

Boletín del Grupo de Investigación en Cambio Climático -GPMC-

Número 7 - Abril de 2009 - Distribución Semestral

Editorial

Consciente de la responsabilidad de aumentar la base del conocimiento en los cambios ambientales globales, y atendiendo a los desafíos nacionales e internacionales, el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) está creando el Centro de Ciências do Sistema Terrestre (CCST), cuya estructura quedó lista a finales del año 2008. El CCST tiene como objetivo estratégico ampliar y consolidar la capacidad en la previsión del tiempo y clima y del cambio global, consolidando competencias en ciencia, tecnología e innovación, utilizando modelos complejos en áreas espaciales y del Sistema Terrestre. Bajo la dirección del CCST se encuentra el *Grupo de Pesquisas em Mudanças Climáticas* (GPMC, siglas en portugués) el cual continuará trabajando en la comprensión, estudio y capacidad de modelaje acoplado global y regional, de las interacciones entre cambio climático, el ambiente y la sociedad, y extendiendo la aplicación de este conocimiento en la búsqueda de un entendimiento del cambio climático en nuestro planeta.

Los desafíos para el futuro son grandes, pero esperamos poder suministrar escenarios climáticos y programar un modelo global integrado del Sistema Climático, que sirva de apoyo en la preparación del Plano Nacional em Mudanças Climáticas por el Ministerio do Meio Ambiente de Brasil, así como también para la preparación del Quinto Informe de evaluación del IPCC (AR5), entre otros. Para que todo eso sea posible, el GPMC y el CCST deben dedicarse al establecimiento de alianzas con otros grupos nacionales e internacionales de modelaje climática y ambiental. En relación a la capacidad tecnológica, un nuevo supercomputador está siendo adquirido con el apoyo de la "Financiadora de Estudos e Projetos" (FINEP), vinculada al Ministerio de Ciência e Tecnologia, y la FAPESP, lo que facilitará la elaboración de escenarios futuros de cambio climático de alta resolución para apoyar estudios de impactos y vulnerabilidad y hacer proyecciones de extremos climáticos para los países de América del Sur.

José A. Marengo
Diana Raigoza
CPTEC/INPE

Red Brasileña de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Rede CLIMA

Carlos Nobre, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais -
Centro de Ciências do Sistema Terrestre. Sao Paulo, Brasil

La Red Brasileña de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Global (Rede Clima, en portugués) fue constituida por el Ministerio de Ciência e Tecnologia MCT- a finales de 2007 y tiene como objetivo principal generar y divulgar conocimiento para que Brasil pueda responder a los desafíos representados por las causas y efectos del cambio climático global. Gran parte de la economía brasileña se basa en recursos naturales renovables, lo que torna al país potencialmente vulnerable al cambio climático, la vulnerabilidad está marcada por las desigualdades de desarrollo regional.

La Red CLIMA se constituye en pilar fundamental de apoyo a las actividades de investigación y desarrollo y pretende establecer y consolidar una comunidad científica y tecnológica preparada para atender plenamente a las necesidades nacionales de conocimiento, incluyendo la producción de informaciones para la formulación y acompañamiento de las políticas públicas sobre cambio climático y para el apoyo a la diplomacia brasileña en las negociaciones sobre el régimen internacional de cambio climático.

Alcance y Foco Científico

El alcance de la Red CLIMA es nacional, envolviendo decenas de grupos de investigación en universidades e institutos, y su foco científico cubrirá todas las cuestiones relevantes del cambio climático, especialmente:

1. La base científica del cambio climático: detección y atribución de causas, entendimiento de la variabilidad natural versus cambio climático; ciclo hidrológico y ciclos biogeoquímicos globales y aerosoles.
2. Estudios de impactos, adaptación y vulnerabilidad para sistemas y sectores relevantes: agricultura y silvicultura, recursos hídricos, biodiversidad y ecosistemas, zonas costeras, ciudades, economía, energías renovables y salud.
3. Desarrollo de conocimiento y tecnologías para la mitigación del cambio climático.

