





# Impactos, vulnerabilidades y adaptación

Contribución del Grupo de Trabajo 2 al Primer Informe de Evaluación Nacional del Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (GT2 RAN1 PBMC)

# **RESUMEN EJECUTIVO**

Carlos Afonso Nobre

Presidente del Consejo Directivo

Suzana Kahn Ribeiro

Presidenta del Comité Científico

Andrea Souza Santos

Secretaria ejecutiva

Ana Carolina Fiorini

Asesora técnica del Grupo de Trabajo 2

Susian Christian Martins Juliano Groppo **Unidad de Apoyo Técnico del Grupo de Trabajo 2** 

Traço Design

Proyecto gráfico

Papier Brasil/Papier Produções e Editora

Traducción al español

#### Ficha técnica/Referência deste Sumário:

PBMC, 2013: Resumen ejecutivo: Impactos, vulnerabilidades e adaptación à los Cambios Climáticos. Contribución del *Grupo de Trabalho* 2 (GT2) al *Primeiro Relatório de Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas (RAN1)* del *Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC)* [Assad, E.D., Magalhães, A. R. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 28 pp.

ISBN: 978-85-285-0207-7

#### Coordinación:

Eduardo Delgado Assad (Embrapa) y Antônio Rocha Magalhães (CGEE)

# **Autores principales:**

Eduardo Delgado Assad (Embrapa), Antônio Rocha Magalhães (CGEE), Regina Célia dos Santos Alvalá (INPE), Ana Maria Helminsk Ávila (UNICAMP), Francisco de Assis Souza Filho (UFC), Fabio Rubio Scarano (UFRJ), João Luis Nicolodi (URGS), Helenice Vital (UFRN), Antônio Henrique da Fontoura Klein (UFSC), Paulo Eurico Pires Ferreira Travassos (UFRPE), Fábio Hissa Vieira Hazin (UFRPE), Giampaolo Pellegrino (EMBRAPA), Maya Takagi (MDS), Joaquim Bento de Souza Ferreira Filho (USP), Andrea F. Young (UNICAMP), Heloisa Costa (UFMG), André Frossad Pereira de Lucena (UFRJ), Andréa Souza Santos (UFRJ), Paulo Hilário Nascimento Saldiva (USP), Roberto Luiz do Carmo (UNICAMP), Roberto Germano Costa (UFPB), Pedro Dantas Fernandes (UFCG), Eduardo Haddad (USP), Saulo Rodrigues Filho (CDS/UNB), Felipe Gustavo Pilau (UFSM), Josilene Ticianelli Vannuzini Ferrer (CETESB), Dirceu Silveira Reis Junior (UNB) y Eduardo Sávio Passos Rodrigues Martins (FUNCEME).

#### **Autores colaboradores:**

Alfredo Ribeiro Neto (UFPE); Joaquim Gondim (ANA), Francisco Antonio Rodrigues Barbosa (UFMG), Ricardo Bomfim Machado (UnB), Carlos Augusto França Schettini (UFPE), Luciana Costa (Ecology Brasil Ltda), Gilberto Fonseca Barroso (UFES), Mario Luiz Gomes Soares (UERJ), Luiz Francisco Ditzel Faraco (ICMBio), Humberto Gomes Hazin (UFRPE), Carmem Priscila Bocchi (MDS), Arnaldo Carneiro Filho (SAE), Susian Christian Martins (GVCes/FGV), Andrea Koga Vicente (CEPAGRI/ UNICAMP), Paula Rodrigues Salgado (EMBRAPA), ledo Bezerra (EMBRAPA), Alisson Flávio Barbieri (UFMG), Gustavo Inácio de Moraes (PUC/RS), Nilo de Oliveira Nascimento (UFMG), Enio Bueno Pereira (INPE), Agostinho Ogura (IPT), Osório Thomaz (IPT), Diana Scabelo da Costa Pereira da Silva Lemos (UFRJ), Micheline de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho (USP), Samya de Lara Pinheiro (USP), Hélio dos Santos Silva (FURB), Alfredo Kingo Oyama Homma (EMBRAPA), Josilene Ticianelli Vannuzini Ferrer (CETESB), Edson Domingues (UFMG), Weslem Rodrigues Faria (USP), Aline Souza Magalhães (USP), Conceição de Maria Albuquerque Alves (UNB), Natacha Nogueira Britschka (SVMA), Diego Pereira Lindoso (UnB) y Patrícia Mesquita (UnB).

#### **Revisores:**

Alberto Waingort (INPE), Hilton Silveira Pinto (UNICAMP), Carlos Eduardo Morelli Tucci (UFRGS), Demetrios Christofidis (MIN), Rosa Maria Johnsson (UERJ), Braulio Ferreira de Souza Dias (MMA), Fábio Roland (UFJF), Simey Thury Vieira Fisch (UNITAU), Jarbas Bonetti Filho (UFSC), Paulo da Cunha Lana (UFPR), Silvio Jablonski (UERJ), Jorge Pablo Castello (FURG), Aryeverton Fortes de Oliveira (EMBRAPA), Jurandir Zullo Junior (UNICAMP), Claudio Szlafstein (UFPA), Luiz Augusto Horta Nogueira (UNIFEI), Roberto Schaeffer (UFRJ), Ronaldo Balassiano (UFRJ), Ulisses Eugenio Cavalcanti Confalonieri (FIOCRUZ), Josilene Ticianelli Vannuzini Ferrer (CETESB), Norma Felicidade Lopes da Silva Valencio (UNICAMP), Alberício Pereira de Andrade (INSA), Jair do Amaral Filho (UFC), Carolina Dubeux (UFRJ), Paulo Henrique Caramori (IAPAR) y Nathan dos Santos Debortoli (UNB).

