esgotos. Contudo com o crescimento urbano, jogamos esgotos em outros. O próprio desenho institucional do sistema não promove o tratamento, as empresas de águas e esgotos podem cobrar pelo tratamento mesmo que não o façam, ou seja, faltam incentivos para que realmente se invista nesse tratamento.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### **PAINEL**

Roberto Schaeffer, COPPE/UFRJ  
Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho, ANA  
Pedro Roberto Jacobi, Procam e FE/USP

### **Vulnerabilidade da geração hidrelétrica e as mudanças climáticas no Brasil**

Roberto Schaeffer  
Programa de Planejamento Energético COPPE/UFRJ

A apresentação versou sobre a vulnerabilidade do sistema energético brasileiro em relação ao fenômeno das mudanças climáticas e as alternativas para garantir a segurança energética. Ao contrário da maioria dos países, o Brasil possui uma matriz energética com grande participação das energias renováveis, com destaque para a hidreletricidade. Ao todo o potencial energético renovável respondeu por 45% de toda a energia consumida no país em 2010, enquanto a hidreletricidade representou 85% da geração elétrica do mesmo ano. O etanol respondeu por 15% do consumo de combustíveis no setor de transportes e o potencial eólico bruto é estimado em 1,26TW, o que significa mais de 3.000 TWh/ano.

As fontes renováveis são uma alternativa para a mitigação das mudanças climáticas globais, contudo por serem fortemente dependentes de condições climáticas, podem se tornar mais vulneráveis aos impactos do fenômeno que procuram evitar. Alterações no regime de chuva e temperatura podem impactar significativamente a produção de hidreletricidade e biocombustíveis. A variabilidade climática pode intensificar os conflitos pelo uso da água e diminuir a quantidade de água disponível para geração de energia, resfriamento de termelétricas ou irrigação de culturas destinadas à produção dos biocombustíveis. Além disso, há indícios demonstrando que o aumento na temperatura gera uma maior demanda energética para resfriamento no setor residencial e de serviços.

A previsão das condições climáticas tem um papel importante na gestão elétrica, pois auxilia no processo de tomada de decisões. O planejamento



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

energético brasileiro deve incorporar essas questões e não apenas recorrer às séries históricas para embasar suas decisões.

O modelo de cenário apresentado demonstrou que com exceção da Bacia do Paraná, todas as outras bacias teriam uma queda na produção de energia proveniente de hidrelétricas. Portanto, há um comprometimento da confiabilidade do sistema de geração hidrelétrica. Ainda que a geração média de energia não seja fortemente comprometida, percebem-se impactos significativos na geração na região Norte/Nordeste, em contrapartida, a energia eólica seria positivamente impactada nessas regiões.

Nesse contexto, a ampliação do sistema de transmissão de eletricidade e a diversificação da matriz energética brasileira ganham contornos estratégicos. A menor confiabilidade do sistema de geração hidrelétrico leva a uma necessidade de maior capacidade instalada de outras fontes. Paradoxalmente, para incrementar a segurança energética ter-se-ia que recorrer principalmente ao gás natural, ou seja, a uma energia não renovável. As alternativas complementares levantadas foram nuclear/carvão, bagaço de cana e geração eólica.

A escassez de dados e de ferramentas disponíveis para a avaliação dos efeitos potenciais das mudanças climáticas sobre o setor de energia é uma vulnerabilidade relevante. A análise do impacto das mudanças climáticas no setor de energias renováveis requer a incorporação de diferentes projeções climáticas, o desenvolvimento de ferramentas para análise de impactos setoriais e integração dos resultados de diferentes setores, a incorporação de projeções de impactos no planejamento setorial e da ampliação e disponibilização da base histórica de dados sobre clima, bem como um melhor monitoramento das variáveis climáticas.

### **Impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos**

Joaquim Gondim

Superintendente de Usos Múltiplos e Eventos Críticos

Agência Nacional de Águas



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

O objetivo da palestra se concentra na análise das estratégias de adaptação para os fenômenos climáticos. As mudanças climáticas alteram os padrões da precipitação (intensidade e variabilidade) e a disponibilidade e distribuição temporal da vazão dos rios. Há uma tendência maior de frequência de eventos hidrológicos críticos como secas e enchentes. Tal constatação demanda ações de enfrentamento.

A estratégia global para enfrentar o problema das mudanças climáticas se fundamenta em duas linhas: redução das emissões globais e adaptação aos impactos atuais e futuros causados pelas mudanças climáticas.

As dimensões continentais do Brasil conferem vantagens adaptativas, pois se existe uma interligação de estruturas é possível contornar problemas decorrentes da variabilidade natural. O sistema energético brasileiro é hidrotérmico, como a energia hidrelétrica é a principal energia, há uma grande dependência a variações climáticas, especialmente a variação da chuva. Por sua vez, esse sistema também é integrado, o que permite a transmissão de energia entre as áreas úmidas e secas. Essas transferências de energia permitem a economia de água nas regiões secas e uma produção mais eficiente utilizando o recurso disponível nas áreas úmidas.

Os reservatórios de regulação desempenham um papel fundamental no sistema hidrelétrico, pois permitem controlar as vazões mínimas e máximas. Os principais reservatórios brasileiros se concentram num quadrilátero específico localizado nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Goiás. Essa região concentra 70% da capacidade de armazenamento do país. Esse sistema tem gradativamente perdido sua capacidade de regularização. Essa queda é extremamente grave, pois significa a perda de capacidade do sistema em enfrentar a variabilidade climática natural. O sistema energético tem se tornado cada vez mais dependente da chuva precipitada no momento. A tecnologia “fio de água” não contribui para a regulação do sistema e é altamente dependente da variabilidade climática.

Outro fenômeno que deve ser enfrentado é a questão das inundações. No Brasil, entre 2003 e 2010, foram emitidas pela Secretaria Nacional de



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Defesa Civil 12.752 portarias de reconhecimento de Situação de Emergência ou de Estado de Calamidade Pública, sendo 3.259 (mais de 25%) relacionadas ao excesso de chuvas (enchentes, inundações e enxurradas). Esse quadro pode ser explicado diante da realidade urbana brasileira, caracterizada pelo rápido crescimento das cidades e pela falta de planejamento e de infraestruturas urbanas adequadas. A urbanização aumenta a taxa e velocidade do escoamento o que é agravado pela ocupação da planície de inundação e do leito maior dos rios. As mudanças climáticas vão agravar esses fenômenos que já ocorrem dentro da variabilidade natural do clima.

Nesse sentido, aprender a conviver com a variabilidade natural do clima, incluindo seus extremos, é a primeira estratégia para adaptar-se às mudanças climáticas. Além disso, as políticas devem buscar uma atuação pautada pelo princípio da precaução e pela implementação de políticas de adaptação prontamente identificáveis para a variabilidade climática existente e que contribuam para a construção de capacidade adaptativa para as futuras mudanças climáticas (políticas “sem arrependimento” ou *no regrets*).

### **Governança e aprendizagem social no contexto da segurança hídrica: o que está em jogo?**

Pedro Roberto Jacobi

Coordenador Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental  
Universidade de São Paulo

O tema central abordado foi à preocupação com a governança e a necessidade de aprofundar a cooperação entre os atores de forma a atingir a segurança hídrica. Nesse contexto, a aprendizagem social é um instrumento importante visto que reforça o papel dos atores em atingir objetivos comuns, gerenciar conflitos e buscar acordos. Atualmente se vislumbra claramente uma falta de diálogo entre os atores da governança da água e da gestão pública.

As causas naturais sempre prevalecem nos discursos. O aumento da intensidade e recorrência dos eventos naturais tem refletido a obsolescência e inadequação das infraestruturas existentes para controlar e mitigar, que dirá adaptar em um cenário de mudanças climáticas.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

Sendo assim, os principais problemas de natureza hídrica enfrentados pela sociedade, tais como, inundações, enchentes e desastres ambientais, decorrem da falta de infraestruturas e políticas adequadas para enfrentá-los. Tais riscos hídricos se repetem e se multiplicam a cada ano, sem gerar necessariamente uma resposta pública apropriada. As mudanças climáticas tendem a agravar esse cenário de incerteza, à medida que intensificam os eventos naturais e os riscos.

A sociedade contemporânea está emersa em riscos, alguns autores inclusive a caracterizam como sendo uma sociedade de risco, definição formulada pelo sociólogo alemão Ulrich Beck. A demanda e disputa crescente por recursos hídricos, o desafio de administrar o uso e a disponibilidade face às mudanças climáticas, os problemas crescentes de acesso as fontes de água e os custos crescentes do abastecimento de água são os principais riscos hídricos contemporâneos. Diante de tal realidade a governança busca justamente enfrentar tais desafios, garantindo os aspectos quantitativos e qualitativos das águas, sua distribuição equitativa e principalmente incentivar ações conjuntas entre governo e sociedade de forma a reduzir os riscos.

O sistema de governança pressupõe uma gestão democrática, integrada e compartilhada, que inclua “governo”, autoridades locais, setor privado e sociedade civil. Além disso, exige uma transformação política nos arranjos institucionais de forma a construir espaços deliberativos e capacitar a representação dos diversos atores.

A aprendizagem social certamente contribui para o traslado de um modelo político pautado pela insegurança hídrica para a segurança hídrica. A vulnerabilidade pode dar espaço a práticas sustentáveis, bem como, a intersectorialidade das políticas associadas com a governança das águas e gestão urbana. Essa prática social se pauta pela capacidade crescente dos atores executarem tarefas comuns e influenciarem positivamente o desempenho institucional. Trata-se de “aprender juntos, para gerenciar juntos”, isto é, ampliar o diálogo entre os multiatores. Ainda que o conflito seja inerente



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

a esse sistema, ele deve ser gerido de forma conjunta e coordenada entre atores.

As mudanças climáticas pressupõem adaptações sociais, que requerem interlocuções, isto é, a sociedade deve ser convencida da necessidade de tais propostas. A base da aprendizagem social se transforma, já que atuará de forma a mobilizar a sociedade em um contexto de incertezas, o que demanda amplo acesso a informação, abertura de espaços para a sociedade civil e a criação de um sistema baseado na saliência, credibilidade e legitimidade.

Os grandes desafios da governança das águas em um contexto de mudanças climáticas perpassam a formulação de uma engenharia complexa. Esse sistema deve articular e integrar as ações dos diferentes atores, equipar as instituições vinculadas às questões hídricas, especialmente os sistemas de informação, prevenção e alerta, bem como informar, capacitar e prevenir a população sobre a ampliação de eventos extremos.

### **DEBATES**

A Professora Monica Porto fez uma intervenção no sentido de incluir no debate três pontos fundamentais. O impacto das mudanças climáticas nas águas subterrâneas. As alterações no regime de chuvas geram alterações no nível de recarga, por outro lado, variações nos níveis de águas superficiais acarretam uma maior exploração dos recursos subterrâneos, que é um sistema mais estável. A escassez hídrica superficial vai se traduzir em uma sobreexploração dos mananciais subterrâneos. A necessidade de um aperfeiçoamento das ferramentas de negociação diante do agravamento dos conflitos hídricos em virtude do cenário de escassez. A urgência de se estabelecerem sistemas de prevenção e alerta que são fundamentais para a adaptação as mudanças climáticas e para os eventos extremos. Tais sistemas devem ser acompanhados com a criação de planos de ação.

Dentre as perguntas direcionadas ao Prof. Roberto Schaeffer destacou-se o por quê da energia solar não figurar como uma opção de complementação



#### **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

energética no modelo apresentado e se ao invés de investimentos em hidrelétricas, não seria melhor concentrá-los no fomento a energia eólica para o Nordeste?

O Prof. Roberto Schaeffer esclareceu que o modelo utilizado visa o ótimo econômico, e que nenhum sistema elétrico no mundo que busque o ótimo econômico inclui a energia solar, diante dos seus altos custos. Em relação à matriz energética do Nordeste e Brasil, diante das perspectivas de crescimento e do aumento de consumo a opção não é hidrelétrica ou eólica, mas ambas. Outro ponto a ser esclarecido é que há limitações no uso de energia eólica em um sistema elétrico. A tecnologia atual permite que o teto máximo da eólica seja de 20 a 30% diante de sua instabilidade. Se os ventos param, não há produção e o armazenamento em baterias é muito caro. Somente uma térmica a gás natural tem condições de fornecer energia imediatamente quando ligada em caso de parada dos ventos. Por exemplo, na Alemanha e Inglaterra, de cada 1000 MW de energia eólica, o sistema enxerga apenas 50 MW, isso ocorre pois o sistema elétrico deles se baseia em termelétrica a carvão e nuclear que não são muito flexíveis em relação ao funcionamento e desligamento.

O Prof. Joaquim Gondim foi indagado sobre o papel da ANA no fomento ao uso racional da água?

O Prof. Joaquim esclareceu que a ANA tem vários estudos e projetos sobre o tema. Por exemplo, a ANA lançou o Atlas sobre abastecimento urbano no Brasil, que consolida um amplo trabalho de diagnóstico e planejamento nas áreas de recursos hídricos e saneamento no Brasil, com foco na garantia da oferta de água para o abastecimento das sedes urbanas em todo o País. Outra publicação importante é a Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, que disponibiliza aos gestores e ao público uma visão abrangente da situação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Além disso, há planos de uma secretaria de irrigação diante de seus impactos nos recursos hídricos.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

O Prof. Pedro Jacobi foi indagado a respeito do papel da academia e da interdisciplinaridade na questão das mudanças climáticas?