Objetivos

- a) Generar y divulgar conocimiento y tecnologías para que Brasil pueda responder a los desafíos representados por las causas y efectos del cambio climático global;
- b) Producir datos e informaciones necesarias para el apoyo a la diplomacia brasileña en las negociaciones sobre el régimen internacional de cambio climático; realizar estudios sobre los impactos del cambio climático global y regional en Brasil, con énfasis en las vulnerabilidades del País al cambio climático;
- c) Estudiar alternativas de adaptación de los sistemas sociales, económicos y naturales de Brasil al cambio climático;
- d) Investigar los efectos de cambios en el uso de la tierra y en los sistemas sociales, económicos y naturales en las emisiones brasileñas de gases que contribuyen para el cambio climático global; y
- e) Contribuir para la formulación y acompañamiento de políticas públicas sobre cambio climático global en el ámbito del territorio brasileño.

Organización en Sub-Redes Temáticas y Financiamiento

La concepción y el desarrollo de la Red CLIMA tiene como características de gran importancia la participación de diversas instituciones de educación e investigación en Brasil. Estas instituciones estarán distribuidas en diversas regiones, buscando de esa manera un gran intercambio para la Red, así como potencializar la transferencia de las informaciones generadas. La Figura 1. indica una configuración inicial propuesta para las sub-redes temáticas.

La Red CLIMA es coordinada por un Consejo Director, ya instituido, y será asesorada por un Comité Científico. La Secretaría Ejecutiva es ejercida por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE-.

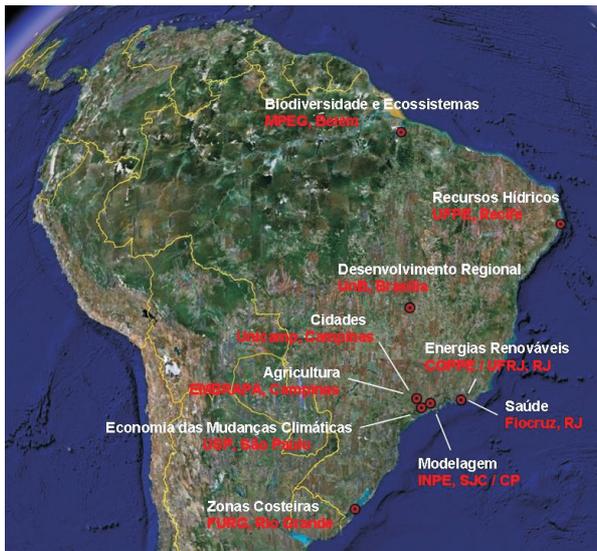


Figura 1. Propuesta de sub-redes temáticas de la Red CLIMA

Al Consejo Director le competirá, entre otras cosas, definir la agenda de investigaciones de la Red, asesorado por el Comité Científico, promover la gestión de la Red CLIMA, tomando las decisiones necesarias para su buen funcionamiento, exceptuadas las competencias de las instituciones participantes, y articular la integración de la Red a los programas y políticas públicas en el área del cambio climático global.

El Comité Científico de la Red CLIMA será constituido por representantes de las sub-redes temáticas y por científicos externos a la Red. Él asesorará al Consejo Director sobre temáticas de investigación y evaluación de resultados científicos, además de elaborar convocatorias para llamados de investigación.

El MCT está invirtiendo R\$ 30 millones en tres años para la implantación de la Red CLIMA. Además de eso, la Red CLIMA aprobó recientemente dos convocatorias de investigación con recursos de Fondos Sectoriales por una cuantía total de R\$ 18 millones para estudios de cambio climático y sequías, y sobre extremos meteorológicos en el Océano Atlántico Sur.