#### Revisores especialistas:

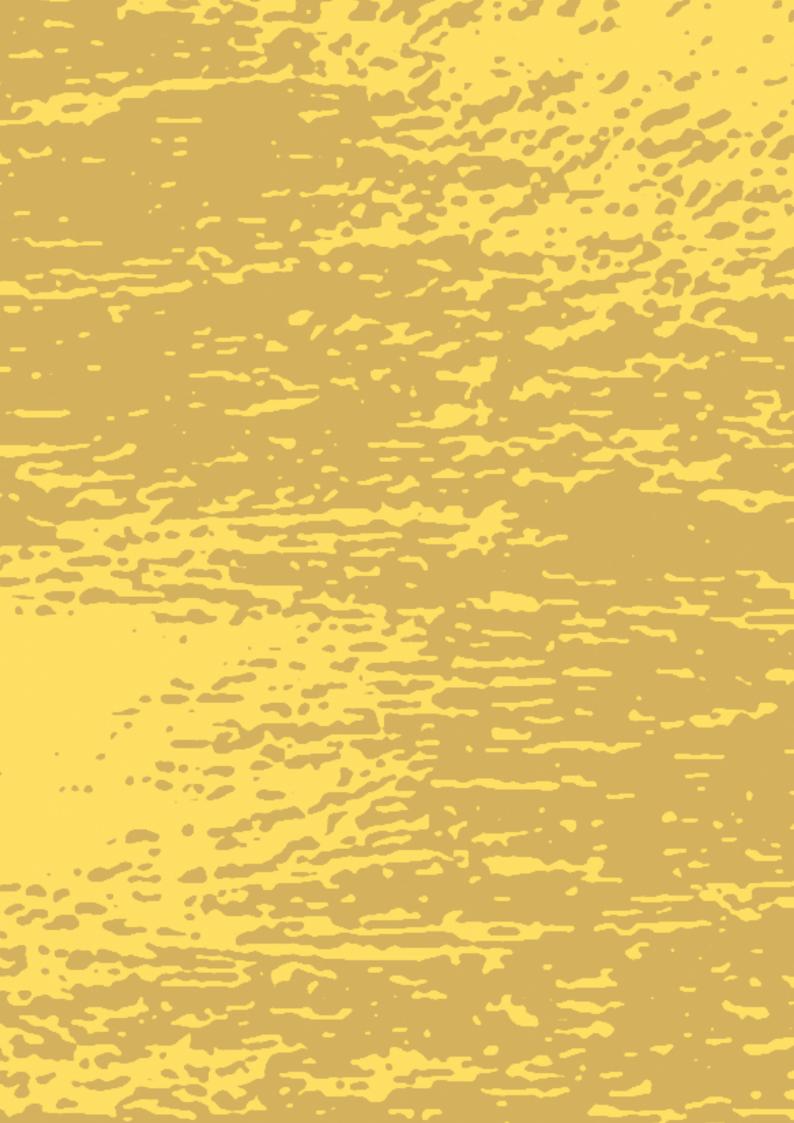
Maria Assunção Faus da Silva Dias (USP) y Jose Antonio Marengo Orsini (INPE).

Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas - Secretaria Executiva Cidade Universitária, Prédio GIGTECH Parque TecnológicoRua Paulo Emídio Barbosa, 485 1° andar Quadra 8 lote C Ilha do Fundão CEP: 21941-615 Rio de Janeiro, RJ, Rio de Janeiro – RJ - Brasil CEP: 21941-907. Tel.: (55 21) 3733-4161 www.pbmc.coppe.ufrj.br



# **INDICE**

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CONCLUSIONES	9
Definiciones	9
Introducción y fundamentos	9
Los cambios climáticos en el ámbito nacional	10
Los recursos naturales y su manejo. Los ecosistemas y sus usos	11
Los recursos hídricos	11
Ecosistemas de agua dulce y terrestres	12
El sistemas costero y las áreas costeras bajas	14
Los ecosistemas oceánicos	15
Sistema alimentario y seguridad	16
CONGLOMERADOS HUMANOS, INDUSTRIA E INFRAESTRUCTURA	17
Áreas rurales	17
Áreas urbanas	18
El sector de energía	19
El sector industrial	19
El sector de transporte	20
SALUD HUMANA, BIENESTAR Y SEGURIDAD	21
La salud humana	21
La seguridad humana	22
Subsistencia y pobreza	23
Impactos sobre sectores múltiplos, riesgos, vulnerabilidades y oportunidades	24
IMPACTOS, VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN EN EL ÁMBITO REGIONAL	25
La región norte	25
La región nordeste	26
La región sur	28
La región sudeste	28
La región centro-oeste	30



#### **RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CONCLUSIONES**

Este documento presenta los principales aportes del Tomo II del *Primeiro Relatório de Avaliação Nacional - RAN1*, el primer informe nacional de evaluación del *Painel Brasileño de Mudanças Climáticas (PBMC)*, el panel brasileño sobre cambios climáticos, que se estructuró de acuerdo con el objetivo definido previamente por los coordinadores y los autores principales de los capítulos del Grupo de Trabajo 2 (GT2).

Los puntos que aquí se sintetizan son producto de una extensa evaluación de la literatura disponible en Brasil durante los últimos años. Se han considerado los principales resultados del Grupo de Trabajo 2 del Cuarto Informe de Evaluación (AR4, por sus siglas en inglés) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, también por sus siglas en inglés).

En la elaboración de este volumen 2 se apuntó a:

- (i) identificar las vulnerabilidades del país frente al calentamiento global;
- (ii) evaluar los distintos impactos sobre los principales sectores de la economía y en la sociedad de acuerdo con las proyecciones del clima hasta el final del siglo y
- (iii) identificar estudios y medidas de adaptación a los cambios climáticos en Brasil hasta el año 2012.

#### **Definiciones**

Cambio climático: según la definición del IPCC, es cualquier cambio del clima en el transcurso del tiempo, ya sea ocasionado por la variabilidad natural o como producto de la actividad humana. Este uso difiere del que le asigna la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que defínelo en cuanto resultado directo o indirecto de la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera del planeta y que se suma a la variabilidad climática natural registrada a lo largo de períodos de tiempo comparables.

Adaptación: es el ajuste en los sistemas naturales o humanos en cuanto una respuesta a los estímulos climáticos reales o a sus efectos, lo que permite explorar oportunidades benéficas.

Vulnerabilidad: es el grado de susceptibilidad e incapacidad de un sistema para hacer frente a los efectos adversos del cambio de clima, incluidos la variabilidad climática y los eventos extremos. La vulnerabilidad es una función de las características, la magnitud y el índice de cambio del clima y de variación a la que un sistema se encuentra expuesto, de su sensibilidad y su capacidad de adaptación.

