



Fundo de Oportunidades Globais - Mudanças Climáticas e Programas de Energia

Boletim dos Projetos

"Using Regional Climate Change Scenarios for Studies on Vulnerability and Adaptation in Brazil and South America" e "Dangerous Climate Change" GOF-CPTEC

Ano 3 - #6 - Abril de 2008 - Distribuição Semestral

Editorial

Durante os últimos meses, os resultados do projeto "Uso de Cenários de Mudanças Climáticas Regionais em Estudos de Vulnerabilidade e Adaptação no Brasil e na América do Sul (GOF-UK)" vêm sendo utilizados em várias iniciativas nacionais e internacionais. Uma delas é o projeto "Economia da Mudança Climática no Brasil (ECCB, em inglês)", financiado pelo Governo Britânico e pelo Banco Mundial, com a participação de vários institutos brasileiros (FIOCRUZ, EMBRAPA, COPPE-UFRJ, FBDS, IPEA, INPE, entre outros). O Instituto de Pesquisas Espaciais INPE- fornece os cenários futuros de mudança climática para que os demais componentes e projetos possam utilizá-los. O resultado será a primeira estimativa do que poderá ser o custo da mudança climática no Brasil, de acordo com os diversos cenários futuros de mudança climática.

Outras iniciativas regionais também financiadas pelo GOF têm sido as análises de impactos da mudança climática nos setores energéticos, agricultura, saúde humana e migração, desenvolvidas pelo UFRJ-COPPE, EMBRAPA e FIOCRUZ, respectivamente. O INPE tem fornecido os cenários de mudança climática e sua experiência na interpretação dos resultados para estes três projetos. Durante 2008, os resultados do projeto GOF-UK tem sido apresentados e discutidos em varias palestras nacionais e internacionais, e muitos países da América do Sul estão utilizando ou têm solicitado os cenários futuros de mudança climática para a avaliação da vulnerabilidade e dos impactos e dos componentes de suas Comunicações Nacionais para a UNFCCC.

O projeto GOF-UK que começou em junho de 2005 terminará em junho de 2008, porém este newsletter continuará sendo produzido, já que tem se convertido numa maneira eficaz de comunicar os resultados das pesquisas e outras iniciativas desenvolvidas pelo INPE. Temos o prazer de agradecer a Diana Raigoza pela maravilhosa edição deste newsletter e a Márcia Sumire da embaixada Britânica em Brasília por apoiar e animar este projeto e alguns outros projetos do GOF que estão sendo desenvolvidos.

Talvez os principais resultados do projeto GOF-UK junto com o projeto PROBIO do Ministério do Meio Ambiente MMA- sejam a produção e o lançamento do "Relatório do Clima do INPE" em 2007. Os resultados práticos deste trabalho são traduzidos nas iniciativas que o governo brasileiro está realizando com relação à inclusão da mudança climática na agenda nacional, ao estabelecimento da Rede Nacional de Pesquisa sobre Mudança Climática pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e também à preparação do Plano Nacional em Mudança Climática pelo Ministério do Meio Ambiente.

Visite nosso Web site (www.cptec.inpe.br/mudancas_climaticas) para obter mais informação sobre o "Informe del Clima del INPE" e outras iniciativas sobre a mudança climática no Brasil e ao redor do mundo.

José A. Marengo
CPTEC/INPE

Todos os Olhos na Amazônia

Em sua edição de 13 de março, a revista NATURE publicou uma entrevista com o Dr. Carlos Nobre, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e diretor do "International Geosphere-Biosphere Programme" (IGBP). Na entrevista, o Dr. Nobre fala sobre o desmatamento da maior floresta do planeta, desmatamento este que é afetado por diferentes fatores sociais, econômicos e governamentais.

O futuro da Amazônia é analisado para dois horizontes de tempo, durante os próximos 30 anos espera-se que a combinação de derrubada de árvores, degradação e fogo sejam a grande ameaça, já para a segunda metade deste século o aquecimento global pronunciado pode ter grandes impactos sobre os ecossistemas, produzindo possivelmente uma tendência à savanização.

De acordo com o Dr. Nobre, o desmatamento de uma área muito grande de floresta, pode causar mudança no clima local diminuindo a precipitação, principalmente durante a estação seca. Se a área desmatada for maior que 40-50% existe o risco de uma rápida savanização no leste e sudeste da Amazonia, além de outras mudanças no clima regional. Se o aumento da temperatura for superior a 4°C devido à mudança climática global, há também risco de savanização na região leste e sudeste da Amazônia.

Estas estimativas são conservadoras e não consideram o fogo nem a degradação da floresta. O Dr. Nobre aponta o fogo produzido pelo homem como um importante processo de transformação da floresta amazônica e um acelerador da perda de biodiversidade.

A revista NATURE perguntou ao pesquisador se é otimista quanto ao futuro da Amazônia. A esta questão o Dr. Nobre respondeu que para o curto prazo é pessimista, porém é otimista para o longo prazo, pois considera que a agricultura pode chegar a ser mais eficiente, haverá uma tendência de evitar o desmatamento e promover o reflorestamento. Estas serão provavelmente respostas eficazes ao aquecimento global. Além disso, complementou que existe um grande interesse em mudar o modelo econômico nas zonas tropicais, visando a independência do "desenvolvimento econômico" da derrubada de árvores que ao longo de 50 anos de destruição não trouxe riqueza. Outro aspecto é que o dinheiro proveniente da venda de créditos de carbono não tornará ricos os países tropicais, mas poderá ser utilizado para influenciar um novo modelo de desenvolvimento que induzirá nestes países um maior sentido de responsabilidade.