Implementación del Nuevo Supercomputador de la Red CLIMA y Desarrollo del Modelo Brasileño del Sistema Climático Global

Se torna estratégicamente importante para el país tener autonomía y capacitación en modelaje del sistema climático global, permitiendo que, en un intervalo de pocos años, sea desarrollado un **Modelo Brasileño del Sistema Climático Global** para generar escenarios climáticos futuros con especificaciones regionales apropiadas a los intereses del país. El desarrollo de modelaje del sistema climático global y la generación de escenarios climáticos futuros será coordinada por el recién establecido Centro de Ciencia del Sistema Terrestre, del INPE, el cual, en un esfuerzo en red, contará con el apoyo de varias instituciones nacionales e internacionales.

Para alcanzar este nivel de autonomía científica y tecnológica, son necesarios recursos de computación de punta. Para cubrir este vacío, el MCT está invirtiendo R\$ 35 millones de reales del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico -FNDCT- para la adquisición de un poderoso supercomputador que proveerá la infraestructura computacional que permita los desarrollos en modelaje del sistema climático global. A estos R\$ 35 millones, se suman cerca de R\$15 millones de recursos de la Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de Sao Paulo -FAPESP- para adquisición de un nuevo supercomputador. Este nuevo supercomputador funcionará como un **Laboratorio Nacional de Supercomputación** de la Red CLIMA, con acceso pleno por parte de todos los integrantes de esta Red.

La Red CLIMA propiciará el acceso a la infraestructura de investigación para todos los participantes, incluyendo recursos de supercomputación de punta para modelaje climática y disponibilización de escenarios climáticos y otros cambios ambientales globales que incluyan estudios de impactos-adaptación-vulnerabilidad y mitigación. La Red CLIMA irá proponer el establecimiento del nuevo sistema de observaciones de cambio climático, pretendiendo detectar y acompañar cómo el cambio climático está afectando sistemas biológicos, incluyendo agro-sistemas, y sistemas físicos en el país.

Previsiones de Cambio Climático para América del Sur: Resultados de la Aplicación del "Earth Simulator"

Lincoln Muniz Alves y José Fernando Pesquero, Centro de Previsión de Tiempo y Estudios Climáticos. Sao Paulo, Brasil
(lincoln.alves@cptec.inpe.br)

1. Introducción

Las alteraciones climáticas debido al calentamiento global han causado un gran interés social en las últimas décadas. Por causa de esto, hay una enorme demanda de información más exacta y confiable de escenarios de clima (por ejemplo, nos preguntan frecuentemente si la ocurrencia de tempestades severas ha aumentado o no), existe abundante información sobre impactos climáticos regionales, incluyendo los datos y estudios publicados en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, describiendo algunos de esos impactos (IPCC 2007a). De otro lado, hay comparativamente menos resultados en simulaciones de sensibilidad climática en escala regional que pueden ser usados para justificar y formular políticas de adaptación eficaces.

Aunque el desarrollo de modelos en las dos décadas pasadas ha suministrado aproximaciones importantes en la simulación de futuras alteraciones climáticas, la mayoría de los modelos climáticos no son suficientes para responder a todas las preguntas, principalmente porque la mayor parte de los GCMs no presentan una resolución suficientemente buena para investigar impactos climáticos regionales.

Por esa razón, este artículo resume la aplicación de un modelo climático global atmosférico de alta resolución (AGCM-TL959L60) desarrollado por el "Meteorological Research Institute (MRI)" y la "Japanese Meteorological Agency (JMA)" para evaluar los potenciales impactos climáticos debido al aumento de la concentración atmosférica de gases efecto invernadero sobre América del Sur.

2. The Earth Simulator

En 1996, un informe titulado "Para la Realización de la Previsión del Cambio Climático", publicado por un comité consultivo de la Agencia de Tecnología y Ciencia del Japón, llevó a la creación de un supercomputador altamente avanzado, el *Earth Simulator (ES)*. Este supercomputador fue reconocido como uno de los tres elementos esenciales *Simulación*, junto con la *Observación* y el *Modelaje* que había sido identificado por el arriba mencionado informe y fue promovido para alcanzar mejores previsiones de cambio climático. Ver Figura 1.