# Introducción y fundamentos

Los escenarios de cambio climático apuntan una alteración de la temperatura media de más de 2 °C, lo que implica grandes desequilibrios en ecosistemas fundamentales para la supervivencia de la humanidad. A medida que el planeta se calienta, los patrones de lluvias y de temperatura cambian, y eventos extremos del clima, tales como sequías, lluvias intensas que pueden ocasionar inundaciones, y olas de frío y de calor se vuelven más frecuentes, con impactos importantes en todas las regiones del planeta. [GT2 1; 2]

Con relación a los eventos extremos y sus impactos, cabe señalar que Brasil registró el primer huracán observado en el Atlántico Sur: el huracán Catarina, ocurrido en marzo de 2004, en tanto que en el sur y sudeste del país las lluvias intensas han sido más frecuentes en los últimos 50 años.

Además del cambio de clima, los principales factores que contribuyen para el aumento de la vulnerabilidad son los siguientes:

- la presión demográfica;
- el crecimiento urbano desordenado;
- la pobreza y la migración rural;
- las escasas inversiones en infraestructura y servicios y
- los problemas relacionados con la gobernanza y con la coordinación entre los sectores.

El cambio climático constituye así, uno de los desafíos más complejos de este siglo. Ningún país se encuentra inmune ante los impactos que podrán devenir debido a ello. Los retos están interconectados y comprenden decisiones políticas y económicas controvertidas, como así también avances tecnológicos con consecuencias globales de largo alcance.

#### Los cambios climáticos en el ámbito nacional

Algunas regiones de Brasil podrán presentar alteraciones en su temperatura y en las precipitaciones, debido al calentamiento global. Habrá una intensificación de los eventos severos que ocasionará impactos en ciudades y áreas vulnerables a los cambios climáticos. En el sector agropecuario, las consecuencias del calentamiento global serán innumerables.

La población de la región nordeste de Brasil aparece como la más vulnerable a los cambios climáticos, debido a sus índices bajos de desarrollo social y económico. Esta evaluación se basa en el supuesto de que los grupos demográficos con peores condiciones de ingresos, educación y vivienda sufrirían los mayores impactos de los cambios ambientales y climáticos.

Con un clima futuro más cálido, el semiárido nordestino puede transformarse en una región árida. Esto puede tener efectos sobre la agricultura de subsistencia regional, como así también sobre la disponibilidad de agua y la salud de la población, la cual se vería obligada a migrar hacia otras zonas. [GT2 3]

Algunas regiones de Brasil podrán sufrir alteraciones en sus patrones de temperatura y de lluvia debido al calentamiento global. Junto al cambio de los de precipitaciones, o incluso en lugares donde no se registre alteración del total anual, ocurrirán intensificaciones de los eventos severos.

Podrá haber un aumento de eventos extremos, fundamentalmente de lluvias, en las grandes ciudades brasileñas vulnerables a los cambios climáticos, tales como São Paulo y Rio de Janeiro. [GT2 3]

En el sector agropecuario, las consecuencias del calentamiento global serán innumerables. Se espera que el aumento de la temperatura promueva un crecimiento de la evapotranspiración y consiguientemente un incremento de la deficiencia hídrica, con reflejos directos en el riesgo climático para la agricultura. Por otra parte, con el aumento de la temperatura, se producirá una disminución del riesgo de heladas en el sur, en el sudeste y en el sudoeste del país, lo que traerá aparejado un efecto benéfico en las áreas actualmente restringidas de cultivo de plantas tropicales.

En general los estudios revelan que las evaluaciones de los cambios en el uso de la tierra en gran escala o de escenarios proyectados para el futuro, cuando se consideran proyecciones basadas en modelos climáticos globales o regionales, pueden alterar el clima regional, el cual sería más cálido y más seco sobre la región este del bioma Amazônia. [GT2 3]

La dinámica climática provocará una migración de los cultivos, adaptados al clima tropical, hacia áreas situadas más al sur de Brasil o hacia zonas de alturas mayores, para compensar la diferencia climática. Al mismo tiempo, habrá una disminución en las áreas de cultivo de plantas de clima templado en el país. Un aumento cercano a los 3°C traerá aparejado una probable expansión de los cultivos de café y de caña de azúcar hacia áreas de mayores latitudes. [GT2 3]

Las áreas cultivadas con maíz, arroz, frijol, algodón y girasol experimentarán una fuerte contracción en la región nordeste, con una pérdida significativa de la producción. Dos regiones podrán verse más afectadas: toda el área correspondiente a la zona agreste nordestina, en la actualidad responsable de la mayor parte de la producción regional de maíz, y las zonas de los cerrados o sabanas del nordeste de Brasil, tales como el sur del estado de Maranhão, el sur del estado de Piauí y el oeste del estado de Bahia.

#### Lagunas detectadas

- Uno de los desafíos que dificulta el desarrollo de estudios con variables climáticas ha sido la falta de información meteorológica de buena calidad en series completas de largo plazo.
- Gran parte de las proyecciones futuras sobre los impactos de los cambios climáticos en la agri cultura, se basan en las especies actuales sin adaptación. Faltan estudios sobre los escenarios agrícolas que incorporen el mejoramiento genético de los cultivos –fundamentalmente aquéllos, relacionados con la resistencia a las sequías.

# Los recursos naturales y su manejo. Los ecosistemas y sus usos.

#### Recursos hídricos

El cambio del clima impacta sobre el régimen hidrológico de las regiones hidrográficas brasileñas de manera diversa. Al analizar los efectos del cambio climático, se debe considerar la diversidad hidrológica del territorio brasileño.

Brasil posee una gran disponibilidad hídrica, distribuida de manera heterogénea en su territorio. El caudal promedio anual de los ríos en el territorio del país es de 179 mil m³/s –metros cúbicos por segundo–, lo que corresponde a aproximadamente un 12% de la disponibilidad hídrica superficial mundial.