O tema das mudanças climáticas é um excelente meio de se integrar as áreas de conhecimento, que funcionam de forma muito fragmentada. Os programas interdisciplinares como o PROCAM enfatizam nos seus cursos abordagens que destacam a importância de se tratarem os temas interdisciplinarmente. Sem dúvida essa perspectiva é uma aprendizagem social. O diálogo aberto entre os diferentes campos visa uma hibridização do conhecimento que é fundamental na busca das melhores respostas para os problemas contemporâneos. Porém há fatores limitantes nesse processo. Em muitos casos têm-se pesquisas excelentes, entretanto há dificuldade de interlocução com o Poder Público e com os gestores públicos. A ciência e as políticas públicas precisam incluir cada vez mais a participação social.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### TEMA: VULNERABILIDADE DAS ÁREAS COSTEIRAS

#### PALESTRA

Luiz Drude de Lacerda, Labomar/UFC

#### PAINEL

Belmiro Mendes de Castro Filho, IO/USP

Carlos Alberto Eiras Garcia, IO/FURG

Jose Maria Landim Dominguez, UFBA

#### ABERTURA

Edmo Campos  
IO-USP

Na abertura do tema vulnerabilidade das áreas costeiras o Dr. Edmo Campos, moderador do tema, apresentou três slides introdutórios com a finalidade de guiar as palestras e discussões que iriam acontecer na seqüência. Nesta introdução ele faz algumas observações importantes, do ponto de vista físico, para o estudo das áreas costeiras.

O Brasil todo está em contato com o oceano Atlântico Sul, então ao se pensar em vulnerabilidade de zonas costeiras, não pode-se deixar de olhar para os oceanos e principalmente para o Atlântico Sul.

De acordo com resultados de estudos de modelagem numérica e de dados observacionais, realizados recentemente publicados na revista *Nature* em 2009, o transporte de águas do Oceano Índico para o Atlântico Sul vem aumentando nas últimas décadas, e com uma aceleração nos últimos anos.

Qual a implicação disto? A implicação maior é que essas águas possuem características diferentes das águas encontradas normalmente no Atlântico Sul. São águas mais quentes e mais salinas, e que, portanto contribuem de alguma forma para alterar as características do Giro Subtropical (configuração geral das correntes no oceano Atlântico Sul). Como estamos em contato direto com o Giro Subtropical, somos afetados pela circulação dessa região. Então o que o Dr. Edmo gostaria de chamar a atenção dos palestrantes e da platéia é o fato de que para se discutir a vulnerabilidade das zonas costeiras não pode-se apenas olhar a região costeira negligenciando o que está acontecendo na grande escala. Ou seja, existe a necessidade de entender



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

o oceano como um todo, olhando desde a escala global para se entender o que acontece na zona costeira.

Foi apresentada uma figura com resultados de simulações numéricas que estão sendo feitas no IO-USP. Estas simulações foram feitas com modelo numérico que utiliza dados globais de um sistema de assimilação de dados chamado de Re-análise do NCEP, para os últimos 60 anos. O professor Edmo mostra que realmente de acordo com as simulações está realmente havendo um aumento da Injeção de águas do Oceano Índico no Oceano Atlântico Sul, conforme citados em trabalhos de outros autores. Ele também destaca que com um pouco de imaginação dá para se ter idéia do que está acontecendo com nossas praias e com o nosso litoral.

O Dr. Edmo também chama a atenção para o fato de que se é dado muita atenção para a atmosfera e para o clima continental e que na maioria das vezes não é lembrado que grande parte do que acontece com o continente está diretamente correlacionado com o que acontece nos oceanos. Ele conclui ressaltando para que os palestrantes do tema coloquem o foco nas regiões costeiras, mas lembrando a existência da conexão com a escala dos oceanos globais.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### PALESTRA

#### **Proxies of global climate change at the continent-ocean interface in the semi-arid coast of Northeastern Brazil**

Luiz Drude de Lacerda

Labomar/UFC

O Professor Drude atualmente trabalha numa região bastante peculiar do litoral Brasileiro que é a parte onde o subcontinente Sul Americano fica paralelo ao Equador, justamente o litoral oriental do Rio Grande do Norte oriental e todo o litoral do Ceará. Essa região apresenta umas características interessantes. A primeira delas é que é a única parte do litoral brasileiro aonde as condições semi-áridas chegam à praia. O interessante disso é que, como a maior parte das regiões semi-áridas do mundo, são as regiões onde se esperam ou já se registram impactos das mudanças climáticas globais.

Da mesma forma que em outros biomas tropicais, existe uma complexidade muito grande dos controles sobre os processos biogeoquímicos no litoral semi-árido. Isso vem chamando a atenção porque algumas alterações identificadas, que em princípio seriam bem explicadas por conta de mudanças climáticas já ocorrem na região. Evidentemente que isto ainda está no nível de hipótese uma vez que existe uma grande dificuldade em diferenciar o ruído da atividade antrópica regional das alterações que são efetivamente provenientes das mudanças globais. Assim o principal objetivo apresentado é a identificação de indicadores (proxies) capazes de separar os efeitos resultantes de alterações regionais e assim registrar indícios efetivos de mudanças climáticas no Brasil.

No litoral da região de estudo, o clima semi-árido consegue cobrir quase que completamente todas as bacias de drenagem locais. Dentre essas, a bacia do Rio Jaguaribe tem 75.000 Km<sup>2</sup>, cobrindo cerca de 70% do estado do Ceará. Na região foram eleitos 3 indicadores potenciais de mudanças climáticas globais cujo o interesse em algum momento será conseguir modelar e prever as respostas destes. O primeiro deles é o deslocamento de dunas; o segundo a erosão e sedimentação de estuários e o último a resposta das florestas de manguezais.



#### IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Como vetores das mudanças climáticas têm-se, além da diminuição do *runoff* continental devido a anomalia de precipitação na região, a mudança do nível do mar, onde se destaca um estudo recente que diz que nesta região está subindo o nível do mar em 2 ou 4 mm por ano ou por década.

Em 2005 foi iniciado um estudo dos campos de dunas móveis em Jericoacoara, cujo o comportamento tem uma relação muito forte com as estações do ano. A duna se movimenta em uma determinada direção durante o período de seca. No período de chuva o lençol freático sobe até a superfície do solo, causando alagamentos e proporcionando o crescimento de uma vegetação típica da região, colonizando a parte posterior da duna. No período seco, o lençol freático não aflora na superfície e a duna recomeça a se movimentar, mas uma parte fica fixa com a vegetação que foi desenvolvida, consequentemente ao se observar um campo de dunas é verificado as marcas cúspides atrás das dunas, na direção contrária do movimento delas. Desta forma tem-se uma delimitação muito clara de épocas com chuvas e sem chuvas. A distância entre duas marcas é variável, essa variação é devido ao quanto a duna se moveu, se ela andou mais rápido ou mais devagar, e portanto proporcional à duração do período de seca. No trabalho de 2005 foi observado que a distância entre duas marcas apresenta correlação com o Índice de Oscilação do Pacífico. Este índice apresenta uma telecomunicação importante entre os fenômenos de ENSO e a posição da Convergência Inter Tropical, que no caso do Ceará representa 100% do vetor responsável pela chuva. Assim, foi encontrada uma relação entre a velocidade de deslocamento das dunas e os anos de El Nino e La Nina que controlam a quantidade de chuva no Ceará, Desta maneira tem-se um indicador de mudança climática.

No entanto esse resultado não é tão evidente devido a dificuldades em se identificar e quantificar o movimento das dunas tendo em vista as inúmeras variações que este movimento está sujeito. Apesar de parecer um bom indicador das mudanças climáticas, as marcas cúspides de campos de dunas não são suficientemente precisas para serem consideradas um *proxy* de



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

mudança climática, elas precisam ser analisadas em associação com outros indicadores.

Em 2006 um pesquisador visitante na FUNCEME pegou a base de dados para todas as estações pluviométricas do estado do Ceará e realizou uma análise da tendência temporal da pluviosidade de 1960 a 2005. O resultado mostrou que em praticamente todas as estações existe uma diminuição de até 2 mm de chuva por ano. Nas áreas de chuvas orográficas que são basicamente os dois grandes maciços cearenses ocorreu um aumento de chuva e em algumas poucas áreas não houve alteração. Mas o padrão final na média foi uma diminuição entre 1960 e 2005 de 5.6 mm por ano.

Selecionando a bacia do rio Jaguaribe como um modelo e utilizando as mesmas estações, também foi verificado a mesma tendência de diminuição de chuva entre a década de 1960 e 2009. Separando no espectro anual somente a precipitação média na estação seca, a mudança é muito mais drástica. Por exemplo, na estação de Aracati com diminuição da ordem de 2 mm por ano, de acordo com o estudo da FUNCEME, a análise detalhada mostrou apenas cerca de 0,5% de decréscimo na média anual. Na estação seca, porém esta diminuição varia de 30 a 60%, ou seja, praticamente parou de chover na estação seca. Num ambiente semi-árido isto se torna crítico porque aquelas pequenas chuvas que ocorriam durante o período da seca eram responsáveis por algumas culturas temporárias e principalmente porque sustentavam pelo menos os fluxos de base nos rios. Então, o que é verificado é que no período seco a diminuição de chuva é muito mais evidente do que quando comparado em bases anuais, pelo menos para o período estudado.

A pluviosidade controla o *runoff* continental em zonas costeiras. Com a construção dos grandes açudes, a chuva deixa de controlar a vazão, e quem controla a vazão é a abertura do reservatório. Isso é um inconveniente, pois é uma alteração de origem antrópica regional que está se sobrepondo a alteração climática observada. Isto torna complicada a diferenciação entre os processos regionais e globais. Existia um controle do *runoff* baseado na quantidade da chuva e a partir da construção dos reservatórios, os rios, que



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

pelo menos uma vez por ano tinham grande fluxo de água doce expulsando os sedimentos acumulados durante os períodos secos, deixaram de ter esse fluxo, ou seja, esses rios perderam a capacidade de exportar sedimentos depositados. Usar as variações entre as taxas de sedimentação e erosão como indicador ambiental, portanto, torna extremamente complicado diferenciar o que é ação regional ou local do homem, devido ao grande número de intervenções nas bacias de drenagem do que é devido às mudanças do clima ao nível global.

No rio Jaguaribe tem-se numa margem uma erosão de até 0,88 metros por ano enquanto que a progradação na outra margem atinge 0,77 metros por ano. Isto caracteriza um modelo típico de sedimentação e erosão em área costeira. Assim, na foz do Rio Jaguaribe a progradação da linha de praia menor que erosão, resulta em erosão de pelo menos 0,11 metros por ano, o que representa um volume apreciável de praia que é perdido. No caso dos rios do semi-árido o material erodido do litoral, devido ao baixo fluxo fluvial entra para dentro do rio e não é exportado para a plataforma continental. Isso acontece também com o material que é erodido na própria margem do rio. O rio não tem condições de transportar nada para o mar, então o material começa literalmente a preencher a região estuarina. Uma parte desse material que é erodido eventualmente é depositado em áreas de manguezal.

Os ambientes de manguezal são bastante interessantes do ponto de vista biogeoquímico porque são ambientes permanentemente anóxicos (sem oxigênio livre) logo abaixo da superfície dos sedimentos. A floresta de manguezal produz uma quantidade muito grande de matéria orgânica, num sedimento muito fino que dificulta a passagem de oxigênio. Além disso, a matéria orgânica produzida pelas árvores de mangue é de difícil degradação. Na ausência de oxigênio, rapidamente se desenvolve a sulfato-redução como metabolismo principal de respiração da matéria orgânica e como subproduto uma quantidade brutal de sulfeto é produzido. O resultado é que áreas de manguezal acumulam uma quantidade muito grande de sulfetos metálicos. Assim, a erosão retira a camada superficial dos sedimentos, que neste caso é



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

para dentro do rio, onde encontra um ambiente oxidado (água do mar rica em oxigênio entrando pelo rio), os sulfetos de origem biológicas produzidos nos sedimentos dos mangues rapidamente são dissociados e liberam vários metais, incluindo Cobre, Cadmio, Mercúrio e Zinco, podendo resultar na contaminação por metais na região estuarina.

Para um rio de fluxo positivo permanente para o mar os produtos da decomposição dos mangues vão parar na plataforma continental. Em rios como o Jaguaribe a situação é completamente diferente, as velocidades de enchentes são muito maiores que as velocidades de vazantes, na realidade durante grande parte do ano quem controla toda a entrada e saída de água é somente a maré. A água doce fica praticamente toda estocada. Então em rios do semi-árido, a tendência é que o material erodido fique todo retido. Devido à elevação do nível do mar o número de ilhas no interior da região estuarina do rio vem aumentando ao longo das últimas duas décadas. Com o aumento do número de ilhas acontece uma expansão das áreas de manguezais. Assim a variação das áreas de mangue pode ser um indicador de mudanças, tanto regionais como globais, novamente o grande problema é determinar o quanto tem de mudanças globais ou de mudanças regionais. De qualquer forma, o aumento das áreas de manguezal corrobora os dados de diminuição de pluviosidade, diminuição de *runoff* continental e entulhamento dos estuários com sedimentos.

Um mapeamento dos manguezais atuais do Nordeste quando comparados com mapeamentos antigos mostram aumentos de 14% a 37% nas áreas de manguezal. Foi identificado que grande parte do aumento deveu-se a vetores de ordem regional (barragens, obras de engenharias, etc). Porém, cerca de 30% das áreas aumentadas ocorreram em regiões sem alterações regionais sugerindo que são devidas a mudanças globais.