Diana Raigoza
Editora Newsletter

"É necessário buscar um novo modelo de desenvolvimento para a Amazônia que não dependa da derrubada da floresta, além disso é preciso que a presença do Estado seja mais efetiva nas áreas em que os desmatamentos acontecem"

Carlos Nobre - CPTEC/INPE

Simulações para o Período do Holoceno Médio Usando o MCGA do CPTEC

Maria Luciene Dias de Melo

Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos CPTEC, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE, Cachoeira Paulista, SP, Brasil

O período de 6000 anos atrás, conhecido como Holoceno Médio (HM) é caracterizado pela mudança nos parâmetros orbitais da Terra (obliquidade, excentricidade e precessão). Onde a radiação solar disponível no topo da atmosfera foi significativamente diferente da quantidade nos dias atuais. Há 6.000 anos atrás durante o inverno do Hemisfério Sul (aproximadamente agosto) a Terra esteve mais próxima do sol (periélio) do que no presente. Como resultado o ciclo sazonal da insolação foi modificado. Portanto, o máximo de insolação nos trópicos, ocorreu em agosto e o mínimo em fevereiro. Na América do Sul (AS), essa mudança desintensificou o ciclo sazonal da temperatura e a circulação tipo monção da AS.

Foram realizadas simulações climáticas com o modelo de circulação geral atmosférica (MCGA) do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), com resolução horizontal de 200 km e 28 níveis na vertical. Modificando os parâmetros orbitais e concentração de CO₂, para valores típicos do HM, levando em conta a sinergia entre estas forças. As condições iniciais e de contorno foram as reanálises do National Centers for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR) para os dias atuais e a temperatura da superfície do mar (TSM) climatológica do AMIP (1956-2003), respectivamente. O uso desse conjunto de dados (condições climáticas do presente) é permitido devido ao período do HM não ser caracterizado por uma glaciação ou superaquecimento e sim, por ser um período marcado por características médias climáticas similares às do clima atual. A concentração de CO₂, para o HM foi de 280 ppm, valor referente ao do período pré-industrial.

Os resultados sugerem clima mais úmido sobre o nordeste da AS, devido ao aumento do fluxo de umidade proveniente do oceano Atlântico trazido pela alta subtropical do Atlântico Sul, que no HM encontrava-se mais próxima do continente e ligeiramente mais intensa. Este padrão durante o verão no HM é similar ao observado no outono e inverno no clima presente. Desintensificação dos ventos alísios no HM acarretou num deslocamento mais ao norte da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e reduziu o fluxo de umidade do Atlântico tropical para a região Amazônica, deixando-a mais seca. Essa redução da precipitação tem impacto significativo no transporte da umidade da bacia Amazônica à Bacia do Prata, e conseqüentemente sobre a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), levando a uma redução da precipitação na posição atual da ZCAS, e esta foi simulada ligeiramente mais fraca durante o HM, deixando as regiões central, sul e sudeste do Brasil mais seca que os dias atuais (Figura 1a).

Na temperatura, verificou-se sinal de resfriamento durante todo ano no HM, sobre a AS, exceto no oeste da região Amazônica, sul e sudeste do Brasil, que sugere um sinal de ligeiro aquecimento (Figura 1b).

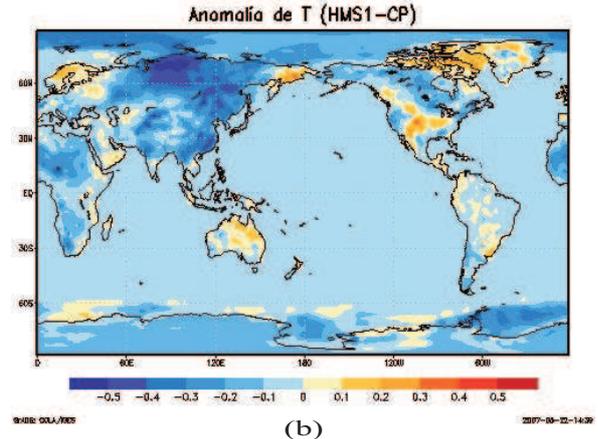


Figura 1. Diferença entre os experimentos HM e clima atual, (a) média anual da precipitação e (b) temperatura.

Também verificou-se a intensificação do escoamento a leste dos Andes ao sul de 20°S, que sugere uma possível influência na intensidade da circulação do jato de baixos níveis nos regimes climáticos do centro oeste, sul e sudeste do Brasil.

Um resumo da circulação de baixos e altos níveis para os experimentos CP e HM é mostrado na Figura 2.