La región hidrográfica amazónica cuenta con el 73,6% de los recursos hídricos superficiales de Brasil. Es decir, el caudal promedio de esta región es casi tres veces mayor que la suma de los caudales de todas las demás regiones hidrográficas brasileñas. El caudal específico indica dicha capacidad para una determinada cuenca. En Brasil, este indicador varía de menos de 2 l/s.km² –litros por segundo para cada quilómetro cuadrado—, en las cuencas de la región semiárida, hasta más de 40 l/s.km², en el noroeste de la región amazónica. [GT2 4.1]

El impacto del cambio del clima debe considerar la diversidad hidrológica del territorio brasileño. Se han realizado, diversos estudios destinados a detectar las tendencias en las distintas regiones y cuencas hidrográficas del país considerando las variaciones naturales y los efectos probables del cambio del clima. Las tendencias halladas para sus diversas regiones son las siguientes: [GT2 4.1]

• En la Amazônia no se verificaron tendencias significativas en las lluvias ni en los caudales durante las últimas décadas;

- En el nordeste, los estudios no han arribado a un consenso en la detección de tendencias de plazo largo en el régimen pluviométrico.
- Las precipitaciones y los caudales fluviales en la cuenca hidrográfica amazónica y en el nor deste del país presentan una variabilidad en las escalas anual u decenal más importante que las tendencias al aumento o a la disminución y que puede estar asociada a patrones de varia ción climática a gran escala.
- En el sur de Brasil y en el norte de Argentina se han observado tendencias al aumento de las lluvias y de los caudales de los ríos desde mediados del siglo XX. El sistema Paraná-Plata pre sentó una tendencia a la baja desde 1901 hasta 1970 y un aumento sistemático de caudales desde el comienzo de la década de 1970 hasta el presente. La región del bioma *Pantanal* también forma parte de esta cuenca, de modo tal que cualquier alteración en el caudal de los ríos mencionados tiene implicaciones directas en la capacidad de almacenamiento de ese enorme reservorio natural.
- La cuenca del río Paraná posee una serie de caudales no estacionarios cuyas características son éstas:

(i) las series de caudales naturales de los ríos Tietê, Paranapanema y Paraná —la corriente del río Grande— no son estacionarias y, además, han presentado un aumento de los caudales medios después de año de 1970;

- (ii) el índice de aumento de los caudales medios crece en el trayecto río arriba desde la cabecera;
- (iii) los puestos pluviométricos en las cuencas de los ríos Grande, Tietê y Paranapanema también presentan no estacionalidad; y
- (iv) solamente la cuenca del río Paranaíba mantuvo la estacionalidad de cuencas durante todo el período analizado.
- Las cuencas de la región sur y sudeste de Brasil tienen gran importancia para la generación hidroeléctrica: corresponden a un 80% de la capacidad instalada en el país. La ausencia de estacionalidad en las series de caudales puede tener un impacto significativo en el cálculo de la energía asegurada.

El impacto del cambio del clima debe considerar la diversidad hidrológica del territorio brasileño. Se han realizado, diversos estudios destinados a detectar las tendencias en las distintas regiones y cuencas hidrográficas del país considerando las variaciones naturales y los efectos probables del cambio del clima. Las tendencias halladas para sus diversas regiones son las siguientes: [GT2 4.1]

• Las precipitaciones en el norte y en el nordeste de Brasil no exhiben una tendencia definida de cambio: podría haber disminuciones significativas o aumentos moderados.

Factores sin relación con el cambio climático, tales como la agradación, —acumulación de sedimentos—pueden tener efectos sobre las existencias de agua. El aumento global de temperatura tiene consecuencias significativas en el incremento de la evaporación, lo que podrá ir en detrimento de la eficiencia de almacenamiento en los lagos.

 El cambio climático podrá tener efectos sobre los grados de recarga de las aguas situadas bajo la superficie, es decir, sobre los recursos de aguas subterráneas y renovables además de los niveles de las mismas.

El riesgo de desastres naturales, tanto en lo que se refiere a crecidas e inundaciones como a sequías, debe analizarse en conjunto con los conceptos de exposición y vulnerabilidad de las poblaciones. Eso también se debe sumar a la integración entre el sistema de alerta precoz, la coordinación de planes de acción local y la integración de planes de contingencia que podrán evitar los impactos fuertes, con alto índice de muertes provocadas por los eventos extremos, fundamentalmente en las áreas urbanas.

#### Lagunas detectadas

El conocimiento de la recarga corriente en aguas subterráneas en los países desarrollados y en desarrollo todavía es incipiente. Se han realizado pocos estudios acerca del impacto de los cambios climáticos en aguas subterráneas, incluso en lo atinente a sus efectos sobre la relación entre las aguas superficiales y los acuíferos que están conectados hidráulicamente.

# Ecosistemas de agua dulce y terrestres

Todos los biomas brasileños se encuentran vulnerables a los cambios climáticos. Las alteraciones en el uso de la tierra, la expansión territorial desordenada y las modificaciones en el régimen de lluvias constituyen indicaciones de la vulnerabilidad de los seis biomas brasileños.

Los principales impactos a los cuales están sujetos los sistemas naturales terrestres y acuáticos continentales brasileños comprenden:

- la deforestación, la fragmentación y el impacto sobre los recursos naturales renovables produc to de los cambios en el uso de la tierra; y
- el impacto sobre la calidad de los recursos hídricos y sobre el suelo debido a la
- contaminación derivada de la acción humana sobre la naturaleza. [GT2 4.2]

Estos dos tipos de impactos, a su vez, tienen efecto directo sobre el clima. Proyectados hasta 2100, aquellos ocasionados por los cambios climáticos comprenden la alteración en el régimen de lluvias y el aumento de la temperatura en todo el territorio brasileño prácticamente, lo que desencadenará la extinción de especies o alteraciones en la distribución geográfica de las mismas. [GT2 4.2] Todos los biomas brasileños presentan puntos de vulnerabilidad:

- La Mata Atlântica, el bosque atlántico brasileño, por su pequeña y fragmentada cobertura forestal remanente.
- El Cerrado, la sabana brasileña, por su pequeña cobertura de áreas protegidas ante la expan sión agrícola rápida.
- La Caatinga, el semiárido nordestino, por la degradación acelerada del medio ambiente que, en algunos puntos está llevando a la desertificación.