El ES fue proyectado como un computador vectorial paralelo apropiado para el computo numérico como los usados en la simulación climática, usa un modelo de alta resolución con el método de "time slice" (aplicado por 10~20 años al clima presente o futuro) y un modelo de clima regional. Desde su creación, el objetivo del ES fue servir principalmente a las ciencias terrestres. Fue producido por la Corporación NEC y lanzado para operación en marzo de 2002, cuando el IPCC comenzaba las actividades del Cuarto Informe (AR4) de Evaluación.

El ES tiene una memoria principal de 10 terabytes y está compuesto de 640 nodos de procesador, una red de comunicación para unir nodos, discos de sistema, discos de usuario, y otros dispositivos relacionados incluyendo redes exteriores. Cada nodo de procesador tiene un desempeño máximo de 64 gigaflops y se compone de 8 procesadores vectoriales (cada uno de los cuales tiene un desempeño de 8 gigaflops). El rendimiento máximo teórico del ES es de 40 teraflops y ha mostrado un desempeño sustentado de 35.86 teraflops según el Test "Linpack Benchmark". Él se mantiene en la posición No.1 del ranking mundial entre TOP500 supercomputadores desde su lanzamiento a finales de 2004.

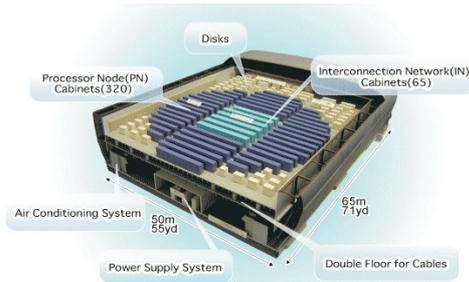


Figura 2. Representación gráfica del Simulador Terrestre. Fuente: RCCP 2004

3. Modelos, Datos y Metodología

El modelo usado es un MRI-JMA "Meteorological Research Institute and Japan Meteorological Agency" AGCM, tiene un número de onda de truncamiento triangular de 959, con una grade Gaussiana lineal (TL959) que corresponde a una resolución de grade de 20 km horizontal. Esta es actualmente la resolución más alta de AGCM usada en experimentos de calentamiento global. El número de niveles verticales es 60, con un topo en 0.1 hPa. Mayores detalles del modelo son descritos en Mizuta et al. (2006). La integración del modelo de 20 km y el procesamiento de datos fue ejecutado en el Earth Simulator (Habata et al., 2004).

Para las simulaciones del clima futuro fue asumido el escenario de emisiones SRES A1B (IPCC 2001). El escenario A1B es un escenario de emisión intermediario caracterizado por un crecimiento económico mundial muy rápido, la población global que llega al punto máximo en medio del siglo 21 y disminuye después de eso, y por una introducción equilibrada de nuevas y más eficientes tecnologías de generación de energía (IPCC 2001).

Exploramos el desafío de usar proyecciones de clima regionales del modelo global de alta resolución en la escala estacional y comparamos las proyecciones del clima futuro usando varias resoluciones, desde 20 hasta 180 km.

4. Resultados

La figura 3 muestra los escenarios de cambio climático de la precipitación sobre América del Sur. Las figuras (a), (b), (c) y (d) corresponden a la resolución de 20, 60, 120 y 180 km, respectivamente, mostrando las estaciones (I) DJF y (II) JJA. Durante el DJF, la característica principal, que concuerda con otros modelos, es el desplazamiento para el sur de la ZCIT sobre el Océano Pacífico Ecuatorial. Esto puede estar sucediendo por el efecto del El Niño. La ZCIT sobre el Atlántico Ecuatorial muestra una configuración semejante pero no tan pronunciada como a lo largo del Océano Pacífico. Solamente los mapas con resoluciones de 20 y 60 km muestran una configuración de ZCAS, siendo que en la resolución de 60 km se tiene una configuración más intensa y un desplazamiento para el norte según su posición climatológica. Dentro del continente, particularmente sobre Brasil, los resultados de la resolución de 20 km muestran un aumento de precipitación en todo el país. El modelo con otras resoluciones parece aumentar la precipitación sobre el Sur de los océanos atlántico y pacífico y el sur de Brasil. La precipitación para el Nordeste de Brasil aparece en el promedio climatológico en todas las resoluciones, lo que también sucede para el norte de Brasil, Bolivia y el litoral peruano. Durante JJA, el padrón mostrado por todas las resoluciones es una configuración más seca sobre la mayor parte del centro de América del Sur, incluyendo el Sur y el Sudeste de Brasil, además del centro y sur de la Amazonia.