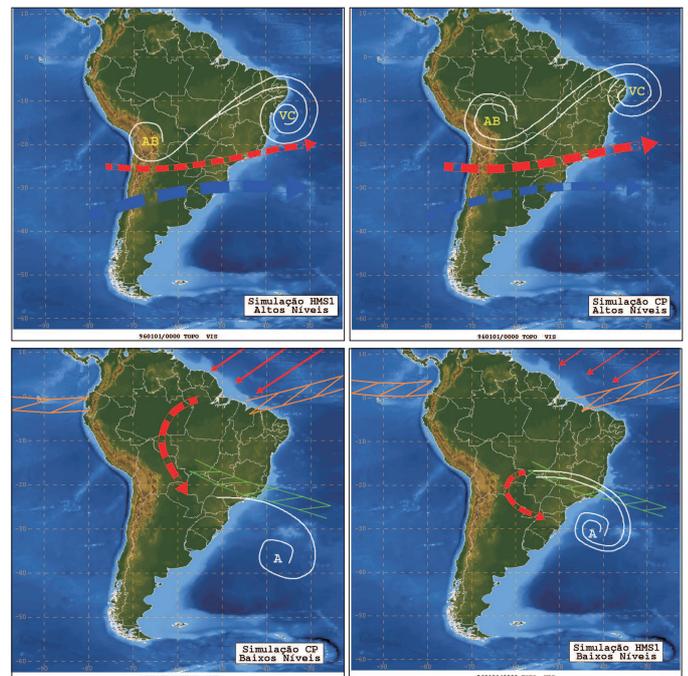


Figura 2 Mudanças da circulação média em altos e baixos níveis, no verão CP e HM. (A,b): seta vermelha tracejada-Jato Subtropical; seta azul tracejada-Jato Polar; AB-Alta da Bolívia; VC-Vórtice Ciclônico. (c,d): seta vermelha tracejada-LLJ; seta vermelha contínua-ventos alísios; (ZZZZ)-ZCAS; (ZZZZ)-ZCIT.

Este texto faz parte do artigo: Melo M.L.D and J. Marengo, Mid-Holocene simulations using the CPTEC AGCM, The Holocene, 18, 4 (2008) pp. 501-516.

O Jato de Baixos Níveis da América do Sul em um Cenário de Aquecimento Global

Wagner Rodrigues Soares e José Antonio Marengo

Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos CPTEC, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE, Cachoeira Paulista, SP, Brasil

Em várias regiões do globo, fortes fluxos meridionais são observados na baixa atmosfera ao longo de cadeias montanhosas. Esses ventos tem máxima velocidade em torno de 2000m e são conhecidos como Jatos de Baixos Níveis (LLJ em inglês). Eventos de LLJ ocorrem no lado leste de uma topografia elevada e são associados a movimentos de grande escala que cobrem extensas áreas, como as Montanhas Rochosas nos EUA e os Andes na América do Sul (AS). Existem similaridades entre as Montanhas Rochosas e a Cordilheira dos Andes e os seus efeitos na ocorrência do jato. Essas montanhas estendem-se das regiões tropicais até as altas latitudes, bloqueando a circulação em baixos níveis no sentido zonal e provocando uma canalização do vento. Por exemplo, a umidade do Golfo do México na América do Norte e do Atlântico tropical Norte que passa sobre a Amazônia é transportada pelos LLJs para a região central desses continentes.

Na AS, o LLJ é conhecido como Jato de Baixos Níveis da América do Sul (SALLJ em inglês) e é detectado por meio de um critério em função da velocidade do vento e do cisalhamento vertical. O SALLJ é um componente do sistema de Monção da AS e transporta umidade da bacia Amazônica para a bacia do Paraná-Prata, afetando o tempo e o clima da região leste dos Andes. Eventos de SALLJ podem influenciar, por meio de variações no transporte de umidade, as condições de tempo severas associadas a grandes nuvens convectivas na região de saída do jato que podem gerar fortes tempestades e enchentes.

Desde 1988, o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) vem avaliando, com bases científicas, as projeções de cenários de emissões de gases de efeito estufa e a magnitude das influências do homem nas variações climáticas naturais.

Os relatórios do IPCC vêm sinalizando que as emissões excessivas de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) podem provocar mudanças permanentes e irreversíveis no clima do planeta.

Enfoca-se aqui a análise de duas simulações longas de 10 anos na AS: a primeira abrange o período de 1980-1989 ("clima presente") e a segunda cobre o período de 2080-2089 ("clima futuro") e foi obtida a partir do cenário do IPCC SRES (Special Report on Emissions Scenarios) A2 (Alta emissão) utilizando-se o modelo regional HadRM3P que foi rodado no sistema PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies). Resultados do modelo regional mostraram que no cenário SRES A2 do IPCC, em Santa Cruz de La Sierra na Bolívia, existe uma maior ocorrência de SALLJ do que no clima atual. Além da maior ocorrência do jato o modelo mostrou que a magnitude do vento também é intensificada no cenário de aquecimento.

A presença do SALLJ no clima atual causa um aumento no transporte meridional de umidade na baixa atmosfera, principalmente numa faixa ao longo do lado leste dos Andes, com sentido de noroeste para sudeste. No cenário de aquecimento, a presença do SALLJ intensifica ainda mais esse transporte meridional de umidade nesta região.