- El *Pantanal*, por su vulnerabilidad ante los cambios en su régimen de inundaciones, fundamen talmente frente a los escenarios de sequía proyectados.
- Las *Pampas*, por los profundos cambios en el uso de la tierra combinados con la susceptibili dad a las especies invasoras.
- La Amazônia, por la demanda de expansión de la infraestructura que no puede correr el riesgo llevarse a cabo desordenadamente. En todos estos biomas, los cambios tornan también a la sociedad vulnerable en factores tales como la economía y la salud. [GT2 4.2]

## Lagunas detectadas

Existe una necesidad de implementar estrategias de adaptación a los cambios en curso. En tal sentido, algunas iniciativas de adaptación basadas en los ecosistemas concilian la conservación de la naturaleza con el desarrollo humano. Dichas iniciativas deben cobrar mayores dimensiones.

# El sistema costero y las áreas costeras bajas

El sistema costero brasileño y las áreas costeras bajas son vulnerables al aumento del nivel del mar. Urge conocer y mapear las vulnerabilidades en toda la extensión de la costa brasileña.

El sistema costero y las áreas costeras bajas son vulnerables al aumento del nivel del mar, de acuerdo con los resultados presentados en el *GT1*. La carencia de información relacionada con los efectos de los cambios climáticos sobre los ecosistemas costeros en Brasil impide cuantificar los impactos futuros. Es necesario conocer y mapear las vulnerabilidades en toda la extensión de la costa brasileña.

Se han hallado algunos estudios locales que abordan básicamente los efectos de una elevación probable del nivel promedio del mar sobre tales sistemas. [GT2 4.3]

Algunos de los impactos relacionados que se observaron consistieron en alteraciones significativas de los caudales de los principales ríos brasileños, con aumento de volumen en las cuencas del Plata y del Paraná, y disminución en las cuencas amazónicas y del *Pantanal*. La variación de estos volúmenes implicará en una nueva dinámica del transporte sedimentario y sus consecuentes efectos en la línea de playa.

Otros impactos detectados en los estudios son los siguientes:

- erosión y progradación costera;
- daños en obras de protección costera;
- perjuicios estructurales u operativos en puertos y terminales;
- daños en obras de urbanización de ciudades del litoral;
- daños estructurales o perjuicios operativos en obras de saneamiento;
- la exposición de ductores enterrados o daños estructurales en ductores expuestos;
- la intrusión salina en estuarios;
- la intrusión salina en acuíferos;
- la evolución de los manglares y
- daños en arrecifes de corales.

El escenario está planteado. No cabe duda de que el desafío –que consiste en adaptarse y atenuar las consecuencias de estos fenómenos– es enorme, y no puede concretarse sin marco técnico de referencia detallado, compuesto por análisis de vulnerabilidad en micro y macro escala.

#### Lagunas detectadas

- Existe una gran carencia de información relacionada con los efectos de los cambios climáticos sobre los ecosistemas costeros en Brasil, como así también acerca de la vulnerabilidad de di chos ecosistemas a las referidas alteraciones. La información escasa disponible está ligada a algunos estudios locales y básicamente aborda los efectos de una posible elevación del nivel promedio del mar sobre esos sistemas.
- Existen análisis sobre la vulnerabilidad a nivel nacional, tal como se ha dicho aquí, o en escala local, lo que deja una laguna en términos de planificación. A estos factores se alía el grado de incertidumbre en la propia definición cuantitativa de los cambios climáticos en todo el globo que genera un escenario de indefinición en cuanto a la toma de decisiones por parte del poder público.
- Es necesario invertir en una monitorización ambiental, sistemática y a largo plazo, en el or denamiento territorial y en la gestión costera. Se requieren medidas de adaptación a los efectos de solucionar cuestiones futuras tales como el retroceso, la acomodación y la protección de las líneas de playas.

#### Los ecosistemas oceánicos

Los cambios climáticos pueden promover una redistribución en gran escala del potencial máximo de pesca de varias especies, con un aumento en las regiones de altas latitudes y disminución en los trópicos. Brasil podrá ver mermar su potencial de pesca en un 6% durante los próximos 40 años.

Los principales efectos observados en los océanos son consecuencia del almacenamiento de una cantidad de calor proveniente de la atmósfera que promueve un aumento considerable de la temperatura del agua de las capas superficiales, así como un aumento del nivel del mar ocasionado por la expansión térmica del agua. Una consecuencia no menos grave es también la acidificación de los océanos en razón de la disolución del dióxido de carbono en el agua. Todas estas alteraciones han venido provocando diversos efectos diversos sobre la vida marina existente en los océanos.

Estudios recientes han demostrado que los cambios climáticos pueden promover una redistribución en gran escala del potencial máximo de captura (PMC) de diversas especies, es decir, el potencial de pesca, con un aumento situado entre un 30% y un 70% en zonas de altas latitudes y una disminución en los trópicos. Las pérdidas y ganancias del PMC en las latitudes tropicales serán del orden del 10%, pero pueden alcanzar valores ubicados entre el 15% y el 50% en la parte oeste tropical del océano Atlántico, a lo largo de la costa brasileña. El pronóstico indica que Brasil disminuirá un 6% su PMC en los próximos 40 años. [GT2 4.4]

También pueden surgir aspectos positivos, resultantes de los cambios en el medio ambiente. Existen estudios que apuntan un aumento de la producción pesquera en algunas regiones como consecuencia de las alteraciones en los patrones de distribución y abundancia de algunas especies, entre otros aspectos de su biología. [GT2 4.4]

#### Lagunas detectadas

- Poco se sabe todavía acerca de los efectos de los cambios climáticos sobre el ecosistema pelá gico oceánico y los organismos marinos que habitan en él, muchos de los cuales constituyen recursos de valor comercial elevado o de gran relevancia para la seguridad alimentaria de innumerables comunidades pesqueras en diversas partes del mundo.
- Existe mucha incertidumbre, y queda mucho aún para evaluarse. Las respuestas a las cuestio nes relacionadas con el cambio del medio ambiente en el ecosistema oceánico no podrán hallarse ni construirse sin la concreción de investigaciones que permitan profundizar los cono cimientos sobre las conexiones entre la atmósfera y el océano, fundamentalmente en lo con cerniente a los efectos de los cambios climáticos sobre el dicho ecosistema y sus habitantes.

# Sistema alimentario y seguridad

El calentamiento global podrá poner en riesgo la producción de alimentos en Brasil. Los cambios climáticos tendrán un efecto diferenciado sobre la oferta de alimentos en las distintas regiones del país que puede perder alrededor de 11 millones de hectáreas de tierras aptas para la agricultura, debido a las alteraciones climáticas hasta 2030.