En una estructura análoga, la Figura 4 muestra los escenarios de alteraciones climáticas de la temperatura en América del Sur. Todas las resoluciones presentan la misma anomalía positiva de temperatura para toda América del Sur y océanos circundantes. Tal variación de anomalía positiva se extiende desde 1.0 °C en el Pacífico y Atlántico Sur hasta 2.5 °C en los Andes y partes centrales de América del Sur. La magnitud de esas diferencias es mayor durante DJF de que durante JJA. Otra diferencia entre todas las resoluciones es la magnitud de las temperaturas, con mayores valores en las partes centrales de América del Sur, Este de Argentina y de los Andes.

5. Sumario y Conclusiones

Este artículo muestra los resultados iniciales del desempeño del AGCM MRI-JMA-high-resolution en la simulación del clima futuro en América del Sur. Los análisis fueron ejecutados para el verano (DJF) e invierno (JJA) y para varias resoluciones (20, 60, 120 y 180 km). Las conclusiones principales de este trabajo son:

(a) Los extremos de la precipitación, como los definidos por el IPCC AR4, fueron comparados con los obtenidos del MRI-JMA AGCM, mostrando la gran coherencia de escala. En particular, las resoluciones de 20 y 60 km presentan resultados muy semejantes, excepto en las anomalías de precipitación del Nordeste de Brasil;

(b) La respuesta climática en el escenario A1B realizada por el modelo de resolución de 20 km sugiere un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos de precipitación extrema para la mayor parte de Brasil. Según este resultado, las características de precipitación regionales del oeste de la Amazonia aumentarían, en discordancia con la mayoría de los modelos globales y más con las proyecciones hechas mediante "downscaling" que muestra una anomalía negativa de la precipitación en el oeste de la Amazonia;

(c) Las proyecciones de temperatura indican un clima más caliente, con anomalías que van desde 0.5 °C hasta 2.5 °C.

Agradecimientos

Agradecemos especialmente al doctor Shoji Kusunoki (MRI) por permitir el acceso a la base de datos del Simulador Terrestre, ayudándonos durante nuestra estadía en Tsukuba. También nos gustaría agradecer al personal del Banco Mundial, en particular al Dr. Walter Vergara que dio un gran soporte técnico. Finalmente, gracias al Banco Mundial por el financiamiento y al CPTEC/INPE por permitirnos la visita a Tsukuba.

Referencias

- Habata, S., K. Umezawa, M. Yokokawa, and S. Kitawaki. *Hardware system of the Earth Simulator*. *Parallel Computing*, 30, 12871313, 2004.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2001), *Climate Change 2001: The Scientific Basis: Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by J. T. Houghton et al., 881 pp., Cambridge Univ. Press, New York.
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (2007a) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis Summary for Policymakers Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 18 pp.
- Mizuta, R., K. Oouchi, H. Yoshimura, A. Noda, K. Katayama, S. Yukimoto, M. Hosaka, S. Kusunoki, H. Kawai and M. Nakagawa. *20-km-mesh global climate simulations using JMA-GSM model mean climate states*. *J. Meteor. Soc. Japan*, 84, 165185, 2006.