**Teoria que esta sendo proposta: Paradoxo Ártico.** Os rios que deságuam no ártico se comportam, do ponto de vista biogeoquímico, de maneira similar aos rios que deságuam no semi-árido. No Ártico, quando o mar está congelado, o fluxo fluvial é barrado e ocorre a inundação das áreas



#### IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

marginais, aumentando a reatividade de tudo que está na água. No momento do degelo, com o rio correndo para o mar, as espécies químicas geradas nas áreas alagadas são exportadas. Nos rios do semiárido a diminuição do *runoff* continental, associada ao eventual aumento no nível do mar, resulta em situação semelhante. Dados observados no Rio Jaguaribe mostram nitidamente, num ano chuvoso, 2009, a formação de uma pluma rasa de até 6 km costa a fora. Já na estação seca foi observada uma penetração de água oceânica até a região estuarina, uma água que veio efetivamente ajudar no bloqueio do material continental, que é mais ou menos o que o gelo faz no ártico quando está congelado. O resultado é que nesses períodos de chuva, o tempo de residência da massa de água estuarina é muito curto e essa massa de água fica localizada na interface física entre continente e oceano. Já no período seco, que são oito de meses, o tempo de residência aumenta e a massa de água fica presa dentro da região estuarina, inundando as áreas laterais e aumentando a reatividade dos elementos. Na estação úmida não há tempo suficiente para reações químicas, o material que vem pelo rio passa pelo estuário e vai direto para o mar. Na seca o material permanece bastante tempo estocado no estuário em condições subóxicas, aumentando a reatividade de várias substâncias, incluindo o mercúrio que é a proxy analisada. Quando o oceano deixa a zona estuarina tem-se a exportação de formas biodisponíveis. Todas as indicações mostram que o bloqueio do oceano está aumentando, resultando em uma maior reatividade do mercúrio nesse sistema. O aumento da concentração deste elemento na forma biodisponível conseqüentemente aumenta a exposição humana devido ao aumento da concentração na biota local.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

### **PAINEL**

Belmiro Mendes de Castro Filho, IO/USP

Carlos Alberto Eiras Garcia, IO/FURG

Jose Maria Landim Dominguez, UFBA

### **Monitoramento das Áreas Costeiras**

Belmiro Mendes de Castro Filho

IO/USP

Na exposição do professor Belmiro foi focado tópicos quanto à questão de monitoramento costeiro no sentido de instigar uma discussão e um debate posterior.

Para monitorar as regiões costeiras não se deve apenas ter enfoque com a linha de costa, tem-se que considerar também que praticamente quase metade do território nacional está no mar. Um terço do território brasileiro atual está em regiões marinhas. Desta maneira tem-se uma área enorme para ser monitorada com uma linha de costa muito longa.

O monitoramento dessas regiões é importante porque mudanças globais podem causar uma série de impactos: sociais, econômicos e ambientais.

Com relação aos oceanos existem dois parâmetros que são fundamentais de serem monitorados: temperatura da água e o nível do mar. Devido à natureza escalar dessas variáveis elas são relativamente simples de serem medidas. Um bom monitoramento do nível do mar e da temperatura da água são elementos bastante consistentes para estudar mudanças que possam ocorrer no Atlântico Sul e Equatorial, devido a mudanças globais.

Um trabalho do professor Matsura representa claramente mudanças ambientais repercutindo no ecossistema. A configuração das isotermas, linhas de mesma temperatura, indica penetração de águas de origem oceânica na plataforma continental sudeste, penetração da Água Central do Atlântico Sul (ACAS). No verão ela penetra na plataforma em direção à costa e o local de referência dessa massa de água e ao largo, na região oceânica. Ela é uma água fria e muito rica em nutrientes. Com sua penetração na região costeira ela fertiliza as águas. Vem se observando que a penetração desta água foi menor em 1980 que em anos anteriores e posteriores diminuindo a fertilização. Ao se



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

comparar a captura de sardinha em 1980 com 1982 houve uma queda brutal da captura de sardinha porque em 1980 houve diminuição da fertilização da água, diminuindo o número de espécimes, pois o número de sardinhas adultas foi menor. Este fato não está necessariamente associado a mudanças climáticas, no entanto mudanças climáticas como demonstradas pelo professor Edmo, de injeção de águas provenientes do Índico, podem ter repercussões imprevisíveis ao meio ambiente marinho e indiretamente a economia do país.

Por que monitorar a linha de costa? Três das cinco maiores cidades do Brasil estão na região costeira, São Paulo, que é a maior cidade do país está a 80 Km da costa e hoje já praticamente ligada a baixada santista. Mais da metade da população brasileira vive a menos de 200 Km da costa. Existe uma interação do homem com o mar em nosso território que suscita grande número de oportunidades econômicas, sociais e de integração. E também coloca uma grande quantidade de problemas ambientais. De qualquer forma, o Brasil devido a grande linha de costa tem uma posição privilegiada para exportação de recursos do mar.

Por que monitorar a Zona Econômica Exclusiva? Mais de 90% das exportações de produtos brasileiros é feita por via marítima. A Petrobras, hoje a oitava maior companhia do mundo, tem 133 plataformas no nosso mar, desta forma alterações globais podem dificultar as operações de extração *offshore*. A recém descoberta do Pré Sal com estimativa de 8 bilhões de barris, numa extensão de cerca de 800 Km que principalmente a região ao largo da plataforma continental, chegando a área internacional dos oceanos, fora da ZEE brasileira. As perfurações serão feitas cerca de 7 km abaixo da superfície sob uma lâmina d'água de 3000 metros de profundidade com uma grande quantidade de pessoas envolvidas. Mudanças climáticas, como aumento de tempestades intensas, podem comprometer a segurança dessas operações.

Imaginando o estudo dos oceanos como uma parte relacionada ao clima e outra parte relacionada ao estudo dos ecossistemas marinhos, existe uma área de interseção muito grande entre as duas que é destacada a oceanografia operacional.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Onde Monitorar? Não há uma resposta correta para esta pergunta, mas certamente na linha de costa brasileira esse monitoramento ainda é bastante precário. Para o nível do mar, que é uma das grandezas mais fáceis de ser medida, existe uma rede maregráfica nacional que não atende as necessidades do nosso país, apenas as necessidades da rede de medição internacional. Existem alguns marégrafos da rede internacional que certamente é insuficiente para o monitoramento completo da região costeira brasileira. Muitos desses marégrafos estão inoperantes ou operando de forma intermitente fazendo com que assim não haja medidas corretas e contínuas na nossa costa. A temperatura da água do mar tem uma situação ainda pior, existem técnicas de sensoriamento remoto que não funcionam perto da costa.

Se afastando um pouco da costa, no oceano costeiro, na ZEE, existem 3 bóias em operação na plataforma continental. Essas bóias, devido há um grande esforço operacional da Marinha do Brasil, funcionam relativamente bem, no entanto só cobrem a plataforma Sul-Sudeste brasileira.

O que é preciso para fazer o monitoramento? É preciso um grande aporte de tecnologia marinha. O Brasil é líder mundial de tecnologia de exploração *offshore* de óleo e gás, mas praticamente todos os instrumentos utilizados para monitorar a região costeira são importados pela falta de preocupação nacional voltada ao desenvolvimento tecnológico de sensores, veículos submarinos, etc...

Quem monitorará? Existe uma rede de meteorologia nacional, o INMET que controla as coletas meteorológicas nacionais. Em oceanografia ainda não existe um órgão consolidado. A pesquisa oceanográfica está bem consolidada, no entanto, esta é diferente da oceanografia operacional. O que é necessário para se fazer monitoramento é a oceanografia operacional. Na pesquisa a execução é descentralizada enquanto que na oceanografia operacional o monitoramento deve ser centralizado. A coleta de dados na pesquisa é descontínua, na oceanografia operacional tem de ser contínua. A disseminação dos dados na pesquisa é episódica no tempo e na oceanografia operacional, mais uma vez, deve ser contínua. O financiamento para pesquisa é intermitente



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

o que não pode acontecer com a oceanografia operacional. Diante destes aspectos a oceanografia está atrasada com relação à meteorologia no nosso país.

Qual o resultado do monitoramento? O professor Belmiro destaca três resultados: melhor entendimento dos processos naturais, melhora na qualidade da previsão das mudanças globais e redução dos impactos sociais, econômicos e ambientais decorrentes dessas mudanças.

### **Mudanças Climáticas – Zonas Costeiras – Equipe Gestora**

Carlos Alberto Eiras Garcia  
IO/FURG

O professor Carlos Garcia não apresentou trabalho realizado por ele, mas sim o andamento da sub-rede, Zonas Costeiras da Rede Clima e do INCT para Mudanças Climáticas. A coordenação dessa sub-rede, Zonas Costeiras é feita por um grupo da FURG, onde o professor Carlos Garcia se inclui como coordenador, professor José Henrique e a professora Margareth. Foram apresentados os resultados obtidos após dois anos de existência da sub-rede e as perspectivas futuras.

A interação da sub-rede Zonas Costeiras é muito forte dentro do INCT e em especial com as outras sub-redes em especial com a dos Oceanos e de Modelagem Climática.

As Zonas Costeiras estão entre as áreas mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas globais: aumento do nível médio do mar, exposição a eventos extremos de tempestade, mudanças nos regimes de descarga fluvial dos rios, elevação da temperatura superficial do mar, acidificação dos oceanos, etc.

Os impactos potenciais variarão entre as regiões, de acordo com suas características naturais e com o grau de degradação ambiental presente em cada região. Compreender e antecipar aos impactos das mudanças climáticas em cada região do país torna-se imprescindível ao planejamento estratégico futuro e à tomada de decisões por parte do poder público e da sociedade brasileira.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

O objetivo geral da sub-rede Zonas Costeiras é avaliar o estado do conhecimento, identificar deficiências, estabelecer protocolos, coordenar/integrar projetos que investiguem a vulnerabilidade e os efeitos das mudanças climáticas em zonas costeiras brasileiras, propondo ações adaptativas e mitigadoras, em conjunto com setores organizados da sociedade.

É um grupo muito grande de diversas áreas. Possui um corpo com 66 Pesquisadores, 22 Grupos de Pesquisa, 23 Instituições Nacionais (FURG, UFRN, UFSE, UFPB, URPE, UFBA, UFES, UFRRJ, UFRJ, UFF, USP, UNICAMP, INPE, UNESP, UFPR, UNIVALI, UFSC, UFRGS, UFPEL, Instituto Costa Brasilis, Instituto Chico Mendes, DHN/Marinha do Brasil, SEAP), 1 Instituição Internacional (University of East Anglia). Abrange 11 estados brasileiros (RS, SC, PR, SP, RJ, ES, BA, PB, SE, PE, RN) de 3 regiões costeiras (Nordeste, Sudeste e Sul).

A Sub-rede foi formada para contemplar os mais distintos temas que pudessem ser abordados dentro do sistema costeiro. A política da sub-rede é torná-la o mais ampla possível para se entender a complexidade do tema de mudanças climáticas.

Dentre os principais resultados desde a criação da Sub-rede têm-se:

- Estruturação da sub-rede Zonas Costeiras, multidisciplinar e nacional;
- Estruturação da gerência e secretaria da sub-rede na FURG (recursos humanos, estrutura física e equipamentos);
- Homepage Mudanças Climáticas Zonas;
- Documento “Mudanças Climáticas em Zonas Costeiras: Avaliação Preliminar do Estado do Conhecimento”;
- I Workshop Brasileiro de Mudanças Climáticas em Zonas Costeiras (setembro de 2009);
- Publicação de 15 artigos no Pan-American Journal of Aquatic Sciences 5(2), “Special Issue - Climate Changes and Brazilian Coastal Zones”.

Será realizado em novembro o segundo workshop da sub-rede em Salvador. Após discussões com membros da sub-rede serão apresentados:



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

- Resultados de trabalhos desenvolvidos pelos pesquisadores da REDE CLIMA e INCT para Mudanças Climáticas, particularmente das sub-redes Zonas Costeiras e Oceanos;
- Discussão e elaboração de propostas que visem o estabelecimento de redes observacionais e de monitoramento sistemáticos para o litoral brasileiro;
- Discussão da sustentabilidade de observações de longo prazo para o conhecimento dos efeitos das mudanças climáticas nas zonas costeiras;
- Discussão de novas abordagens e linhas de pesquisa, dentro da temática mudanças climáticas e zonas costeiras, que estão ainda em estágio inicial no Brasil, tais como: eventos extremos, acidificação dos oceanos, ciclo do carbono, sequestro de carbono por ecossistemas costeiros e mitigação e adaptação às mudanças climáticas.
- Discussão sobre a importância da formação de recursos humanos, geral e específica, na área de mudanças climáticas;
- Enfoque de problemas relacionados com divulgação científica e educação sobre mudanças climáticas.

A página da sub-rede é [www.zonascosteiras.com.br](http://www.zonascosteiras.com.br) e o e-mail de contato é [reddeclima.zonacosteira@furg.br](mailto:reddeclima.zonacosteira@furg.br).

### **Observações Costeiras e Oceânicas**

Jose Maria Landim Dominguez  
UFBA

O professor Landim começou chamando a atenção sobre a estabilidade fundamental para o mundo moderno. Sem estabilidade a civilização está ameaçada. Esta se iniciou depois que o nível do mar se estabilizou no Holoceno.

A maior parte da população do mundo está nas zonas costeiras e uma parte dos impactos do aquecimento global vai se fazer sentir nessa região costeira.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

Nos últimos dois milhões de anos o nível do mar variou continuamente mas poucas vezes esteve tão alto como hoje. No último aumento do nível do mar, foi o chamado de Eemian, há 120000 anos, com 6 a 8 metros acima do nível atual e a temperatura global estima-se de 1 a 2 graus acima da temperatura media global atual. Uma situação como esta nos tempos atuais seria catastrófica. Sempre a descida do nível do mar é gradual, mas a subida é muito rápida. E nessa subida, o nível do mar pode ter subido cerca de 20 metros em 300 anos.

É importante destacar que a subida do nível do mar não vai ser uniforme, ela não uniforme em todo o planeta. Na região onde tinha gelo a litosfera subiu, nas regiões que bordejam o cinturão de gelo o nível do mar continua subindo desde 7000 anos atrás e na região Equatorial o nível do mar desceu. Então na costa do Brasil o nível do mar desceu quatro ou cinco metros nos últimos 5000 anos. Na costa Norte Americana subiu três a quatro metros nos últimos 5000 anos. Por isso quando se é feito curvas de variação do nível do mar a resposta não é uniforme. E se ocorrer algum degelo na Groelândia ou na Antártica a resposta do nível do mar também não será uniforme. Ao longo dos anos, ao se observar a curva de variação do nível do mar pode ser percebido que ao mesmo tempo o nível do mar sobe em algumas localidades como desce em outras.