El calentamiento global podrá poner en riesgo la producción de alimentos en Brasil, en caso de que ninguna medida mitigadora y de adaptación se lleve a cabo. Los escenarios agrícolas apuntan una reducción del área cultivable de "bajo riesgo y alto potencial" en 2020 y 2030. Brasil podrá perder cerca de 11 millones de hectáreas de tierras adecuadas a la agricultura, debido a las alteraciones climáticas hasta 2030. [GT2 4.5]

Los efectos negativos sobre la oferta de commodities deben resultar en precios significativa ente más elevados para algunas de esas materias primas, especialmente los alimentos básicos tales como el arroz, el frijol y todos los productos cárnicos. Esto compensará la declinación de la productividad sobre el valor de la producción agrícola, pero podrá tener efectos negativos importantes sobre la vida de los pobres y su consumo de esos alimentos básicos.

Frente a ello, se listan abajo algunas medidas adaptativas para el sector agropecuario: [GT2 4.5]

- Para lograr el desarrollo nacional, la seguridad alimentaria, la adaptación y la atenuación de los cambios climáticos, como así también para alcanzar las metas comerciales durante próxi mas décadas, Brasil deberá elevar en forma significativa la productividad por área de los sistemas de cultivo de productos alimenticios y de pasturas, reduciendo al mismo tiempo el des monte y recuperando millones de hectáreas de tierra degradada. Éstas constituyen medidas necesarias de adaptación a las mencionadas alteraciones del clima.
- A su vez, las medidas adaptativas podrían impulsar avances en la incorporación de nuevos mo delos y paradigmas de producción agropecuaria. El enfoque en la descentralización de la producción, en la búsqueda de soluciones más adaptadas a las condiciones locales, en la diversificación de la oferta interna de alimentos y en la calidad nutricional constituye una pro bable solución para la adaptación de la agricultura. Asimismo, se debe apuntar al mejora miento genético de variedades tolerantes a las sequías, a la transición de la producción de mo nocultivos hacia sistemas integrados, a la ampliación del acceso a la tecnología de irrigación eficiente y a la implementación de mecanismos de gestión que conserven y eleven el nivel de carbono del suelo.
- La utilización de nuevas prácticas para el manejo agrícola contribuye a la superación de los problemas ocasionados por los eventos extremos en el clima, como por ejemplo,

la defensa contra las heladas que inciden sobre los cafetales o la adopción de culturasmás tolerantes a las seguías en cultivos no irrigados.

El desarrollo de nuevas tecnologías agrícolas, además de promover la reducción de la emisión de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), incentiva el incremento de la productividad de los cultivos.

- El gobierno brasileño y el sector privado han venido impulsando constantemente la implemen tación de mejores prácticas agrícolas de conservación del suelo, tales como el plantío directo y los sistemas más eficientes en términos de recursos, de la misma manera que los ordenamien tos de integración cultivo-ganadería que son, por naturaleza, más resistentes a los choques climáticos que algunos modos de cultivo intensivo.
- El gobierno ha venido otorgando créditos y financiaciones para el plan de mitigación y de adaptación a los cambios climáticos para la consolidación de una economía de emisión baja de carbono en la agricultura, conocido como *Plano ABC* y que integra tecnologías sostenibles y desarrolladas para las condiciones tropicales y subtropicales.
- La acumulación de carbono en el suelo agrícola también puede calificar para hacerse acree dor al pago créditos de carbono en los mercados futuros voluntarios y formales.

## Lagunas detectadas

Existen pocos estudios destinados a cuantificar los factores de emisión tropicales y los sistemas agropecuarios adaptados.

Se vuelve especialmente urgente contar con evaluaciones más integradas y avanzadas acerca del impacto de las alteraciones del clima en el sector agropecuario, a los efectos de orientar a los formuladores de políticas en cuanto a las prioridades y al escalonamiento de las inversiones.

Una investigación reciente, realizada por la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, la compañía estatal brasileña de investigación agropecuaria, reveló que, aun mediante el empleo de técnicas avanzadas de reproducción, se requieren alrededor de 10 años de actividades de investigación y desarrollo (I&D), con un costo mínimo de alrededor de 6 millones de reales, para desarrollar, probar y producir un cultivar nuevo o una variedad tolerante al calor y/o a la sequía. [GT2 4.5]

## LOS CONGLOMERADOS HUMANOS, LA INDUSTRIA Y LAINFRAESTRUCTURA

#### Áreas rurales

Los impactos de los cambios climáticos surgirán a nivel regional y estarán concentrados fundamentalmente en las regiones más pobres de Brasil.

Los resultados muestran que la región nordeste, debido a su alta vulnerabilidad social, y los estados de Mato Grosso y Mato Grosso do Sul, por la concentración de la producción agrícola en la soja, se verían afectados en intensidades relevantes en sus economías. Las mermas previstas serían superiores al 5% del PIB para la mayor parte de los estados mencionados. [GT2 5.1]

Estudios apuntan un recrudecimiento de los flujos migratorios en dirección hacia la región sudeste de Brasil, cuya intensidad dependerá, lógicamente, del escenario en cuestión. Cabe acotar que esto se refiere a los flujos migratorios de trabajadores de calificación laboral baja. Los municipios del nordeste que exhiben los peores indicadores sociales de la región sufrirán los impactos mayores de los cambios en su clima. [GT2 5.1]

Esos impactos ocurrirán a nivel regional, concentrados en las regiones más pobres de Brasil. Se hacen necesarias estrategias de adaptación para promover la resiliencia de las poblaciones afectadas.

#### Áreas urbanas

Las ciudades brasileñas son vulnerables a los cambios climáticos, y los impactos probables de estas alteraciones se concretarán en diferentes escalas, de acuerdo con la vulnerabilidad y las características específicas de cada región de Brasil.

Las ciudades afrontan impactos significativos como resultado de las alteraciones climáticas en el presente; y los enfrentarán en el futuro. Estos impactos tienen consecuencias potencialmente graves sobre la salud humana y sobre los medios de subsistencia, especialmente en lo que respecta a la población urbana más pobre, a los asentamientos irregulares y a otros grupos vulnerables.