O maior transporte de umidade que ocorre na presença do SALLJ, num clima de aquecimento global, se deve a maior velocidade do vento e a mais umidade nos baixos níveis da atmosfera.

A comparação das duas situações de presença do SALLJ (clima presente e futuro) mostrou aumento no fluxo de umidade em todas as bordas laterais da Paraná-Prata (veja as figuras). Assim, num clima de aquecimento, principalmente na bacia do Paraná-Prata, além da maior convergência de umidade, a presença do SALLJ disponibiliza maior quantidade de umidade para alimentar sistemas convectivos de mesoescala que ocorrem nesta região, como foi verificado no aumento de valores de precipitao nos retângulos mostrados nas figuras abaixo.

Transporte de umidade mais intenso é observado no oceano Atlântico tropical próximo à costa no nordeste do Brasil, e a presença do SALLJ, faz esse transporte ficar mais evidente sobre a região Amazônica e no lado leste dos Andes.

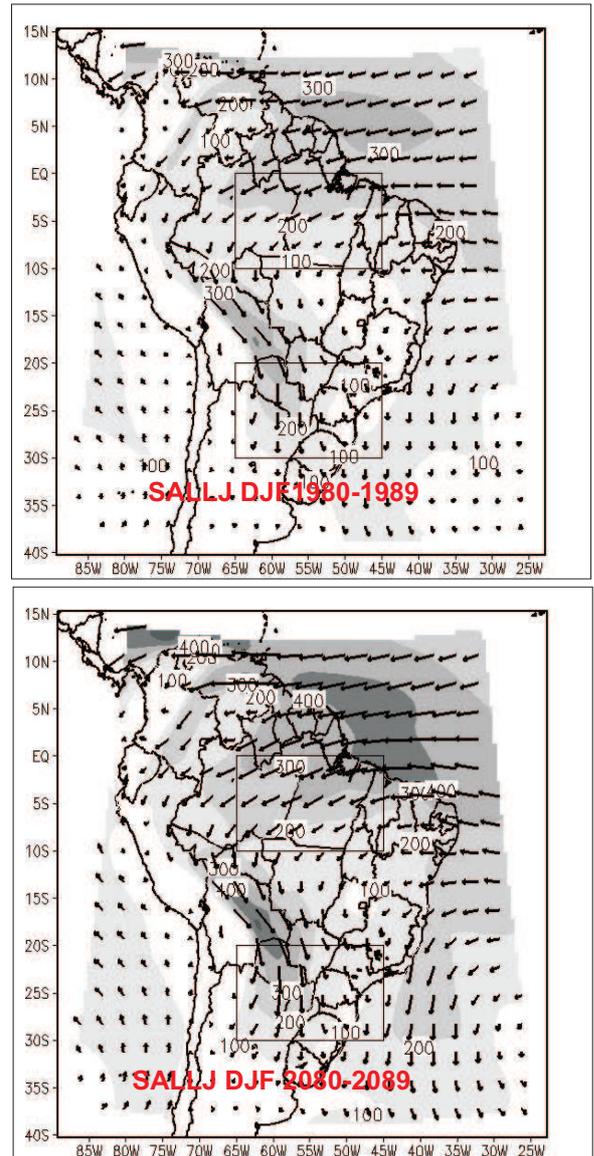


Figura 1. Campos do fluxo de umidade integrado verticalmente entre a superfície e 700hPa. Compostos de SALLJ durante 1980-1989 e 2080-2089 para DJF. A umidade  kg (m.s)⁻¹.

Maior quantidade de umidade oriunda do Atlântico tropical transportada pelos ventos alísios, somado a maior evapotranspirao na bacia Amazônica devido a um clima mais quente disponibilizam na baixa atmosfera uma maior quantidade de umidade que é transportada no lado leste dos Andes por jatos com ventos mais intensos no clima de aquecimento global.

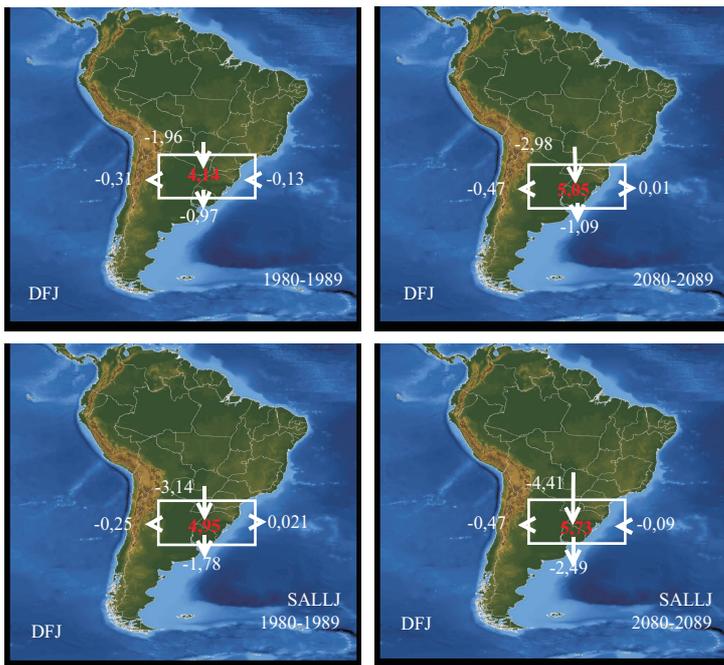


Figura 2. Componentes do fluxo de umidade integrado ao longo das fronteiras laterais das áreas representativas das bacias Amazônica e Paraná-Prata durante DJF. A unidade é $\times 10^6 \text{ kg.s}^{-1}$. Os valores no centro de cada retângulo representam a precipitação em mm/dia.