As áreas mais vulneráveis a subida do nível do mar serão as áreas onde a linha de costa avançou nos últimos 5000 anos, os deltas, planícies costeiras, todos os lugares onde houve avanço significativo da linha de costa.

O Início da Civilização Moderna dependeu da estabilização do nível do mar e do clima. Os sambaquis encontrados ao longo da costa brasileira corroboram com esta afirmação, pois eles só aparecem depois da estabilização do clima e do nível do mar.

A grande preocupação é se agente vai resistir a uma situação que vai existir derretimento de gelo na Groelândia e talvez no oeste da Antártica. O interessante é que os registros geológicos mostram que nesse período a temperatura global estava em 2 graus acima da média de temperaturas atuais.



#### **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

Como o comportamento da taxa de subida de nível do mar é variável é impossível generalizar o que irá acontecer com o litoral brasileiro. Até hoje o professor Landim afirma que não viu evidências conclusivas de inundação na zona costeira brasileira resultante de uma subida do nível do mar. Mas existem casos de inundação sem nenhuma correlação com a subida do nível do mar. Os próprios processos costeiros podem causar inundações em determinados locais da linha de costa.

Outro aspecto a ser levado em conta além da pura e simples inundação é a erosão costeira causada: pela subida do nível do mar, pela mudança na frequência direcional das ondas, pelo aumento na intensidade de tempestades, e por mudança no aporte de sedimentos fluviais.

Como separar a variabilidade natural daquela causada pelas mudanças climáticas induzidas pelo homem? Isso é um problema muito sério pois a comunidade científica acaba transmitindo sinais conflitantes para a população.

A Erosão costeira é um fenômeno intrínseco aos processos de transporte e deposição de sedimentos em ambientes costeiros. Como separar a erosão que é devido a mudança climática e erosão relacionada ao transporte de sedimentos? Diagnóstico sobre a erosão costeira na Bahia mostra que a erosão tem de ser limitada no tempo porque o sistema está variando o tempo inteiro, gerando dificuldades na interpretação.

O professor Landim destaca que a erosão causada pela mudança na frequência direcional das ondas pode ser muito mais grave que aquela causada pela subida do nível do mar. Assim mudanças nos regimes de ventos podem causar mudanças nas linhas de costa pois as linhas de costa tendem a se ajustar paralelas ao sentido de propagação das frentes de ondas.

Outro aspecto que pode afetar a zona costeira está relacionado com a temperatura e com a química dos oceanos. Os recifes de corais são os ecossistemas mais afetados com essas modificações. Durante o Quaternário a construção dos recifes de coral foi interrompida e os recifes em muito locais erodidos. Os corais, entretanto, pouco sofreram, e apenas 10% das espécies de coral se extinguíram no período (últimos 2 milhões de anos). No entanto o



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

aquecimento e a acidificação dos oceanos podem causar o efeito de extinção. O responsável pelos eventos de extinção em massa foi o aumento de CO<sub>2</sub>, que alterou a química dos oceanos. A extinção do K/T afetou igualmente os corais zooxantelados e azooxantelados.

A pergunta que o professor Landim colocou durante sua exposição para discussão foi se é possível a adaptação as mudanças? Pois com mudanças muito rápidas pode haver implicações dramáticas para a subida do nível do mar.

### DEBATES

O professor Edmo Campos no término dos painéis fez um pequeno sumário do tema Vulnerabilidade das Áreas Costeiras destacando os principais pontos abordados para incentivar a discussão a seguir.

Existem indicações fortes que estejam acontecendo mudanças no Atlântico Sul que certamente estão relacionadas com algum tipo de mudança global. Ele ressalta que se o Atlântico Sul está sofrendo alterações, as zonas costeiras também estão.

É muito difícil de afirmar que os fenômenos observados em termos de mudanças estejam relacionados com as mudanças que estão acontecendo na grande escala no Atlântico.

Apesar dos esforços que existem como, por exemplo, a Sub-rede de mudanças climáticas para ambientes costeiros, ainda é muito pouco o que é feito em termos de observações e monitoramento. O Monitoramento ambiental é uma tarefa muito complexa para um projeto de quatro anos de duração. Durante este tempo é praticamente impossível desmembrar fenômenos de mudanças em o que é proveniente de efeitos globais do que proveniente de mudanças locais, pontuais, naturais ou resposta da influência humana.

O professor Edmo sugere que sejam discutidos quais seriam as possíveis ações em termos de observações para se identificar a real vulnerabilidade dos ambientes costeiros às mudanças globais. E, como poderia ser feito para manter as observações ao longo do tempo? Ele destaca a necessidade da existência de um núcleo de observações operacional de longo período.

É dado início a sessão de discussão deixando as seguintes questões. Assumindo que mudanças em larga escala, ou mudanças globais, estejam acontecendo, como que poderia ser feito uma preparação a partir de agora, para o monitoramento e entendimento dessas mudanças e seus reais efeitos nas zonas Costeiras.

*Pergunta:* Qual a relação dos manguezais com mitigação?

O Professor Luis Drude de Lacerda comentou que o manguezal é maleável e que geralmente é tratado como evidência de alteração climática de escala global.

Dez por cento do carbono que flui para o mar acaba retido nos estuários e há liberação de carbono com a erosão. No entanto as áreas de manguezais são



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

pequenas quando comparadas com a vasta extensão do litoral, sendo assim o manguezal causa um impacto relativamente pequeno no seqüestro de carbono no balanço global.

Outro ponto que deve ser levado em consideração a habilidade do manguezal em remover o carbono é que como dito na palestra, a dinâmica biogeoquímica deste tipo de estuário apresenta uma dependência direta com a taxa de sedimentação.

*Pergunta para o professor Belmiro comentar:* Qual a grande conclusão sobre as incertezas dos cenários de mudanças globais tendo como fundo o pouco conhecimento do comportamento do oceano Atlântico Sul.

O professor Belmiro começa lembrando da necessidade de se fazer medições para confirmação das evidências indiretas. Ele novamente destaca que tanto a temperatura do mar como o nível do mar não são monitorados sistematicamente no Brasil.

Ele também observa o destaque que o professor Edmo fez na abertura do tema sobre a questão do acoplamento entre os sistemas de diversas escalas. Para se entender o que está acontecendo no litoral brasileiro também é preciso entender os processos em escala de bacias oceânicas e global.

Outro comentário do professor é com relação ao aumento de variáveis ambientais para o monitoramento sistemático. Devido a ligação com a produção de oxigênio e fixação de carbono através da fotossíntese, o fitoplâncton marinho seria mais uma variável fácil com técnicas de monitoramento da clorofila.

O professor conclui seus comentários recomendando precaução ao se avaliar os impactos nas zonas costeiras e tomada de alguma decisão, pois não existe conhecimento suficiente sobre o assunto.

*Comentários do Professor Pedro Dias:*

A reconstituição do clima passado pode ser utilizada como uma ferramenta para um melhor entendimento sobre a influência humana e o clima. Em outras palavras, estudos climáticos do passado podem ser um forte aliado para diferenciação das mudanças globais e das mudanças causadas pela influência humana.

Para as coisas fluírem na avaliação da vulnerabilidade costeira é preciso uma mudança de comportamento da política brasileira com relação a oceanografia no Brasil. É preciso rever questões das missões das instituições públicas para estabelecer uma solução sobre as redes operacionais de medições em oceanografia. Não é função nem missão das universidades o monitoramento. No Brasil, o pouco que é feito nesse sentido está sob responsabilidade da Marinha. Apesar de não dever ser função do MCT, o Governo Federal precisa estabelecer governança para a criação de estrutura para a Oceanografia como um todo no Brasil. Já é mais do que sabido da importância desta ciência para o desenvolvimento brasileiro e da vulnerabilidade de todos os ambientes marinhos especialmente as zonas costeiras.

**TEMA: VULNERABILIDADE DAS ÁREAS URBANAS**

**PALESTRA**

Jan Bitoun, UFPE



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### **PAINEL**

Edna Maria Ramos de Castro, UFPA  
Heloisa Soares de Moura Costa, UFMG  
Leila da Costa Ferreira, UNICAMP  
Paulo Hilário Nascimento Saldiva, FM/USP

### **PALESTRA**

#### **Enfrentar a Vulnerabilidade das Áreas Urbanas: Construção de uma Agenda para o Planejamento da Socionatureza**

Jan Bitoun

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

O professor Jan Bitoun fundamenta sua exposição a partir de duas perspectivas da aglomeração urbana de Recife, no Estado de Pernambuco. Primeiramente, realiza uma análise ampla sobre a produção da cidade, a suscetibilidade a desastres - em função de características relacionadas ao uso e ocupação do solo; bem como a vulnerabilidade da população aos riscos decorrentes das condições do habitat.

Do ponto de vista empírico, enfoca experiências advindas da sua participação no programa Viva os Morros<sup>7</sup>, trabalho interdisciplinar desenvolvido na escala metropolitana e reivindicado por prefeitos dos municípios da periferia metropolitana de Recife (1998). O mesmo, desde o início da década, têm contribuído para a redução de desastres em assentamentos populares localizados em encostas.

Sua tese central é a necessidade da construção de uma agenda de planejamento não apenas do espaço urbano ou natural, mas sim da socionatureza urbana, de forma a romper com visões separatistas destas duas dimensões. Divide sua exposição em cinco partes, colocadas a seguir.

### **Socionatureza urbana – implicações**

---

<sup>7</sup> Para maiores informações: [http://www.portais.pe.gov.br/c/portal/layout?p\\_L\\_id=PUB.1557.201](http://www.portais.pe.gov.br/c/portal/layout?p_L_id=PUB.1557.201)



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Nesta primeira parte, aborda as implicações metodológicas referentes à ideia de socrionatureza urbana. Segundo Swyngedouw (in ACSELRAD, 2009, pp.100<sup>8</sup>):

Observando mais de perto, contudo, a cidade e o processo urbano são uma rede de processos entrelaçados há um só tempo humanos e naturais, reais e ficcionais, mecânicos e orgânicos. Não há nada puramente social ou natural na cidade, e ainda menos anti-social ou antinatural; A cidade é, ao mesmo tempo, natural e social, real e fictícia. Na cidade, sociedade e natureza, representação e ser são inseparáveis, mutuamente integrados, infinitamente ligados e simultâneos; Essa coisa "híbrida socrionatureza" é cheia de contradições, tensões e conflitos.

Para Jan Bitoun, ainda que se saiba a importância da integração das dimensões social e natural, são muitos os desafios metodológicos que a hibridiz das mesmas implica. Mas socrionatureza, representação e ser são inseparáveis e, assim, estudos interdisciplinares são relevantes.

Além disso, reacende o debate sobre planejamento urbano e gestão ambiental. Não é novidade que a visão moderna de planejamento urbano o concebe essencialmente como instrumento de gestão ambiental para o ordenamento do habitat urbano, no sentido de torná-lo um ambiente mais saudável e agradável para seus habitantes.

Contudo, é delicada a afirmação de que o planejamento urbano é instrumento da gestão ambiental, da mesma forma que a da gestão ambiental como parte do planejamento urbano. Para Jan Bitoun, ao considerar a cidade enquanto socrionatural, a distinção entre planejamento e gestão urbana deve, na verdade, ser pensada, sobretudo, em relação aos tempos (longo e curto).

A antiga concepção de que o urbano, considerado artificial por completo, pode ser totalmente planejado é bastante questionável. Em relação aos tempos, em muitos casos a natureza é muito mais transformada e

---

<sup>8</sup> ACSELRAD, H. A duração das cidades – sustentabilidade e risco nas políticas urbanas. 2ª ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

dinâmica, com ritmos de mudança preocupantes; enquanto a cidade, muitas vezes, apresenta inércias não esperadas.

Os sistemas naturais (“ciclos” da água, de erosão, de decomposição dos resíduos) são perturbados pela edificação da cidade. A intensidade das perturbações no urbano depende das características físico-naturais do sítio (susceptibilidade), bem como dos modelos de desenvolvimento adotados (vulnerabilidade). Os sistemas naturais impactados são compensados por sistemas artificiais (saneamento básico, manejo de águas pluviais, técnicas de implantação e construção das edificações, serviços de coleta e destino final dos resíduos). Da qualidade, da extensão e da universalidade destes sistemas – naturais e artificiais – depende a redução de riscos na cidade, bem como a qualidade ambiental.

Existem diversas perspectivas no tocante ao estudo dos sistemas naturais e artificiais. Na abordagem das ciências naturais, analisam-se as transformações dos meios bióticos (seres vivos) e abióticos (habitat); estudos que demonstram o peso crescente das ações antrópicas. As engenharias, por exemplo, constituem sistemas técnicos que cumprem funções especializadas com vistas à eficiência e eficácia.

Já a Geografia destaca as relações entre os sistemas naturais e culturais, no sentido de vislumbrar as mudanças necessárias para a melhoria do “habitat” do homem, o espaço geográfico. Analisa os sistemas de objetos que, inseridos num meio determinado (delimitado pela escala) e herdado com especificidades, permitem diferentes graus de desenvolvimento. Para Jan Bitoun, não se trata de uma visão mais completa que a primeira. Ambas são contribuições importantes.

Os sistemas naturais e artificiais relacionam-se com o sítio (topografia, litologia, relevo); com a posição no espaço urbano (centro-periferia / geografia social); com o tempo longo (heranças do processo de urbanização); com o tempo curto (relativo às decisões em determinadas situações); e, por fim, com os eventos (naturais e sociais).