Aumentar de la resiliencia de las ciudades implica abordar la disminución de la base de la pobreza. Una ciudad resiliente es aquélla que se encuentra preparada para afrontar los impactos climáticos actuales y futuros, limitando así su magnitud y su gravedad.

Las ciudades brasileñas son vulnerables a los cambios climáticos. Casi todo el nordeste, el noroeste de Minas Gerais y las regiones metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Salvador, Brasília y Manaus son las áreas de Brasil más susceptibles a los efectos de los cambios en el clima que pueden acaecer hasta el final de este siglo. [GT2 5.2]

Durante los próximos 30 años, la ciudad de Rio Janeiro es la que más sufriría entre los municipios del estado brasileño homónimo con el aumento del nivel del mar, las lluvias intensas, las inundaciones y la pérdida de biodiversidad, sumados al aumento de casos de enfermedades inducidas por los cambios climáticos.

El mapa que se ve a continuación exhibe las áreas de Brasil más susceptibles a las alteraciones del clima.

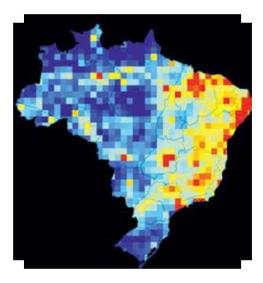


Figura SEE.1. Áreas de Brasil más susceptibles a los cambios climáticos según el índice mixto para la medición de la vulnerabilidad de la sociedad y del clima de una región (SCVI). Las áreas más susceptibles a las alteraciones del clima aparecen en rojo y corresponden a los territorios con mayor densidad demográfica.

Los impactos probables de estos cambios se producirían en diferentes escalas, de acuerdo con las características específicas de cada región de Brasil. Urge conocer y mapear las vulnerabilidades de las regiones brasileñas para detectar, proponer e implementar medidas de adaptación. [GT2 5.2]

Por tratarse de las consideraciones sobre los cambios climáticos y los riesgos de desastres en

las ciudades, en términos prácticos, la reducción del riesgo de desastres y la adaptación a los cambios climáticos pueden integrarse en diversos casos. [GT2 5.2]

# El sector de energía

El sector energético puede verse afectado de diversas maneras por los cambios del clima, tanto en lo que atañe a la base de recursos energéticos y a los procesos de transformación como a los aspectos diversos, relativos al transporte y al consumo de energía.

En términos de oferta de energía, prácticamente todas las opciones están expuestas a algún grado de vulnerabilidad a los cambios del clima.

El sector energético puede verse afectado de diversas maneras por los cambios del clima, tanto en lo atinente a la base de recursos energéticos y a los procesos de transformación como en los aspectos relativos al transporte y al consumo de energía. [GT2 5.3.1]

En términos de oferta, prácticamente todas las opciones de energía están expuestas a algún grado de vulnerabilidad ante los cambios del clima. En general cabe esperar que las fuentes renovables sean más susceptibles a los cambios climáticos, ya que su potencial depende de un flujo que se encuentra íntimamente relacionado con las condiciones climáticas. Éste es el caso de la energía hidroeléctrica, y también el de la eólica y el de la biomasa. [GT2 5.3.1]

La infraestructura de transporte y traslado de energía puede extenderse por miles de kilómetros y, por ende, puede quedar expuesta a una serie de eventos extremos en el clima. La detección de las vulnerabilidades del sector energético ante los cambios climáticos resulta esencial para la formulación de políticas de adaptación. [GT2 5.3.1

## El sector industrial

El costo de la inacción puede impactar sobre los segmentos diversos de la industria brasileña, y puede alcanzar un valor más alto que el de implementar medidas adaptativas al cambio del clima.

Resulta fundamental ampliar los estudios y los mapeos de áreas de riesgo y establecer planes de prevención, fundamentalmente destinados a las áreas más vulnerables a los eventos extremos en el clima.

Los impactos ocasionados por desastres industriales pueden ser devastadores, con serias implicaciones cuando se combinan con factores tales como la falta de mapeos de las áreas de riesgo y de planes de prevención. Asimismo, se encuentran sujetos a los riesgos de desastres ambientales en el sector industrial también los sectores del comercio y de servicios que pueden verse afectados drásticamente por efectos distintos, directos e indirectos, tales como la paralización temporal del sistema de producción y distribución de mercaderías. [GT2 5.3.2]

El alcance y la magnitud de los impactos variarán de acuerdo con las condiciones locales, el tipo de industria instalada, los sistemas de transporte y los proyectos y políticas que han sido implementados, como así también según la capacidad de adaptación para minimizar los costos y los riesgos de accidentes.

Se hacen necesarias medidas de adaptación, lo que incluye detallar los riesgos y vulnerabilidades asociados para que el sector se desarrolle. Desde esta perspectiva, será preciso implementar planes de prevención y combate contra desastres que abarquen ni solamente a una unidad industrial

determinada, sino a todo el contexto regional en el cual cada unidad o complejo industrial se encuentra. [GT2 5.3.2]

El costo de la inacción puede impactar sobre los segmentos de la industria brasileña, y puede ser más alto que el costo de implementarse medidas adaptativas a los cambios climáticos.

## El sector de transportes

Los cambios climáticos afectarán a los sistemas de transporte, con impactos sobre la movilidad urbana en las grandes ciudades y consecuencias sobre el crecimiento de la economía y la calidad de vida de las poblaciones.

Las oportunidades de adaptación para el sector de transporte pueden estar asociadas a las acciones de mitigación, con inversiones en la mejora de la infraestructura y la diversificación de la matriz de transporte.