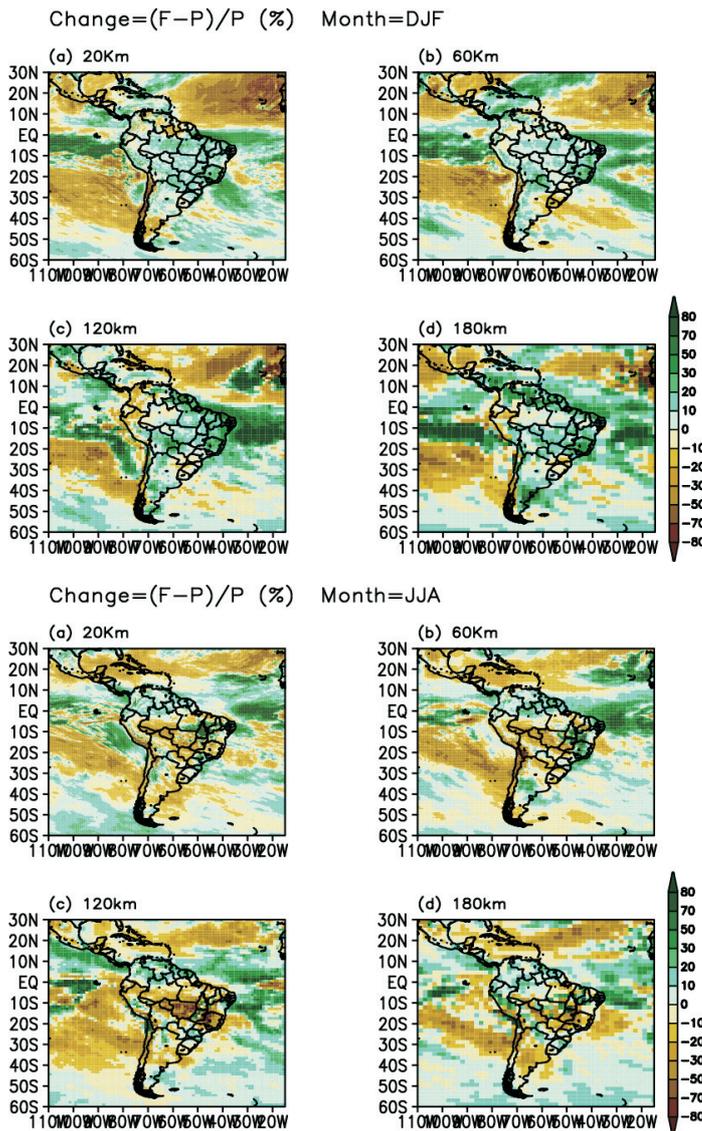


Figura 3. Cambio en la precipitación (futuro menos simulaciones actuales) de DFJ (I) y JJA (II). La resolución horizontal es mostrada en cada panel.