### **O tempo longo na construção da siconatureza urbana**



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Nesta segunda parte, Jan Bitoun procura pensar o tempo longo das ideias. Discute sobre distintas correntes de pensamento que vêm interferindo na construção da socitynatureza urbana, de forma a gerar inúmeras situações críticas.

Primeiramente, realiza uma discussão sobre a tradição higienista. Considera fundamental o legado advindo da ação de médicos e engenheiros urbanos no final do século XIX e início do século XX, como, por exemplo, as políticas relacionadas ao saneamento. Não contesta o higienismo em si, mas critica a ideia de se domar a natureza, bem como o separatismo entre as dimensões social e ambiental, relativo a esta visão urbanística.

Também realiza críticas sobre o desenvolvimentismo, sobretudo no que se refere à importação de modelos. Por exemplo, a solução encontrada para a habitação de interesse social no urbanismo europeu e norte-americano, em fins do século XIX e início do século XX, foi a construção de vilas operárias e conjuntos habitacionais, sob o viés da moradia operária.

Contudo, o contexto latino-americano era bem diferente. Ainda que algumas cidades apresentassem número significativo de operários, como São Paulo e Porto Alegre, a grande maioria ainda mantinha relações precárias de trabalho, com boa parte da população não assalariada.

A importação de tais modelos habitacionais trouxe conseqüências socitynaturais negativas, uma vez que não condiziam com a realidade brasileira. Atualmente verifica-se que a construção de conjuntos habitacionais está longe de superar o déficit habitacional do país. Mesmo no que tange ao programa “Minha Casa, Minha Vida<sup>9</sup>”, percebe-se que o mesmo não conseguirá integrar a grande massa da população sem renda fixa.

Ele destaca que, nos anos 1980, foram desenvolvidas algumas ideias criativas para resolver o problema da habitação popular, de acordo com a realidade brasileira: programas de urbanização de favelas, bancos de materiais, promoção controlada da autoconstrução, etc. Constituíam invenções

---

<sup>9</sup> Nota do R: Programa habitacional do governo federal criado em 2009, com vistas ao financiamento da habitação no Brasil. Para maiores informações: <http://www.cidades.gov.br/>.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

inclusive registradas no Plano Nacional de Habitação de Interesse Social. Mas, naquele momento, o Estado não estava em condições de realizar grandes intervenções neste sentido, por estar imerso numa profunda crise financeira. Tais soluções, mesmo quando implementadas, não se realizaram em escala insuficiente para resolver o problema.

Além disso, verifica-se um descompasso entre o arcabouço jurídico e a realidade social, que resulta em loteamentos e assentamentos ilegais. O ordenamento de 1988 definiu a cidade como uma construção coletiva da sociedade. A qualidade de sua relação com o sítio passou a ser vista como o reflexo da qualidade das relações sociais, de acordo com os valores que as norteiam. Jam Bitoun aponta a irresponsabilidade, nas cidades, dos mantenedores de “vazios” especulativos, bem como a insustentabilidade ambiental em relação à mobilidade. Critica a ideia de que o desenvolvimento econômico é um fim em si. Para ele, a função social da propriedade em áreas urbanas é submetida ao legislador municipal por meio dos planos diretores, este que não possuem a mesma força que leis federais.

Coloca como grande desafio a construção de uma agenda adequada para o planejamento da socitynatureza urbana. Felizmente há um esforço crescente neste sentido. Por exemplo, a criação do Ministério das Cidades, que procura conciliar diversas dimensões do “habitat” - habitação, mobilidade, saneamento ambiental e programas urbanos (inclusive Planos Diretores), mesmo que cada uma com agendas próprias. A grande questão é se a cidade ainda será construída sob uma visão separatista e/ou com a importação de modelos; ou se a socitynatureza e a criatividade serão, de fato, bases para o desenvolvimento e implementação de políticas urbanas.

### **A desigualdade no planejamento da socitynatureza urbana**

Para Jan Bitoun, a desigualdade é a principal dificuldade para a construção coletiva da cidade - de renda, de patrimônio e de educação. Estas são bastante conhecidas. Contudo, é fundamental entender a desigualdade do ponto de vista das capacidades para conceber e implementar projetos de



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

médio e de longo prazos, bem como no tocante à preparação e enfrentamento de desastres, por parte do Estado e da sociedade como um todo.

A visão de longo prazo existe, mas abrange poucos agentes como, por exemplo, os mantenedores dos “vazios” especulativos. Na perspectiva estatal, a União geralmente apresenta maior visão de longo prazo, em relação aos demais níveis de governo.

Os atores sociais que apresentam maior capacidade para implementação de projetos de médio e longo prazo, com frequência, ignoram as condições sociais dos demais segmentos da sociedade. Na maioria dos casos, procuram livrar-se das deficiências das redes coletivas de infraestrutura (água, esgoto, manejo das águas pluviais, espaços públicos de lazer) e de mobilidade urbana.

Já os que possuem menor capacidade para implementar projetos de médio e longo prazo mantêm-se presente nas cidades, porém acabam por “aceitar” remendos de baixa qualidade. Aderem à ideia de “melhor isso que nada”, que exemplifica a pouca exigência da população no sentido da melhoria da qualidade de vida. Felizmente, tal postura está se transformando, por meio da valorização das identidades culturais e das instâncias participativas.

Outra questão colocada refere-se ao significado do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) <sup>10</sup>. Para ele, os indicadores estatísticos precisam ser politicamente entendidos em suas intenções e finalidades. No caso do IDH, uma alta pontuação não significa necessariamente melhor ou pior qualidade de vida, mas a dissimetria que afeta a possibilidade de escolha que as pessoas podem fazer. No nível intra-urbano, a coexistência de diferentes valores de IDH aponta as enormes dissimetrias que afetam as possibilidades de escolhas entre a população. E, da qualidade destas escolhas, dependem

---

<sup>10</sup> *Nota do R.:* O objetivo da elaboração do Índice de Desenvolvimento Humano é oferecer um contraponto a outro indicador muito utilizado, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita, que considera apenas a dimensão econômica do desenvolvimento. Pretende ser uma medida geral, sintética, do desenvolvimento humano. Além de computar o PIB per capita, depois de corrigi-lo pelo poder de compra da moeda de cada país, o IDH também leva em conta dois outros componentes: a longevidade e a educação (PNUD: <http://www.pnud.org.br/idh/>).



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

muitas das ações definidoras do padrão de desenvolvimento do conjunto da cidade.

### **As escolhas no tempo curto**

Nesta quarta parte, Jan Bitoun comenta sobre as escolhas de tempo curto, relativas aos momentos de decisões concretas. Alguns pesquisadores, em meados do século XX já sinalizavam a importância do apelo à criatividade urbanística para a habitação de interesse social; de um tratamento diferente e condizente com a realidade brasileira, sobretudo no tocante a sítios urbanos complexos para a ocupação. Contudo, tal convite à criatividade não foi atendido, situação que acabou por caracterizar muitos dos passivos socioambientais atuais.

Assim, os morros, ainda que constituam espaços de grande criatividade política são, paradoxalmente, áreas com pouca criatividade urbanística. Diversas propostas neste sentido ficaram apenas no papel. Ressalta a importância do respeito às condicionantes naturais para a realização do urbanismo; da não-desvinculação da cidade em relação à sua natureza física e social - separação característica do atual modelo de desenvolvimento. Destaca que a função do arquiteto, bem como de outros atores preocupados com o urbanismo no Brasil, deveria centrar-se muito mais na reestruturação e requalificação de espaços existentes que na criação de novos.

Para exemplificar as escolhas feitas no tempo curto, cita o caso da transformação de um bairro na zona sul de Recife (Brasília Teimosa) - área de palafitas - em avenida (Brasília Formosa). O mesmo está inserido numa Zona Especial de Interesse Social (Zeis), onde a construção de edifícios é proibida. Contudo, está em curso uma nova legislação que deverá liberar a construção de obras deste tipo no local. Já existe, na entrada deste bairro, um prédio de 20 andares, erguido em 2006. Este foi viabilizado mediante um acordo entre empresários, prefeitura e moradores. Do outro lado da Bacia do Pina



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

destacam-se torres gêmeas de 41 andares, aberrações urbanísticas que o ministério público não conseguir barrar.

### **Novos agentes: redes de serviços ambientais**

Na última parte, Jan Bitoun ressalta a necessidade de envolver novos agentes na construção de uma agenda para o planejamento da sionatureza, por meio da noção de redes de serviços ambientais. Em especial os que coloquem a equidade e a justiça como conceitos centrais em suas metodologias.

Destaca a importância de uma metamorfose no sistema de Defesa Civil. Mudanças na Saúde também serão relevantes para o planejamento urbano sionatural: agentes da vigilância ambiental, movimento cidades saudáveis, entre outros.

A questão central é como contaminar o urbanismo. O programa Viva os Morros, que buscou desenvolver ações de gestão de risco em Pernambuco de fato resultou em redução significativa de acidentes.

O Programa Saúde Ambiental, por sua vez, também trouxe profundas contribuições neste sentido, não apenas com políticas do tipo “mata mosquito”. Além disso, mostrou que, a partir de programas já desenvolvidos em todos os municípios do país – obviamente com qualidade e situações diferentes de acordo com a realidade de cada um deles – é possível desenvolver ações importantes no sentido da redução da vulnerabilidade, de forma a aproveitar a infraestrutura já existente. Outro exemplo é o movimento Cidades Saudáveis, que visa à melhoria da qualidade de vida urbana. Destaca que, para a Saúde, é fundamental superar a tradição higienista, com vistas à construção de intersectorialidades e de uma nova governança.

Contudo, apesar das diversas iniciativas e possibilidades, até o momento não houve capacidade suficiente para gerar grandes transformações na forma como a cidade vem sendo construída.

Com vistas a contaminar o urbanismo com a visão de sionatureza, Jan Bitoun faz algumas propostas. Em primeiro lugar, afirma a relevância de se



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

atentar para a franja rural urbana, que atualmente constitui espaço disputado: por condomínios, outros grandes empreendimentos privados e conjuntos populares como os do programa “Minha Casa, Minha Vida”. Também destaca os espaços intermunicipais e o trabalho cooperativo na escala metropolitana.

Em segundo lugar, coloca como foco o incremento da gestão do risco, não somente no sentido de implantação de uma nova Defesa Civil para a redução de desastres, mas também com vistas à produção de bases de informações socionaturais detalhadas - diferenciadas dos cadastros imobiliários que tem por finalidade a arrecadação. Além disso, ressalta a presença de ponta dos agentes, bem como a realização de uma intersectorialidade mais legítima.

Por fim, Jan Bitoun coloca no centro do debate sobre o planejamento da socionatureza urbana o tema do manejo das águas pluviais e o abastecimento de água, que provoca questionamentos profundos quando se trata da análise no urbano. Enfatiza a importância de uma adequação normativa sobre o assunto, uma vez que os elementos atuais são muito complexos e, assim, precisam ser pensados.

### **PAINEL**

Edna Maria Ramos de Castro, UFPA  
Heloisa Soares de Moura Costa, UFMG  
Leila da Costa Ferreira, UNICAMP  
Paulo Hilário Nascimento Saldiva, FM/USP

### **Urbanização, Desigualdade Social e Mudanças Globais: Repensando Conceitos e Abordagens**

**Edna Maria Ramos de Castro**  
Universidade Federal do Pará, Brasil

Primeiramente, a professora Edna Castro faz algumas colocações gerais acerca do esforço das ciências humanas para a compreensão das possíveis transformações relacionadas às mudanças globais do clima. Num



#### **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

segundo momento, propõe uma reflexão específica sobre os possíveis impactos em cidades amazônicas.

As mudanças globais do clima constituem, talvez, o maior desafio já enfrentado pela sociedade. Em vista disto, as ciências humanas e sociais aplicadas têm um papel importante neste debate, ao ter em vista que os impactos serão sentidos pelas organizações sociais, tanto nas áreas urbanas como rurais. Para ela o desafio está na própria constituição da sociedade. É preciso compreender como esta enfrenta seus problemas e que ferramentas podem ser utilizadas.

Aponta a correlação estreita entre cidade (tanto grandes como pequenas) e o desenvolvimento industrial. É fato que cidades já existiam muito antes da Revolução Industrial, mas a industrialização e todo o processo de modernização se consolidam com a constituição de grandes cidades. Há uma relação muito próxima entre adensamento tecnológico e a formação de cidades.

A base para a discussão, segundo ela, é a dimensão do modelo de desenvolvimento que, em sua necessidade de (re)produzir, acaba por conformar uma determinada racionalidade, que levou à constituição do que hoje se chama de fenômeno urbano.

As cidades são uma síntese de processos econômicos, políticos e sociais, bem como a representação de elementos essenciais que conformam a vida social: diferenças, contradições, pensamentos e culturas distintas, formas de existir. Não é homogênea. Ao contrário, constitui a representação da diversidade: política, social, econômica (muitas vezes étnica). Além disso, as cidades não são apenas diferentes, mas desiguais: em termos de renda, de classe, de possibilidades e oportunidades, de direitos.

A consideração desta cidade real, formada por sujeitos sociais que constituem grandes adensamentos e recriam formas particulares de vida e espaços; que tomam decisões e montam estratégias, é fundamental para o entendimento dos impactos das mudanças globais do clima em áreas urbanas.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

A desigualdade social, percebida por uma série de indicadores, bem como o lugar onde os diferentes grupos sociais ocupam no espaço urbano, aponta para distintos níveis de vulnerabilidade frente aos impactos ambientais como um todo, neste caso no tocante às mudanças globais do clima.

Assim, Edna Castro coloca o conceito de desigualdade social no centro desta discussão. Outro ponto considerado fundamental é a análise do fenômeno urbano dentro do contexto regional. Ressalta que, apesar da possibilidade da realização de um estudo na escala intra-urbana, é importante perceber que a relação da cidade com territórios mais amplos (escala regional, estadual, nacional, internacional) define em grande parte seu lugar, os recursos que pode utilizar, bem como suas desigualdades internas.