A presença do SALLJ tanto no clima atual como no cenário de fortes concentrações de gases de efeito estufa como o SRES A2, fez aumentar os fluxos de umidade que atravessam as fronteiras oeste e/ou sul da Amazônia, causando diminuição de convergência horizontal de umidade nesta região e aumento na região da bacia Paraná-Prata. Com o acréscimo da umidade nos baixos níveis da atmosfera sobre a Amazônia, maior quantidade de umidade estaria disponível para ser transportada pelo SALLJ para regiões mais ao sul do continente causando maior quantidade de precipitação principalmente sobre o Rio Grande do Sul e Uruguai.

Este texto faz parte do artigo: Soares, W. and J. Marengo. Assessments of moisture fluxes east of the Andes in South America in a global warming scenario. Submetido para International Journal of climatology, 2007.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP - Referência N°. 02/12670-6) e aos projetos GOF-DCC, e LBA pelo suporte financeiro ao desenvolvimento deste artigo. Também agradecemos especialmente ao Hadley Centre for Climate Research and Prediction UK por disponibilizar o sistema PRECIS e os dados para as simulações.

Simulação da Circulação Atmosférica para Cenários Futuros do clima da América do Sul derivados dos modelos do IPCC/AR4

María Valverde e José Marengo

Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos CPTEC,
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE, Cachoeira
Paulista, SP, Brasil

1. Introdução

Este trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento da circulação atmosférica, associado aos excessos ou diminuição de chuva ao longo do clima presente e futuro, simulado por cinco modelos do Painel

Intergovernamental de Mudanças climáticas em seu Quarto Relatório (IPCC AR4). Considerando que a maioria dos estudos focalizam apenas as análises das anomalias de temperatura e precipitação, e apesar destes proporcionarem uma idéia de como o campo de circulação pode se comportar para produzir um padrão de chuva (déficit ou superavit), torna-se necessário fazer as análises específicas das variáveis dinâmicas, para se ter maior clareza do que acontece na atmosfera. O conhecimento de como o padrão da circulação atmosférica pode mudar, como consequência do aumento acelerado das concentrações de CO₂ e outros gases de efeito estufa, proporciona uma informação que pode servir de base para o monitoramento atual dos padrões climáticos, caso padrões semelhantes como os do futuro venham a ser observados.

2. Dados e metodologia

Neste trabalho foram utilizadas as saídas dos modelos globais acoplados oceano-atmosfera do IPCC AR4 (CCCMA, GFDL, HadCM3, MIROC and GISS), obtidas no site do Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison (PCMDI) para o clima presente (*Climate of the 20th Century experiment 20C3m*) e futuro (SRES_A2); dados de precipitação e temperatura mensal do Climatic Research Unit (CRU) (New et al, 1999) com resolução de 0,5 lat x 0,5 long, do período de 1961-1990 e dados de circulação atmosférica das Reanálises do National Center Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR), para o período de 1961-1990 (Kalnay et al, 1996).

Os mapas das anomalias (viés) de precipitação e temperatura para o clima presente foram construídos considerando como média climatológica os dados do CRU do período base de 1961-1990. As anomalias para o clima futuro foram obtidas considerando como média climatológica, a média dos dados do modelo correspondente para o período base de 1961-1990. Os dados do cenário futuro (A2) foram divididos em três climatologias: 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100 para facilitar a análise e a observação gradativa das mudanças no padrão de circulação.

3. Resultados

Nos modelos do IPCC AR4 (Figura 1) a diferença mais evidente encontra-se no campo de pressão ao nível do mar (PSLM), em relação à posição e extensão da baixa térmica (BT) no verão e na primavera (HadCM3, GFDL e GISS). Somente o MIROC simula esta BT ao leste dos Andes, os outros modelos, sobretudo o HadCM3 e o GISS deslocam o núcleo desta para o noroeste (sul peruano-boliviano) da sua posição climatológica (representado pela Reanálise), além de estender a área de baixa pressão sobre grande parte do continente, fusionando-se com as baixas pressões associadas ao cavado equatorial na época de verão (Figura 1). A maioria dos modelos analisados (CCCMA, HadCM3, MIROC e GFDL), mostram o campo em altos níveis com o núcleo da Alta da Bolívia (AB) deslocado para o leste e com uma extensão alongada em relação à climatologia da Reanálise, isto concorda também com o deslocamento da BT para o oeste. Na primavera nenhum modelo configura a AB (Figura1).