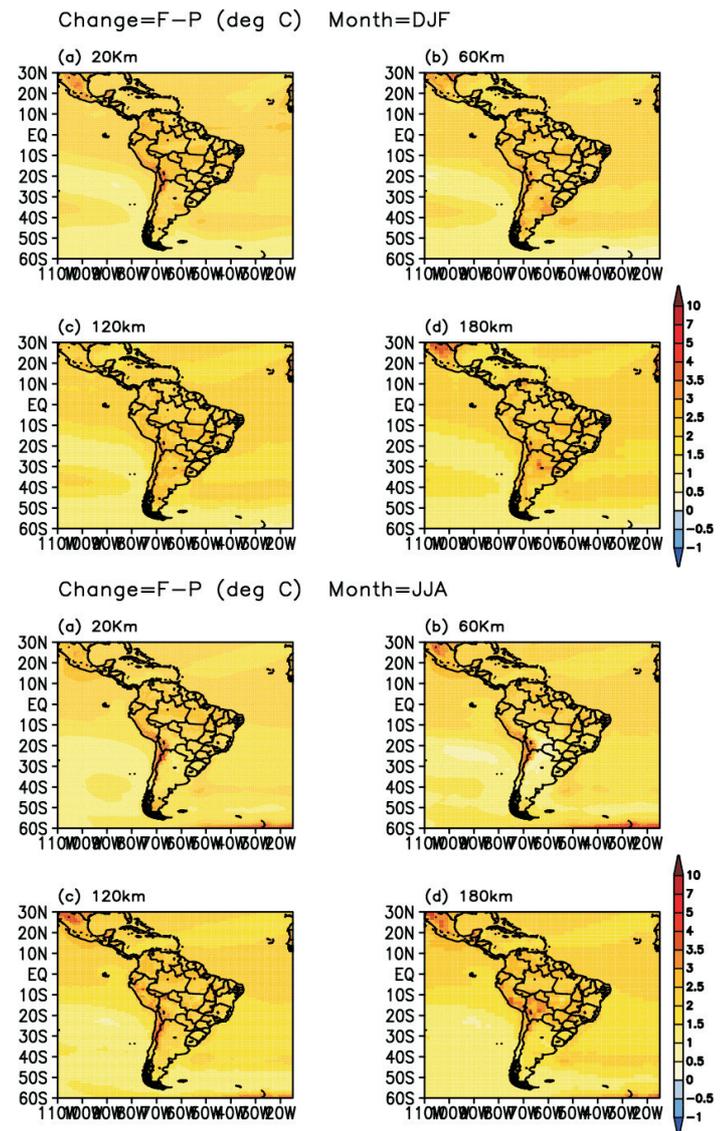


Figura 4. Cambio en la temperatura (futuro menos simulaciones actuales) de DFJ (I) y JJA (II). La resolución horizontal es mostrada en cada panel.

El Plano (Anti) Nacional de Cambio Climático

Artículo de Carlos Alfredo Joly, Universidad de Campinas. Sao Paulo, Brasil (cjoly@unicamp.br)

Artículo publicado en el "Jornal da Ciencia" de 19 de Noviembre de 2008.

"Al parar de quemar nuestra rica, y en gran parte desconocida, biodiversidad estaremos voluntariamente, alcanzando una meta significativa de reducción de emisión de gases efecto invernadero".

Carlos Alfredo Joly es jefe del Departamento de Botánica y Miembro de la Coordinación del Doctorado en Ambiente y Sociedad de la Universidad de Campinas UNICAMP-, miembro de la Coordinación del Programa Biot/Fapesp y coordinador del Comité Brasileño de la Red Latino-Americana de Ciencias Biológicas (RELAB). Este artículo fue escrito para el *Jornal da Ciencia*: en Brasil, la cuestión del cambio climático está fuertemente asociada al uso sustentable de la biodiversidad, pues el 75% de nuestras emisiones de gases efecto invernadero -GEI- vienen de la destrucción de nuestros ecosistemas nativos, especialmente la deforestación de la Amazonía.

El país tuvo la oportunidad de iniciar las negociaciones del período Pos-2012 (Pos-Kioto), proponiendo una disminución voluntaria de sus emisiones de GEI, con metas prefijadas de reducción de deforestación y con mecanismos de certificación y fiscalización internacional.

Pero, infelizmente, hasta hoy, la miopía idiosincrática de nuestros gobernantes deja al país en destaque, pues es el único que puede reducir significativamente sus tasas de emisión de CO₂ sin alterar su matriz energética y, consecuentemente, sin reducir sus tasas de crecimiento.

Por lo tanto, reducir voluntariamente nuestra tasa de emisión de GEI no es un impedimento para el progreso del país, y sí la base para un desarrollo económico sustentable.

Roberto Schaeffer (Coppe/UFRJ), en su estudio sobre escenarios para fuentes renovables de energía, concluyó que no participar del esfuerzo internacional para reducción de emisiones GEI resultará en el



des-desarrollo de Brasil; Eduardo Viola, científico político de la Universidad de Brasilia, afirma que "Brasil tiene una posición equivocada en el debate internacional sobre metas de reducción de emisiones GEI"; Eduardo Assad (Embrapa), Hilton S. Pinto y Jurandir Zulo (Cepagri-Unicamp) demostraron recientemente el impacto negativo del calentamiento sobre el agrobusiness; Phillip Fearnside, ecólogo del Inpa, apunta al círculo vicioso de la destrucción de la selva, contribuyendo para el calentamiento global y este aumentando la velocidad de destrucción de la selva.