Por exemplo, o entendimento da urbanização da cidade de Belém e de outras cidades amazônicas somente é possível pela compreensão de processos complexos que envolvem relações em diferentes escalas geográficas, como o desmatamento, o assoreamento dos rios, o planejamento e construção de hidrelétricas, a mineração, entre outros; processos estes que, na conformação do território, acabaram por gerar sérios impactos.

Destaca o fenômeno migratório na região, que acarretou em aumento populacional e, conseqüentemente, crescimento das demandas por serviços de infraestrutura e de uso do solo urbano. Para ela, além da escala espacial, é preciso ter em conta a temporal.

Comenta sobre sua preocupação com os conceitos de adaptabilidade e de mitigação. Ainda que sejam importantes, destaca a fraca discussão sobre o modelo de desenvolvimento. Para ela, se o mesmo não é pensado e alterado, a racionalidade que levou a sociedade até aqui acaba se fortalecendo.

Na segunda parte de sua exposição, Edna Castro enfoca o espaço urbano amazônico. Afirma que, ainda que existam incertezas no tocante aos cenários estabelecidos para a região, como, por exemplo, em relação ao comportamento de rios importantes (vazão e processos erosivos), já há informações suficientes que apontam impactos preocupantes, sobretudo quanto à transformação de grandes áreas de floresta em savanas.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

Neste contexto, ressalta a necessidade do desenvolvimento de estudos sobre os impactos das mudanças globais do clima em cidades amazônicas. Isto porque a Amazônia, atualmente, constitui um espaço urbano diversificado, desigual, com aglomerações de origem e formações distintas.

Historicamente, as cidades amazônicas assentaram-se às margens dos rios, igarapés e lagos, mesmo que com origens diversas: a partir da constituição de fortes militares, da ocupação por diferentes grupos étnicos, da realização de missões, entre outras. Em geral, o rio sempre foi lugar de caminho - da produção, do trânsito e escoamento da biodiversidade, bem como do lazer. Ou seja, faz parte da vida dos povos amazônicos.

Mesmo as cidades mais recentes, localizadas às margens das rodovias, estradas e ferrovias; de projetos de mineração, madeireiro e hidrelétrico, também se localizam nas proximidades dos cursos d'água, em virtude do problema do abastecimento.

O lento processo de urbanização na região acelerou-se a partir de 1970. Entre 1970 e 2000, a população da Amazônia Legal quase triplicou, passando de 7,3 para 21 milhões de habitantes (IBGE, 1970/2000). Neste período a região apresentou taxas anuais de crescimento superiores à média nacional, ainda que, no ano 2000, cerca de 70% da população encontrava-se em apenas três estados: Pará (29,41%), Maranhão (26,84%) e Amazonas (13,36%). Dados mais recentes apontam que mais da metade da população amazônica já vivem em áreas urbanas, a maior parte em pequenas cidades.

Tais cidades, embora pareçam isoladas, na verdade se interligam por uma série de mecanismos, mesmo no que tange às pequenas cidades e povoados. O modelo estratégico aplicado para abertura de novos territórios ao mercado integrou antigas cidades, pequenas, de influência local-regional importante. Para ela, por muito tempo as redes sociais e econômicas asseguraram processos de conectividade entre espaços rurais, étnicos e urbanos. Ao considerar as mudanças globais do clima, isto significa que os possíveis impactos poderão gerar efeitos através das redes constituídas, extrapolando o local do evento.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

É preciso, então, pensar na relação entre as cidades, a floresta e os cursos d'água, diante das grandes transformações previstas decorrentes da alteração no sistema climático. Por meio dos cenários de aumento do número e intensidade de eventos extremos na Amazônia e no Brasil como um todo, é possível prever alguns acontecimentos.

Por exemplo, os deslocamentos forçados em direção à região, no tocante às populações vindas de áreas com escassez hídrica. No entanto, as cidades da região são bastante vulneráveis, pois apresentam grande precariedade de renda, de geração de empregos e de serviços urbanos. Na grande maioria o processo industrial e o emprego formal ainda não se realizaram.

Para Edna Castro, a desigualdade verificada nesta rede de cidades expressa a fragilidade do modelo de desenvolvimento atual. Uma visão estratégica para a região não pode desconsiderar as condições reais de pobreza e desigualdade social que atravessa as pequenas, médias e grandes cidades amazônicas. Devido à alta concentração espacial das cidades amazônicas em áreas ribeirinhas, um possível aumento no volume dos cursos d'água pode colocar grande parte delas em situação de calamidade.

Ressalta que, em virtude dos diferentes usos dos rios da região, a água não deve ser pensada apenas como recurso para o futuro, mas como um recurso econômico e um elemento totalmente integrado à vida destas cidades.

Coloca que as ciências humanas precisam desenvolver estudos das mudanças globais do clima que acompanhem os avanços da área das ciências naturais. A sociedade deve ter conhecimento de si mesma e desenvolver capacidade de reação não apenas referente à adaptabilidade. É importante ter uma visão mais realista acerca do modelo atual de desenvolvimento.

Por fim, Edna Castro coloca alguns pontos centrais para o estabelecimento de uma visão estratégica para as cidades:

1. Consideração da diversidade étnico-social, da floresta e dos cursos d'água;
2. Entendimento dos processos e dos padrões de produção presentes nas áreas urbanas, das potencialidades regionais e suas singularidades;



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

3. Compreensão da transformação na base produtiva com a industrialização de processos; políticas específicas de fomento ao mercado de trabalho com especialização e qualificação; retenção de recursos na base produtiva local/regional;
4. Criação de institucionalidades que garantam maior controle no uso de recursos naturais;
5. Oferta de serviços urbanos de qualidade e atendimento amplo;
6. Ação e presença do poder público nas diferentes esferas;
7. Conscientização dos impactos globais e mobilizações em torno do modelo de desenvolvimento econômico.

### **Vulnerabilidade das Áreas Urbanas**

Heloisa Soares de Moura Costa  
Universidade Federal de Minas Gerais

A professora Heloisa Costa buscou contribuir para o debate sobre a vulnerabilidade das áreas urbanas às mudanças globais do clima a partir de duas perspectivas. Primeiramente propõe uma discussão ampla acerca das características da urbanização brasileira. Num segundo momento, comenta sobre sua participação e os resultados obtidos na elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Este estudo, desenvolvido na Universidade Federal de Minas Gerais, teve como objetivo apreender a diversidade socioeconômica e ambiental da região, tendo a perspectiva das mudanças ambientais como um dos pressupostos.

Inicialmente, revela sua preocupação sobre o debate das questões socioambientais, que pode parecer, muitas vezes, um consenso. Para ela é, na verdade, o mesmo constitui o resultado de um campo de conceitos bastante polarizado e misturado.

De um lado, destaca a corrente de pensamento chamada de Modernização Ecológica. Esta, de certa forma, coloca o meio ambiente como algo externo à dinâmica social, aposta na ideia da escassez de recursos e na



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

busca por consensos, esta permeada pela inovação tecnológica e de procedimentos.

Tal concepção teórica se faz bastante presente no Estado brasileiro, como pode ser observado nos marcos regulatórios atuais: legislação ambiental, urbanística, social, entre outras. Também aparece nos processos de “internalização” de procedimentos ambientais em setores produtivos, seja porque estes sofrem pressões por parte de algumas demandas, seja por conta da própria legislação.

Um ponto central na discussão da modernização ecológica é a valoração ambiental (economia ecológica), ou seja, o pagamento por serviços ambientais; a atribuição de valores econômicos à natureza. De um modo geral, esta corrente de pensamento não questiona o modelo de desenvolvimento. Age por dentro deste, a partir da lógica de internalização de custos.

No outro extremo, destaca-se a Economia Ecológica, concepção teórica pautada na discussão sobre a desigualdade no acesso aos recursos e do papel central da sociedade no tocante à produção social, inclusive na da escassez. Defende o acesso ao meio ambiente e ao espaço como um direito de todos e enfatiza o valor de uso. Enfoca os conflitos socioambientais, a luta pelo espaço e pela natureza. Sobretudo, questiona o modelo civilizatório (produção, reprodução e consumo).

Na realidade atual, tais correntes de pensamento, na prática, não são excludentes. Aparecem combinadas de muitas formas, o que não é constitui um fator negativo. É preciso, contudo, saber em que as legislações ambientais se apóiam em termos conceituais para compreender as intenções presentes neste campo de discussões. Coloca-se como desafio pensar o debate internacional e local sobre mudanças climáticas, bem como a urbanização e de planejamento, a partir destas duas visões.

Há uma série de disputas em torno do significado do discurso sobre as mudanças globais do clima, por exemplo: mudança ou variabilidade climática? (climatólogos versus outros cientistas), ou mudanças climáticas e mudanças ambientais globais (somadas as dimensões humanas). A certeza é que o clima



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

sempre aparece como elemento visível unificador da compreensão das mudanças, e que atinge a todos com diferentes intensidades e consequências, o que remete ao conceito de vulnerabilidade.

A professora Heloisa Costa propõe um debate em torno das escalas temporais e espaciais do global e do local. Para ela, a discussão do local nos estudos urbanos é essencial, mas sem, contudo, perder a referência da dimensão global. Ela resgata a ideia de planejamento e intervenção. Afirma que, ainda que os instrumentos de regulação existam, há uma dificuldade crônica em aplicá-los, por razões claras em termos de poder, de acesso a terra. Em outras palavras, não se consegue fazer valer os direitos coletivos sobre os individuais. Coloca as diferentes ordens de problemas ambientais (Martine, 1992):

- Problemas típicos de países de 1º Mundo/ industrializados, com questionamento direto do modelo de desenvolvimento;
- Problemas típicos de urbanização de 3º Mundo / periférica / “incompleta”, onde as soluções são dadas, mas não implementadas.

Para ela, as reflexões acerca das mudanças ambientais globais reforçam a necessidade de priorizar ambos os tipos de problemas, e de redefinir a agenda política nos lugares. Também reafirma a discussão entre comportamentos individuais e questões estruturais, de forma a ressaltar a importância da identificação das mediações possíveis entre as dualidades: global e local, individual e grandes estruturas.

O processo de urbanização é colocado como excludente e desigual. Manifesta-se entre indivíduos, família e outros grupos sociais: diferenças socioeconômicas e culturais; nas formas de acesso a terra e à habitação; na apropriação da cidade e de seus bens, oportunidades e serviços; de direitos e de poder; entre outros. Tal desigualdade também se expressa entre lugares e suas instâncias governamentais: capacidade financeira, administrativa e política; atração de investimentos produtivos, culturais; gerenciamento de



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

demandas urbanas e sociais; distribuição de recursos naturais e bens ambientais.

É muito frequente, no debate sobre sustentabilidade, que a urbanização apareça como a causa de todos os males, o chamado “impacto antrópico”. Inclusive faz uma crítica a este conceito, que, para ela, esconde a natureza das contradições no uso e na apropriação do espaço. Reforça que a urbanização, enquanto processo, é realizada por agentes sociais com interesses distintos – muitas vezes em conflito – de forma a resultar em diferentes configurações sociais e espaciais.

A urbanização brasileira é marcada pela relação centro-periferia, agora redefinida em termos espaciais: da concentração da riqueza e dispersão da pobreza à dispersão da riqueza e adensamento da pobreza. A urbanização periférica aparece como norma, e não exceção. Tal fato requer um giro ontológico e epistemológico nas formas de pensar a urbanização, a sustentabilidade e o planejamento.

Assim, no que tange às mudanças globais do clima, qualquer análise deve passar pela compreensão da natureza multifacetada do processo de urbanização brasileiro, bem como pela diversidade de processos de produção e apropriação do espaço para, a partir de então, introduzir estas informações nas modelagens de cenários e outros instrumentos que estão sendo desenvolvidos. Os estudiosos da urbanização em geral precisam incorporar a discussão das mudanças globais do clima em suas análises e propostas, para pensar o futuro a partir de diferentes cenários demográficos e espaciais, nas escalas global e local.

Na segunda parte de sua exposição, a professora Heloisa Costa comenta sobre sua participação na elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte, desenvolvido pela Universidade Federal de Minas Gerais em contrato com o governo do Estado. O mesmo teve como pressupostos duas dimensões – territorial e institucional, de forma que as dimensões social, ambiental e econômica se fizessem presentes em todas as escalas. Em vez de propor



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

diagnósticos, foram elencadas dez áreas temáticas transversais<sup>11</sup> e quatro eixos integradores: acessibilidade, sustentabilidade, seguridade e urbanidade.

Ressalta o papel do planejamento para a mudança social: sentido crítico dos estudos e propostas para a compreensão da totalidade, além de análises e operações; sentido contemporâneo de planejamento – da reforma social para a mobilização e aprendizado social; planejamento para a transformação social, política, econômica e ambiental; relações horizontais entre saber técnico-científico e saber emanado da vida cotidiana; sentido político prioritário para a formação de sujeitos-cidadãos comprometidos com seu espaço de vida; e, por fim, integração e identidade metropolitana com vistas à emancipação social.

A intenção do plano foi pensar numa região metropolitana onde se criassem novas centralidades levando infraestrutura para os locais mais carentes e, ao mesmo tempo, se tentasse preservar áreas ainda não urbanizadas tanto para consolidação de unidades de conservação quanto para atividades produtivas reivindicadas por pequenos proprietários. Tal perspectiva se opõe aos interesses do mercado imobiliário e, de fato, há grande fragilidade para conseguir implementar tal instrumento. A terra é naturalizada como simples questão imobiliária, reflexão que se coloca como central para o futuro das cidades.