Os mapas de anomalias de precipitação mostram as tendências dos modelos em superestimar ou subestimar a chuva em relação ao CRU (figuras não mostradas). Todos os modelos subestimam a chuva sobre a Amazônia no verão, e o GFDL estende a área de déficit até o norte do sudeste, centro oeste e sul do nordeste. Já o HadCM3 localiza a área de anomalia negativa apenas sobre a Amazônia Brasileira. Sobre o sudeste e centro sul, superestima a precipitação, da mesma forma que sobre a Bolívia e o norte do Chile e Argentina (+4mm/dia). O MIROC, o CCCMA e o GFDL apresentam anomalias positivas sobre norte do nordeste, sendo o MIROC o que apresenta uma área maior e mais intensa que se estende por todo o nordeste (+4 mm/dia). Os quatro modelos superestimam as chuvas sobre os Andes Peruano-Boliviano e sobre o sul do Chile e Argentina e subestimam ao norte do continente em todas as estações.

Dentre os modelos analisados, o HadCM3 simula a circulação de verão e primavera mais próxima à observada na Reanálise, apesar de localizar a AB e a BT no verão deslocadas para o sudoeste da sua posição

climatológica (Figura 1), pois o mesmo configura melhor a circulação da zona de convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Para o futuro (a partir do período 2041-2070) o HadCM3 desloca a ZCAS para o sul, as anomalias negativas de chuva sobre o sul desaparecem e a chuva sobre o sudeste se intensifica (Figura 3). As anomalias negativas sobre o nordeste (no verão) e na Amazônia (na primavera) se intensificam (Figura 3). Por outro lado, a zona de convergência intertropical (ZCIT) sobre o Pacífico localiza-se sobre a costa peruana e colombiana, com a desintensificação e deslocamento para o sul da alta subtropical do Pacífico Sul, no verão (Figura 2).

Por outro lado, o GFDL, simula melhor as chuvas de outono sobre o norte do nordeste, onde as altas tropicais do hemisfério norte e sul apresentam uma posição favorável na localização da ZCIT (sobre 5°S). Para o cenário futuro, este modelo manteve seu padrão de circulação, e na última climatologia (2071-2100), gera anomalias positivas sobre o norte da Amazônia, Equador e Peru (Figura 3). O GISS simula, para o clima presente, uma circulação de verão e primavera afastada da observada na Reanálise, com uma AB fracionada em dois núcleos (Figura 1), o que reflete na distribuição de chuvas sobre o continente, além de apresentar uma BT intensa em todas as estações do ano (Figura 1). Porém, para a climatologia de 2071-2100 este simula muita chuva sobre a Amazônia principalmente no verão (Figura 3).

Em relação à temperatura, todos os modelos sem exceção apontam para um aquecimento. O HadCM3 e o CCCMA são os mais extremos, com anomalias positivas de até 8°C no inverno e na primavera, sobre o centro do continente.

4. Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo avaliar as mudanças no padrão da circulação atmosférica sobre a América do Sul e sua relação com as anomalias de precipitação e temperatura para o cenário (A2), utilizando 5 modelos climáticos globais acoplados (oceano-atmosfera) derivados do IPCC AR4. Todos os modelos apresentaram dificuldades em gerar a ZCAS com um seu padrão de chuva estendendo-se desde a Amazônia até o sudeste do Brasil, assim como, o início do período chuvoso na primavera. Em geral, os modelos concentraram a maior quantidade de chuva ao leste do continente o que originou, em menor ou maior grau, a diminuição da chuva sobre a Amazônia. Isto pode estar associado também à dificuldade dos modelos em simular as posições climatológicas da BT e da AB, que estiveram deslocadas para o oeste quando comparadas com a Reanálise. Para o futuro, as mudanças mais significativas no padrão de circulação e na distribuição das chuvas ocorreriam a partir da climatologia de 2041-2070, e se intensificariam até o final do século XXI. De todos os modelos analisados neste estudo, o HadCM3 apresentou um padrão de circulação e uma distribuição de chuvas mais próximos ao observado tanto no verão como na primavera. Para o futuro mostrou diminuição das chuvas para o nordeste no verão e para a Amazônia na primavera.

É importante lembrar que os cenários futuros do clima são apenas projeções de prováveis mudanças que possam vir a acontecer como produto do aumento nas concentrações dos gases de efeito estufa. O nível de incerteza ainda é grande em relação ao que de fato possa vir a acontecer. A dificuldade encontra-se principalmente na representação das parametrizações dos processos de superfície, convecção, camada limite e topografia principalmente, assim como, no conhecimento das futuras emissões de gases de efeito estufa que são produtos de muitos sistemas dinâmicos complexos, derivados desde o aumento da população até o alto desenvolvimento industrial.

Este texto faz parte do artigo: Valverde Ramírez, M.C. e J. Marengo. Mudanças na Circulação Atmosférica Sobre a América do Sul para Cenários Futuros de Clima Projetados Pelos Modelos Globais do IPCC AR4. Submetido para a Revista Brasileira de Meteorologia. Dezembro 2007.

5. Referências

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE IPCC 2007a: **Climate Change 2007: The Physical Science Basis-Working Group I Contribution to the IPCC Fourth Assessment Report**. Brussels, February 2007.

KALNAY, E, ET AL., NCAR 40-year reanalysis project. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.77, n.3, p.437-471, 1996.

LENTERS, J.D. and COOK, K.H. On the origin of the Bolivian high and related circulation features of the South American Climate. *J. Atmos. Sci.*, 54 656-677, 1997.