En las conferencias presentadas recientemente en la Fapesp y en la Fiesp, Sir Nicholas Stern, coordinador del Informe Stern sobre los efectos en la economía mundial por las alteraciones climáticas en los próximos 50 años, fue enfático en citar la necesidad de países como China, India y Brasil para participar del esfuerzo en la reducción de emisiones GEI.

Era de esperarse que, cuando investigadores de instituciones, áreas y matices tan distintas, concuerdan con la necesidad de que Brasil debe contribuir significativamente con el esfuerzo internacional para la reducción de las causas del calentamiento global, el Plano Nacional de Cambio Climático definiera una meta, factible, verificable, fiscalizable y permanente de reducción de GEI. Más que eso, incluyera metas específicas para los diferentes biomas, que destacara la importancia de los océanos como sumideros de CO₂, y definiera el papel de estados y municipios en la reducción y control de emisiones de GEI.

Establecer una meta de reducción en la emisión de GEI, y colocar al aparato del Estado brasileño para hacer cumplir esta decisión, atiende, sobre todo, al interés y a la soberanía nacional.

Llegar a la 14ª Conferencia de las Partes de la Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (que sucederá entre el 1 y el 12 de diciembre), en Pozna, Polonia, sin esta definición significa atrasar el proceso de negociación de un nuevo acuerdo, que precisa estar pronto hasta la 15ª Conferencia de las Partes, al final del 2009. Significa también reforzar la ya desgastada imagen de Brasil en el exterior como un país sin compromiso con la preservación de los bosques y la reducción de las causas del calentamiento global.

Quién sabe, al cambiar de posición en relación a la autodeterminación de metas de reducción en la emisión de GEI, el gobierno brasileño cambie de postura en las negociaciones de la Convención de Diversidad Biológica y acepte participar de iniciativas internacionales tan importantes para la comunidad científica brasileña, como el Global Biodiversity Information Facility/GBIF.

En mi opinión, la posición del gobierno brasileño apegándose al hecho de que históricamente hemos contribuido con apenas 1% de los GEI producidos desde la revolución industrial, para justificar que el país no necesita tener unas metas de reducción en su tasa de emisión de estos gases, es moralmente insustentable, pues usa el pasado para comprometer el futuro.

Al parar de incinerar nuestra rica, y en gran parte aun desconocida biodiversidad, dando la oportunidad para que las generaciones futuras se beneficien del uso sustentable de este nuestro patrimonio natural, estaremos, voluntariamente, alcanzando una meta significativa de reducción de emisión de gases de efecto invernadero.

Evidentemente, este esfuerzo tiene costos que, a mi modo de ver, deben ser financiados por los países desarrollados, con la fiscalización y certificación del efectivo cumplimiento de las metas de reducción de deforestación establecidas.



Mudanças Climáticas

Grupo de Investigación en Cambio Climático -GPMC- (*siglas en portugués*)

Coordinador: Dr. José Antonio Marengo
Editora del Boletín: Diana Raigoza

Centro de Ciencias del Sistema Terrestre (CCST)
Rodovia Presidente Dutra, Km 40, SP-RJ. 12630-000,
Cachoeira Paulista, SP, Brasil
Teléfono: +55 (12) 3186-8633. Fax: +55 (12) 3101-2835
Email contactos: jose.marengo@cptec.inpe.br /
diana.raigoza@cptec.inpe.br / eliana.andrade@cptec.inpe.br

Este boletín cuenta con el apoyo del "Fondo de Oportunidades Globales- Cambio Climático y Programas de Energía"

Visite nuestro web site:
<http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/>