Para cada um dos eixos, foram desenvolvidas políticas, e no interior de cada política, projetos. Por exemplo, a equipe procurou montar uma Política Metropolitana Integrada de Gestão dos Riscos Ambientais e Mudanças Climáticas. No tocante ao eixo sustentabilidade, desenvolveu uma Política Metropolitana Integrada para o Desenvolvimento de Territórios Minerados, tendo em vista que as empresas mineradoras da região já desenvolveram verdadeiros planos diretores privados nos seus vastos territórios. As mesmas

---

<sup>11</sup> *Nota do R:* Uso do solo, dinâmica imobiliária e centralidades metropolitanas; mobilidade urbana, transportes e sistema viário; habitação, vida cotidiana e qualidade de vida; cultura, educação, segurança alimentar, trabalho e renda; saúde, meio ambiente, saneamento e recursos hídricos; complexos ambientais culturais; capacidade institucional e de planejamento e administração municipal; risco socioambiental, vulnerabilidade e segurança; aspectos sociais e ambientais da demanda demográfica; estrutura produtiva, conhecimento, tecnologia e alternativas energéticas.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

foram chamadas para o debate. Além destas políticas, outras foram pensadas: de saneamento básico, de recursos hídricos, de recuperação de áreas degradadas, de compensação e valorização de serviços ambientais, etc. Tais ideias ainda estão no nível de proposta e precisam ser detalhadas com vistas à sua implementação.

### **Mudanças Climáticas e Risco em Cidades Costeiras Brasileiras**

Leila da Costa Ferreira  
UNICAMP

A professora Leila Ferreira baseia sua exposição nas experiências relativas à sua participação num projeto que tem por objetivo analisar as dimensões ecológicas e sociais relativas às mudanças globais do clima nas cidades do litoral do Estado de São Paulo. Como coordenadora do componente “políticas públicas” do estudo, procura investigar algumas das estruturas político-institucionais existentes na região que têm efeito sobre áreas relevantes para intervenção em termos de alterações climáticas na escala local.

Do ponto de vista teórico-metodológico, ela coloca que existem várias metodologias de análise das mudanças ambientais globais, algumas polêmicas. Além da Modernização Ecológica e da Ecologia Política, ressalta a corrente de pensamento da Modernização Reflexiva, que propõe uma discussão profunda sobre a Sociedade de Risco, conceito este definido por Ulrich Beck<sup>12</sup>(1992).

No que tange ao estudo das políticas públicas no interior do projeto acima citado, a equipe trabalha numa interface entre a discussão da sociedade de risco e outra, de base empírica da ciência política aplicada, com vistas a tentar pensar empiricamente essas questões para a região costeira brasileira.

---

<sup>12</sup> BECK, U. La Sociedad del Riesgo. Barcelona: Paidós, 2006 (original de 1992).



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Áreas costeiras são consideradas particularmente vulneráveis às mudanças climáticas (ADGER, 1999<sup>13</sup>; NICHOLLS *et al.*, 2007<sup>14</sup>); ao mesmo tempo concentram um contingente expressivo da população mundial (MCGRANAHAN *et al.*, 2007<sup>15</sup>), e são centros de desenvolvimento da economia mundial devido à sua infraestrutura e recursos naturais (SATTERTHWAITE *et al.*, 2007<sup>16</sup>). Neste sentido, sua exposição procura refletir sobre os desafios das mudanças climáticas para estas áreas.

No caso brasileiro, onde importantes cidades com cerca de 20% da população nacional – (ZAMBONI & NICOLODI, 2008<sup>17</sup>) e infra-estruturas se localizam ao longo dos mais de 8.600km de linha de costa, o debate sobre os impactos das mudanças globais do clima é extremamente relevante. Procura pensar se os governos locais das cidades litorâneas brasileiras, especialmente as do litoral do Estado de São Paulo, estão preparados para o enfrentamento deste tipo de risco em termos de políticas estratégicas e outros instrumentos.

Para ela, a literatura sobre as mudanças ambientais globais está basicamente centrada nas regiões metropolitanas e grandes cidades. Há uma lacuna no tocante à análise destes processos em pequenas e médias cidades. Diante disto, o projeto que desenvolve procura contribuir neste sentido,

A área de estudo do projeto é formada pelos quinze municípios litorâneos do Estado de São Paulo<sup>18</sup>, mais o de Cubatão. Estendem-se por cerca de 700 km e, no conjunto, contam com uma população aproximada de

---

<sup>13</sup> ADGER, W.N. Social Vulnerability to Climate Change and Extremes in Coastal Vietnam. *World Development*, 27: 249-269. 1999.

<sup>14</sup> NICHOLLS, R.J.; WONG, P.P.; BURKET, V.R.; CODIGNOTTO, J.O.; HAY, J.E.; MCLEAN, R.F.; RAGOONADEN, S. & WOODROFFE, C.D. Coastal systems and low-lying areas, in M.L. PARRY; O.F. CANZIANI; J.P. PALUTIKOF; P.J. VAN DER LINDER & C.E. HANSON. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Cambridge University Press, 2007.

<sup>15</sup> MCGRANAHAN, G.; BALK, D. & ANDERSON, B. The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment & Urbanization*, 19, 1: 17-37, 2007.

<sup>16</sup> SATTERTHWAITE, D.; HUQ, S.; PELLING, M.; REID, H. & LANKAO, P.R. *Adapting to Climate Change in Urban Areas: The possibilities and constraints in low- and middle-income nations*. Discussion Paper N.1, International Institute for Environment and Development (IIED), London, 2007.

<sup>17</sup> ZAMBONI, A. & NICOLODI, J. (editores), *Macro diagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008.

<sup>18</sup> *Nota do R.*: Cananéia, Iguape, Ilha Comprida, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos, São Vicente, Bertioga, Caraguatatuba, Ilha Bela, São Sebastião e Ubatuba.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

dois milhões de habitantes. No tocante à biodiversidade, é uma região extremamente rica, com a presença de estuários, manguezais, restingas, cavernas, rios, costões rochosos e inúmeras ilhas. Possui diversas áreas protegidas, com proporção significativa de remanescentes da Mata Atlântica. Contudo, ao mesmo tempo, essa diversidade ecossistêmica é uma das mais ameaçadas do planeta.

Do ponto de vista econômico, destacam-se os portos de Santos e de São Sebastião, respectivamente o maior porto na América Latina e o principal centro de distribuição do petróleo do interior, juntamente com o distrito industrial de Cubatão e a indústria do turismo, que constituem apenas alguns exemplos da importância da região para o desenvolvimento do país.

Ainda que exista uma série de medidas com vistas à proteção destes ecossistemas, existem inúmeras ameaças: o turismo crescente, a construção de infra-estruturas modernas de transporte, a indústria do petróleo e do gás e a exploração ilegal dos diversos recursos naturais.

Espera-se a construção de uma série de novas instalações nos próximos anos: uma nova estrada entre as cidades de São Sebastião e Caraguatatuba; um aterro regional para minimizar o problema dos resíduos sólidos; um complexo prisional em Caraguatatuba; uma estação de tratamento de gás natural (já em fase avançada de construção); a expansão do porto de São Sebastião; a exploração de petróleo e gás nos depósitos marinhos do pré-sal (com a conseqüente adaptação da infraestrutura terrestre).

Este conjunto de impactos são maiores que a capacidade do meio ambiente e da sociedade em absorver e trabalhar na mitigação dos efeitos negativos do processo e na potencialização dos efeitos positivos, o que leva, invariavelmente, ao aumento da degradação ambiental e da redução da qualidade de vida das populações que vivem na região.

Apresenta algumas responsabilidades dos governos locais e estaduais no que tange ao gerenciamento do risco relacionado às mudanças globais do



#### IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

clima, que precisam ser componentes de uma estratégia de adaptação (SATTERTHWAITE *et al.*, 2007; SATTERTHWAITE, 2008<sup>19</sup>).

1. Finanças: gestão financeira e contábil do orçamento municipal, arrecadação de impostos e gestão, licenças e taxas;
2. Engenharia e construção civil: construção e manutenção do espaço público;
3. Desenvolvimento urbano/local: regularização fundiária, zoneamento urbano, registro imobiliário e planejamento urbano;
4. Saúde e higiene pública: distribuição, coleta e tratamento de água potável; controle de poluição; coleta e tratamento de resíduos sólidos; higiene sanitária; limpeza de áreas públicas; serviços médicos e ambulatoriais;
5. Políticas sociais urbanas: habitação, escolas, creches, jovens e idosos, etc.;
6. Defesa Civil e resposta emergencial: alívio de catástrofes, bombeiros, serviços de ambulância e de salvamento;
7. Administração pública e de recursos humanos: várias tarefas administrativas e responsabilidades, inclusive a gestão de recursos humanos.

A professora Leila Ferreira coloca que os municípios do litoral do estado de São Paulo, tanto em termos de planejamento quanto na prevenção de desastres e de resposta a eventos extremos, se mostram bastante frágeis. É preciso analisar o que já existe de infraestrutura política para a região, tanto na escala local e regional como na federal.

Ela realiza uma análise das estratégias desenvolvidas no nível nacional que corroboram ou não para a implementação das políticas ambientais no nível local. Comenta sobre a criação do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, em 2000, com o objetivo de introduzir, educar e mobilizar a sociedade para o debate e posicionamento sobre questões relativas ao aquecimento global. Destaca a criação em 2007, por parte do governo federal, do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, este que teve como tarefa principal a

---

<sup>19</sup> SATTERTHWAITE, D. Climate Change and Urbanization: Effects and Implications for Urban Governance. United Nations Expert Group Meeting on Population Distribution, Urbanization, Internal Migration and Development, UN/POP/EGM-URB/2008/16, New York, 2008.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

concepção e implementação de uma Política Nacional sobre Mudança do Clima. Comenta sobre a apresentação do compromisso voluntário de redução de emissões de gases de efeito estufa durante a COP-15 (entre 36 e 38% do total das emissões, projetadas até 2020). Destaca também outras iniciativas realizadas por instituições de pesquisa e pela sociedade civil.

No tocante às estratégias regionais, a cidade de São Paulo foi pioneira na aprovação de uma lei específica para lidar com as mudanças climáticas<sup>20</sup>, aprovada em 2009. Alguns meses depois, o Estado de São Paulo também aprovou sua própria lei<sup>21</sup>, de forma a tornar-se o segundo Estado do Brasil a aprovar este tipo de regulamentação, depois do Amazonas (2007).

Para ela, uma das poucas ferramentas existentes que reflete diretamente no ordenamento do uso do solo nos municípios é o Zoneamento Econômico Ecológico. Este instrumento, por objetivar a racionalização da utilização dos recursos naturais e regular o uso e ocupação do solo com vistas ao desenvolvimento de modelos locais de desenvolvimento sustentável, pode ser de grande ajuda para a mitigação das mudanças climáticas na escala local.

Um dos objetivos específicos do Zoneamento Econômico Ecológico poderia ser o estabelecimento de estratégias distintas aplicadas às zonas e atividades de maior vulnerabilidade às mudanças globais do clima, de forma a reduzir os impactos possíveis e desenvolver medidas de prevenção e de adaptação. Contudo, este está devidamente implementado em apenas um dos 16 municípios litorâneos paulistas.

Aponta que, apesar dos avanços substanciais no sentido de resolver os problemas relacionados às alterações no sistema climático, as leis necessitam de uma rede de estruturas político-institucionais e modalidades de governança para serem efetivamente aplicadas. É fundamental analisar a presença das

---

<sup>20</sup> *Nota do R:* Lei municipal n.º14.933, aprovada em 2009. Estabelece a redução de 30% das emissões totais de gases de efeito estufa da cidade. Reforça a prioridade do transporte público, a redução gradual do uso de combustíveis fósseis, os programas de reciclagem obrigatória e redução de resíduos sólidos, conjuntamente como critérios de eficiência energética e de construção ecológica.

<sup>21</sup> *Nota do R.:* A Política Estadual de Mudanças Climáticas prevê a redução de pelo menos 20% das emissões totais de CO<sub>2</sub> até 2020, em relação ao ano de 2005. De cinco em cinco anos, até 2020, o governo do Estado deve ser capaz de definir objetivos intermediários para atingir a meta total ao final do período.



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

estruturas existentes nos municípios, para avaliar suas capacidades institucionais e administrativas no sentido de internalizar o tema em suas políticas.

Sua equipe realizou um exercício de mapeamento – centrado no executivo, órgãos legislativos municipais, secretarias, departamentos, outros organismos públicos e comissões municipais – com o objetivo de encontrar a presença de órgãos governamentais e instituições interligados a setores e políticas com algum nível de efeito e competência para enfrentar a mudança do clima. A intenção foi olhar para as realidades municipais utilizando estratégias de enquadramento do tema no âmbito da própria estrutura administrativa em vigor.

O estudo realizado mostrou que grande parte das dezesseis cidades analisadas apresenta estruturas político-institucionais que poderiam ser mobilizadas para o desenvolvimento de medidas voltadas às mudanças do clima, especialmente em termos de secretarias específicas, agências governamentais e departamentos. Destacou a presença de estruturas dedicadas ao social, à economia, às políticas de desenvolvimento urbano, além de ambiente e de saúde.

Contudo, estes governos locais ainda estão lutando para fornecer a maioria dos serviços urbanos básicos para uma parte de seus habitantes, em termos de habitação adequada, saneamento e cuidados de saúde. A falta de recursos financeiros e humanos, combinada com o alto nível de incerteza acerca dos impactos das mudanças globais do clima, bem como a falta de dados científicos sobre o tema na escala local, contribuem para a falta de ações consistentes no tocante aos riscos das alterações climáticas na região.

Para ela, no interior da ciência das mudanças do clima, o debate das dimensões humanas avançou pouco diante do grande desafio colocado. De acordo com a discussão da teoria do risco (BECK, 1992), os riscos advindos das mudanças climáticas escapam à percepção, ou seja, situam-se na esfera das fórmulas físicas e químicas, mantendo-se invisíveis. Podem ser ampliados,



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

modificados, dramatizados ou minimizados dentro do conhecimento dos peritos.