NEW, M.; HULME, M.; JONES, P. Representing Twentieth-Century Space-Time Climate Variability. Part I: Development of a 1961-1990 Mean Monthly Terrestrial Climatology. *Journal of Climate*, vol 12, 829-856, 1999.

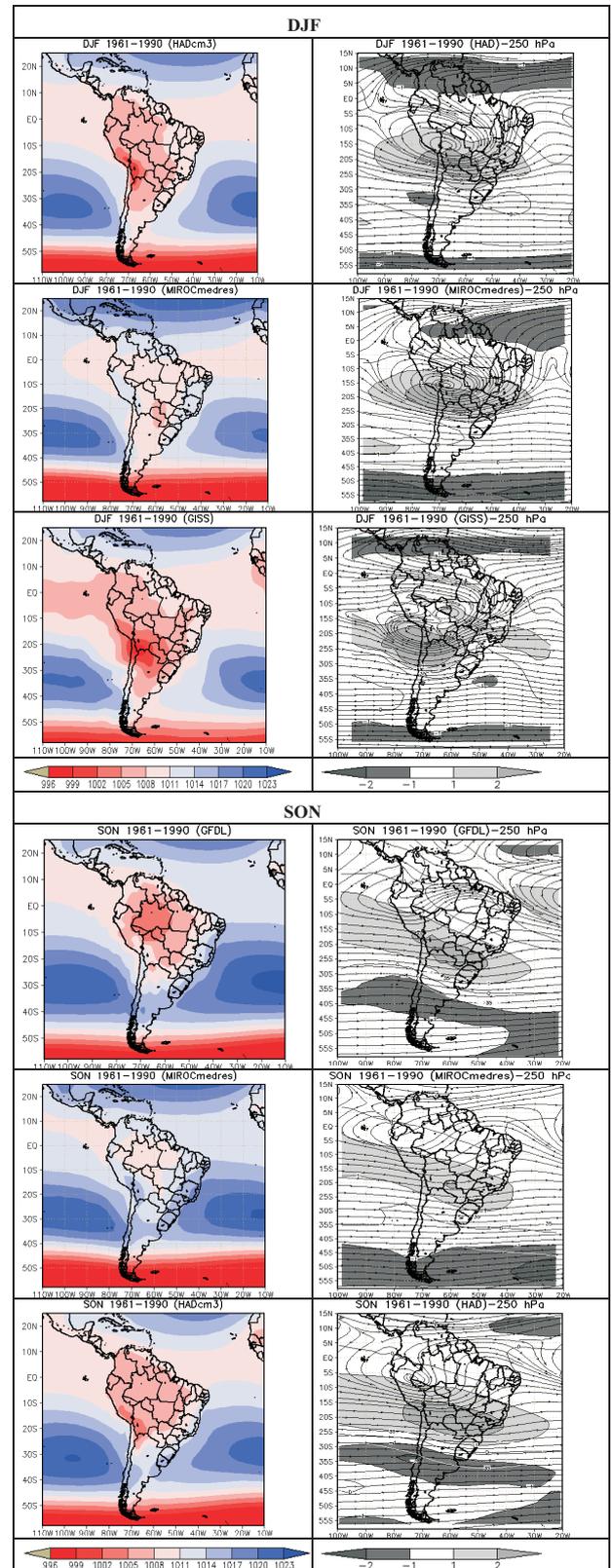


Figura 1. Mapas de PSLM e linhas de corrente e vorticidade ($\times 10^5 \text{ s}^{-1}$) (250 hPa) derivados dos seguintes modelos: HADcm3, MIROC, GISS e GFDL, para as estações de verão e primavera do período de 1961-1990.

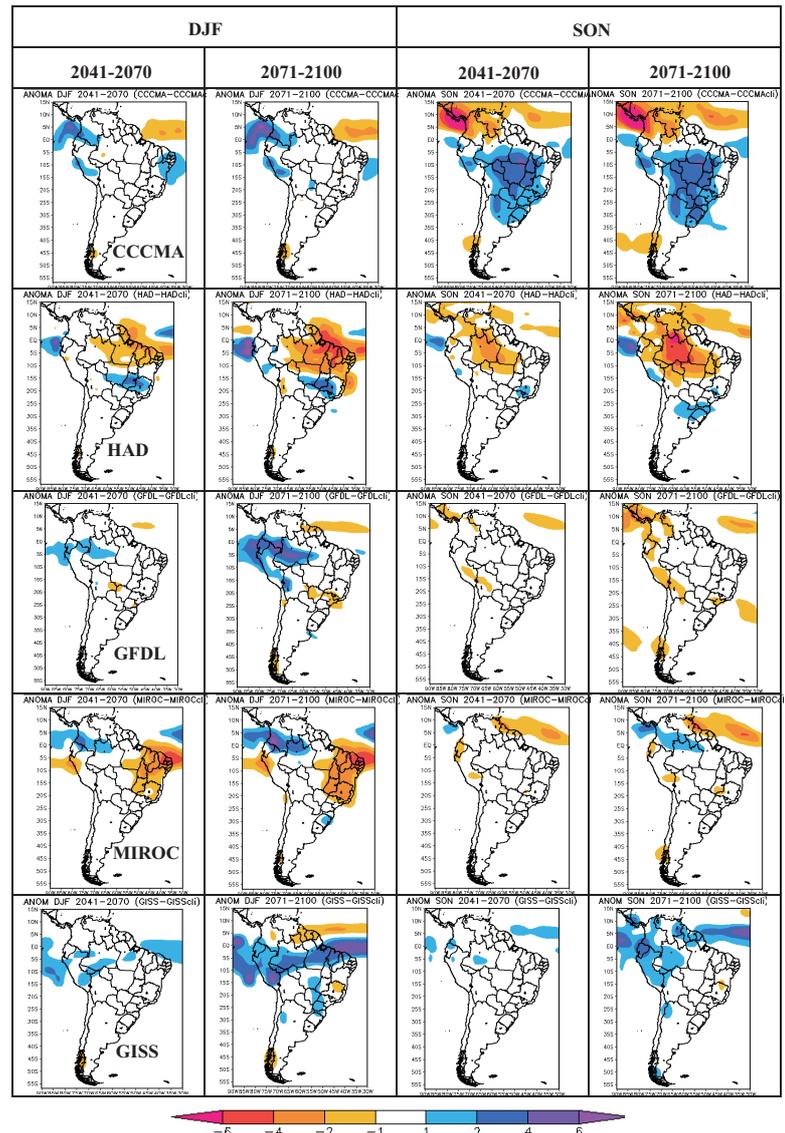
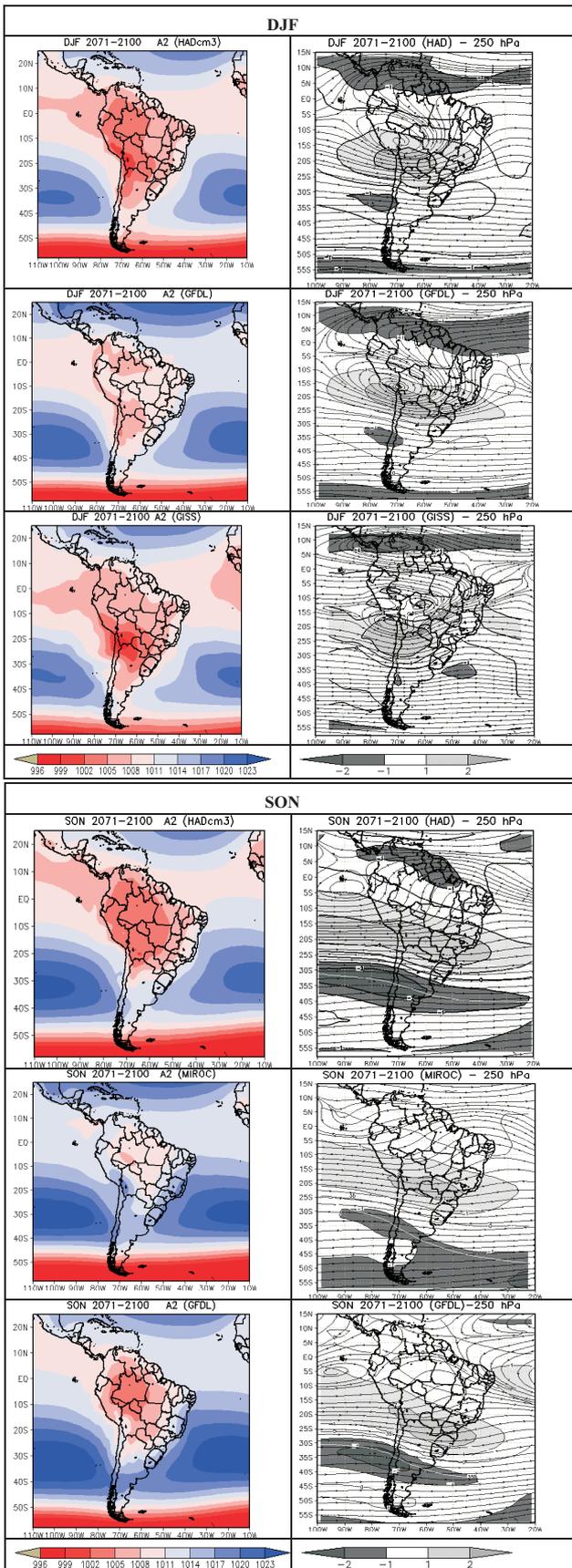


Figura 3. Anomalia de precipitação (mm/dia) dos modelos do AR4: CCCMA, HADcm3, GFDL, MIROC, GISS para as estações de verão (DJF) e primavera (SON) para o cenário futuro 2071-2100.



Grupo de Pesquisa em Mudança Climática (GPMC)
Coordenador: Dr. José Antonio Marengo
Editora do Newsletter: Diana Raigoza

Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC-
Rodovia Presidente Dutra, Km 40, SP-RJ. 12630-000,
Cachoeira Paulista, SP, Brasil
Telefone: +55 (12) 3186-8633. Fax: +55 (12) 3101-2835
Email contatos: marengo@cptec.inpe.br /
draigoza@cptec.inpe.br / eliana@cptec.inpe.br

web site:
www.cptec.inpe.br/mudancas_climaticas/