Esses riscos são intimamente relacionados com o futuro, com os infortúnios previstos. Neste cenário, a ação política e de intervenção nos níveis internacional, nacional e local terão efeito decisivo para o estabelecimento de limites para o aquecimento do planeta e para a adaptação já em andamento.

Os acordos internacionais são essenciais, bem como as iniciativas de outros atores sociais: ONGs, o setor privado, etc. Mas o papel do Estado é absolutamente relevante para pensar o processo de formulação e implementação de diferentes políticas públicas que possam imbricar algum processo de minimização dos problemas decorrentes das alterações climáticas.

A premissa básica da Política Nacional de Mudanças Climáticas ainda está fundamentada no compromisso de reduzir a desigualdade social e aumentar a renda como resposta principal aos desafios do aquecimento global, perpetuando o modelo econômico vigente em vez de discuti-lo.

De modo geral, argumenta que as estruturas existentes e as alternativas propostas até o presente momento estão longe de serem suficientes para responder de forma eficaz à magnitude e complexidade do problema. Poucos instrumentos, como o Zoneamento Econômico-Ecológico possuem a capacidade de interferir no ordenamento municipal, o que é preocupante. As demais ferramentas raramente são incorporadas aos planejamentos locais.

Considera que, se estamos a debater e decidir sobre futuro e a qualidade da vida no planeta – não apenas para os seres humanos, mas para os diversos ecossistemas – então a (in)justiça ambiental que assola milhões de pessoas coloca sérios dilemas éticos.

Há argumentos razoáveis para defender o engajamento no diálogo coletivo e político, a negociação e criação de propostas que possam melhorar a capacidade de resposta local para os desafios colocados; medidas que não sejam apenas paliativas, e sim que possam ir além dos interesses políticos e dos padrões insustentáveis de desenvolvimento humano.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

### Co-Benefícios de Saúde nas Políticas sobre Mudanças Climáticas

Paulo Hilário Nascimento Saldiva  
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, Brasil

De acordo com o professor Paulo Saldiva, qualquer medida relacionada às mudanças globais do clima deve passar, necessariamente, pela análise do comportamento humano. Comenta sobre a dificuldade de sensibilizar a sociedade no tocante ao tema, no sentido da alteração de hábitos simples geradores de impactos (desperdício de energia elétrica, consumo elevado, entre outros). Para ele, contudo, há uma maior sensibilização quando as pessoas sentem-se ameaçadas pelos impactos que afetam diretamente seus ambientes familiares, como os relacionados à saúde.

Relata sobre suas experiências advindas da participação no *The InterAcademy Medical Panel*<sup>22</sup>, realizado por uma rede mundial de institutos de medicina e setores médicos de academias de ciência e de engenharia. Destaca alguns pontos centrais sobre o tema:

- A mudança do clima é uma ameaça para a saúde humana;
- Essa ameaça pode ser combatida por meio da mitigação (diminuição) das alterações climáticas, bem como pela adaptação aos seus impactos inevitáveis;
- Ações de mitigação podem melhorar a saúde da população;
- Os co-benefícios (bônus) para a saúde indicam que políticas de mitigação de mudanças climáticas não são, necessariamente, um custo social ou econômico.

---

<sup>22</sup> *Nota do R:* O Painel constitui uma rede global empenhada em melhorar a saúde mundial. Enfoca a colaboração institucional para reforçar o papel de todas as academias de medicina do mundo no sentido de aliviar os encargos de saúde das populações mais carentes: construção de capacidade científica para a saúde; prover aconselhamento científico independente na promoção da ciência da saúde e políticas de saúde para governos nacionais e organizações mundiais. Disponível em: <http://www.iamp-online.org/>. Acesso em: maio/2011.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

O Painel aponta que as mudanças globais do clima têm um papel essencial sobre a saúde humana. Procura mostrar que as políticas sobre o tema, tanto de mitigação dos gases de efeito estufa como de adaptação aos efeitos inevitáveis, podem trazer co-benefícios diretos para a melhoria da saúde da população no nível local.

Tais co-benefícios podem servir de instrumento para a educação, no sentido de mobilizar uma maior parcela da sociedade. Além disso, também podem motivar o desenvolvimento de políticas públicas específicas.

Ao estudar os efeitos que as políticas destinadas à redução de emissões de gases de efeito estufa trouxeram para a saúde humana, o grupo de pesquisadores que compõe o Painel obteve resultados positivos significativos. Por exemplo, políticas de redução do número de fogões a lenha na Índia acarretaram em co-benefícios de saúde imediatos no país, além de ganhos econômicos:

	Deaths from ALRI	Deaths from COPD	Deaths from IHD
Avoided in 2020 (%)	30,2%	28,2%	5,8%
Total avoided 2010-20	240,000	1.27 million	560,000

**ALRI = acute lower respiratory infections. COPD = chronic obstructive pulmonary disease.**

**IHD = ischaemic heart disease (WILKINSON et al., 2009<sup>23</sup>)**

A proibição da venda de carvão em Dublin, apesar de voltada para a redução das emissões de gases de efeito estufa, trouxe, com a redução no nível de fuligem e de dióxido de enxofre na atmosfera, grandes co-benefícios imediatos para a saúde humana, como redução significativa da mortalidade cardiovascular e de problemas respiratórios.

<sup>23</sup> WILKINSON et al. Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: household energy. The Lancet. Health and Climate Change Series. Issue 1. November, 2009.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Outro exemplo, de políticas de redução de mitigação de gases de efeito estufa no transporte urbano, evidencia ganhos para a saúde humana, relacionados à mudança no indicador de perda de anos de vida em 1 ano:

	CO2 Reduction Measure		
	More active travel and less use of motor vehicles	Increase use of low-emission motor vehicles	Combination of active travel and low-emission motor vehicles
DALYs in London	-7 332	-160	-7 439
DALYs in Delhi	-12 516	-1 696	-12 995

**DALY = disability-adjusted life years (WOODCOK et al., 2009<sup>24</sup>)**

Tal exemplo mostra o quanto a combinação de transporte ativo e de motores mais eficientes pode contribuir para o aumento dos anos de vida da população em questão e, conseqüentemente, reduzir os custos de internação.

Cada vez mais são desenvolvidas pesquisas que apontam como os fatores climáticos afetam a saúde da população, como a temperatura, a umidade, as partículas, o ozônio e os poluentes. No mês de agosto de 2010, pela primeira vez na série histórica da cidade de São Paulo, a umidade relativa do ar ficou abaixo de 30% por três semanas consecutivas. A combinação da baixa umidade com o aumento da temperatura, associada à estagnação das massas de ar e a concentração de poluentes na atmosfera aumentou significativamente o risco de doenças e de morte, por exemplo, de cardiovasculares e respiratórias.

Além disso, é importante ressaltar os efeitos dos eventos extremos de precipitação para o aumento do risco relacionado a algumas doenças, como a

---

<sup>24</sup> WOODCOK et al. Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: urban land transport. *The Lancet*, v. 374, n. 9705, Pages 1930 - 1943, 5 December 2009



## **IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL**

leptospirose. Neste caso, verifica-se claramente a desigualdade ambiental e os distintos níveis de vulnerabilidade, tendo em vista que as comunidades mais carentes entram em contato direto com a água contaminada da inundação.

Diante das evidências da relação direta entre clima e saúde, o estudo dos impactos das transformações no sistema climático mostra-se cada vez mais relevante. Contudo, segundo o professor Paulo Saldiva, a dimensão da saúde começou a participar tardiamente deste debate e ainda há muito que caminhar neste sentido.

A ideia central é que a saúde faça parte do elenco das motivações das políticas sobre as mudanças globais do clima, nas diversas escalas geográficas. Dentre as recomendações gerais, destacam-se:

- A melhoria da saúde, tanto na escala local quanto global, deve ser motivação essencial para a mitigação das mudanças do clima;
- É preciso dar maior destaque aos co-benefícios da saúde nas negociações internacionais sobre o tema;
- Os Ministros da Saúde devem promover estratégias de mitigação que resultem em co-benefícios para a saúde;
- Deve-se incentivar a colaboração internacional entre tomadores de decisões, cientistas, profissionais da saúde e indústria;
- A comunidade da saúde deve prover liderança pela redução de emissões de gases de efeito estufa provenientes dos sistemas de saúde;
- É preciso discutir claramente os limites, a ética humana, a desigualdade de acesso à saúde e a vulnerabilidade social.

De maneira geral, se preocupa com a importância da dimensão social na produção científica e tecnológica. Para ele, o modelo ideal seria o que envolvesse um diálogo produtivo entre ciência, política e economia, de forma que a saúde se fizesse presente. A liderança também constitui um ponto central em sua discussão. Realiza uma crítica da “política de sinais trocados”, ou seja, a legitimidade das iniciativas sobre o tema deve fundamentar-se tanto



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

nos exemplos de cada pesquisador, como também das próprias instituições de pesquisa e de saúde.

Ressalta, por fim, a necessidade de trazer o homem para o centro do debate ambiental. Não apenas como agressor, mas também como vítima, uma vez que há distintos agentes, com interesses diversos, bem como níveis de vulnerabilidade no ambiente urbano.

### DEBATES

1. Um dos presentes ressaltou a importância da construção de uma nova institucionalidade, que considere a dimensão socioambiental e a influência dos distintos interesses econômicos na produção do espaço urbano.
2. Pergunta relativa à obtenção de dados de saúde fora do Estado de São Paulo. Destacou-se que Censo Demográfico do IBGE 2010 fornecerá dados atualizados sobre aspectos sociais relevantes para a compreensão da problemática urbana, que poderão ser utilizados nas políticas e pesquisas sobre o tema, inclusive de forma a serem inseridos em modelos de impactos das mudanças do sistema climático global.
3. Além de a Saúde ter entrado tardiamente no debate sobre as mudanças globais do clima, coloca-se que a comunidade científica em geral não consegue realizar a divulgação eficaz dos resultados da pesquisa, de forma a atingir a população como um todo.

*Heloisa Soares de Moura Costa:* Comenta sobre sua participação na elaboração do Plano Diretor de Belo Horizonte. Comenta que, no início do projeto, o peso dos interesses econômicos se fazia pela ausência, ou seja, diversos atores foram convidados a participar do processo, mas não se dispunham a discutir. O Plano ainda está em processo de análise pelo governo, mas ela se mostra otimista com a possibilidade de sua aplicação na região.



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

*Paulo Hilário Nascimento Saldiva:* Afirma que, felizmente, o setor público brasileiro possui bons bancos de dados sobre Saúde, como o Data-Sus<sup>25</sup>. Contudo, ainda torna-se necessário articular tais informações de saúde com dados climatológicos e ambientais. No tocante à divulgação externa, ressalta que as universidades deveriam criar setores que se ocupassem em traduzir o conhecimento científico, transformando-o num instrumento que possa beneficiar a sociedade de uma maneira mais direta.

Para ele, as descobertas da área de saúde chegam mais rapidamente à população. Reafirma que por meio da saúde é possível mudar comportamentos de forma mais rápida. Compara o planeta Terra com um ser vivo: os órgãos são os continentes e os indivíduos representam as células que compõem tais órgãos. Este organismo atualmente sofre uma série de doenças: febre por conta do aquecimento; diabetes pela energia usada de modo ineficiente; edema em decorrência das inundações frequentes; obstrução arterial difusa por conta dos congestionamentos; obstrução das vias aéreas pelo ar poluído; entre muitas outras. Deduz que o fato de viver num planeta doente é sinal de que as células também estão doentes, ou seja, os seres humanos.

A mudança só ocorrerá quando a sociedade perceber os benefícios imediatos da transformação do comportamento. É preciso conhecer a psicologia humana para propor ações ambientais eficazes.

4. Coloca-se a dificuldade da proposição de medidas relacionadas às mudanças globais do clima em locais altamente vulneráveis do ponto de vista social, cujos governos ainda então preocupados em oferecer serviços básicos à população. Destaca-se a necessidade de consideração das desigualdades sociais no debate sobre o tema, ainda que muitos dos riscos não escolham classe social.

---

<sup>25</sup> *Nota do R:* Banco de dados do Sistema Único de Saúde. Notícias, produtos e serviços, dados sobre a saúde do Brasil. Disponível em: [www.datasus.gov.br/](http://www.datasus.gov.br/).



## IV CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: O PLANO BRASILEIRO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

*Leila da Costa Ferreira:* Coloca que fase catastrofista da questão ambiental foi muito premente até os anos 1970. Agora, os diferentes atores sociais já internalizaram a problemática ambiental como uma questão central em suas ações sociais, muitas vezes de forma retórica, mas também em ações concretas e objetivas. Já existem políticas públicas que, apesar de todas as dificuldades dos governos locais, resultaram em ações positivas. Contudo, reforça que a racionalidade científica instrumental também nos levou à configuração de uma sociedade de risco, com efeitos como as mudanças climáticas.

*Jan Bitoun:* Reforça a importância da dimensão da saúde. Destaca que existem muitos exemplos de forte ação da saúde na vigilância ambiental, configurando uma rede social que está obtendo informações novas e detalhadas. A Saúde, segundo ele, é praticamente a única política de fato nacional, a primeira a ser implantada em 1991. O problema está na forma como tal conhecimento pode gerar transformações. Para ele, as mudanças no uso do solo no contexto atual são muito utópicas tendo em vista a equação de poderes. Por outro lado, há uma série de medidas que podem ser feitas em termos de infraestrutura e de serviços ambientais.

*Paulo Hilário Saldiva:* Ressalta a importância da interdisciplinaridade e da construção de redes. Para ele, o foco deve ser o comportamento humano. Além, disso, seria interessante usar a estrutura capilarizada da Saúde para a promoção de políticas.