Los cambios climáticos podrán afectar a los sistemas de transporte, con potencial para impedir la movilidad urbana y con consecuencias sobre el crecimiento de la economía y la calidad de vida de las poblaciones. Todas las modalidades de transportes costeros son consideradas como vulnerables, pero la exposición y los impactos pueden variar según la región, el modo de transporte, la localización y la condición de la infraestructura de transporte. [GT2 5.3.3]

Proyecciones de cambios climáticos relacionadas con alteraciones del nivel del mar y variaciones de temperatura y de precipitaciones, sumadas de un incremento de la ocurrencia de eventos extremos en el clima –incluidas lluvias intensas– afectarán negativamente a la infraestructura de transporte. [GT2 5.3.3]

La planificación de sistemas de transporte debe contemplar el análisis de riesgo ocasionado por el aumento de temperatura y el aumento de la frecuencia y la intensidad de las precipitaciones, las inundaciones y las tempestades. Por eso resulta importante que deba ser implementada una integración de las políticas de clima, transporte y desarrollo, como así también adoptado una monitorización de los datos climáticos y hecha una nueva evaluación de las políticas y los estándares actuales para el transporte. [GT2 5.3.3]

Los esfuerzos de mitigación resultan esenciales para reducir la amenaza de los cambios climáticos. Con todo, es menester señalar que deben acelerarse las prácticas de adaptación, a los efectos de aumentar la resiliencia del sector y disminuir los impactos de los eventos extremos en el clima.

Con relación a las medidas de adaptación en los transportes, se ha detectado la implementación de algunas experiencias: reubicación de carreteras; cambios en los proyectos y reemplazo y adecuación de estructuras tales como puentes, carreteras y pavimentos, de manera tal de que soporten los efectos posibles que las condiciones meteorológicas y el cambio del clima podrán traer aparejados para el sector. [GT2 5.3.3]

Las oportunidades de adaptación para el sector de transporte pueden estar asociadas a las acciones de mitigación, que contribuirán a una mejor calidad del aire y a la reducción de las emisiones de GEI, con impacto positivo sobre la salud de las poblaciones y las condiciones de transporte, con un transporte público más eficiente, menos carbono-intensivo y más seguro. Así y todo, las inversiones en una infraestructura necesaria y adecuada al contexto de cambios climáticos, y en nuevas modalidades de transporte, también resultarán esenciales.

#### Lagunas detectadas

- Es preciso conocer y mapear las vulnerabilidades de las regiones brasileñas, tanto de sus áreas urbanas como rurales, para identificarlas y proponer e implementar medidas de adaptación.
  La detección de las vulnerabilidades del sector energético a los cambios climáticos resulta esencial para la formulación de políticas de adaptación.
- Los estudios científicos que hacen correlación entre los cambios climáticos y sus impactos en la industria siguen siendo muy raros. Resulta fundamental ampliar las investigaciones y mape os de las áreas de riesgos, y establecer planes de prevención, fundamentalmente para las áreas más vulnerables a los eventos extremos en el clima.
- La ausencia de estudios sobre las vulnerabilidades, los probables impactos de los cambios en el clima y las alternativas de adaptación para los transportes en Brasil se configura como una laguna en la literatura nacional sobre el cambio climático y los transportes.
- Se constata la necesidad de realizar nuevos estudios e investigaciones sobre la relación del cambio climático con la vulnerabilidad de la infraestructura de transportes, que haga posible la generación de aportes más conclusivos, que puedan aplicarse en la implementación de políticas públicas, en la planificación y en la identificación de soluciones para el sector.

## SALUD HUMANA, BIENESTAR Y SEGURIDAD

#### La salud humana

Los cambios climáticos y la ocurrencia de eventos extremos en el clima ponen en riesgo la salud humana, el bienestar y la seguridad de la población brasileña. Todo esto puede verse agravado en ausencia de políticas de salud y sanitarias.

Las alteraciones climáticas contribuyen en gran escala con las sequías e inundaciones que se han registrado con mayor frecuencia durante la última década, con efectos serios sobre la producción alimentaria, contribuyendo así al agravamiento del estado nutricional de las poblaciones de muchos países y muchas veces cegando vidas abruptamente durante estas catástrofes. [GT2 6.1]

Las comunidades más pobres pueden estar especialmente vulnerables por concentrarse en áreas de alto riesgo, por tener menos capacidad adaptativa y por ser más dependientes de recursos locales sensibles al clima. Los cambios climáticos ponen en riesgo la salud humana. [GT2 6.1]

Eventos extremos en la meteorología, tales como temporales, crecidas de ríos e inundaciones, olas de frío y de calor y sequías, se vuelven más frecuentes año tras año. Ellos pueden ocasionar muertes por desastres naturales, como así también por la aparición de enfermedades y por las pérdidas materiales, y representan un fuerte componente de fuerte vulnerabilidad dentro del contexto brasileño. [GT2 6.1.]

En Brasil las ciudades crecen a gran velocidad, pero sin planificación urbana. Los cinturones de pobreza aumentan en las periferias de los grandes centros urbanos y la desigualdad social y económica torna a los habitantes más vulnerables frente a los impactos de los cambios en el clima. [GT2 6.1]

Las construcciones precarias y en áreas de riesgo, la falta de saneamiento básico y exposición a las enfermedades constituyen ejemplos de la vulnerabilidad de los más pobres a los impactos de los eventos extremos en el clima. Los conglomerados urbanos también sufren con las alteraciones del perfil climático relacionadas con temas locales, tales como lo del uso del suelo. [GT2 6.1]

# La seguridad humana

Los cambios climáticos afectarán de manera más incisiva a determinados grupos demográficos que, de por sí, viven en situaciones de riesgo.

Treinta millones de personas que viven en áreas relativamente aisladas o remotas quedarán sujetas a los efectos de los eventos extremos en el clima, en una situación que puede ser de mayor vulnerabilidad aún, teniendo en cuenta las dificultades de acceso en caso de desastres.

Las consecuencias negativas de los eventos climáticos extremos –inundaciones, anegamientos, deslizamientos de laderas y desplazamientos de populaciones desde las zonas afectadas por crecidas o períodos de sequía prolongados– afectan tanto a las áreas rurales como a las áreas urbanas, con impactos e implicaciones diferenciadas. Por una parte, con el historial de rápido proceso de urbanización brasileño, el mayor volumen de personas expuestas queda concentrado en las áreas urbanas, como así también lo están gran parte de las inversiones sociales en infraestructura. Por otra parte, también se ven afectadas las poblaciones rurales y las actividades productivas primarias, la agricultura y la ganadería, que son sumamente susceptibles a las variaciones climáticas. [G722 6.2]

El aumento de la población urbana y del grado de urbanización replantea la preocupación con la relación existente entre la desigualdad social y los problemas ambientales, fundamentalmente en el contexto de cambio climático, y específicamente en el caso de los eventos extremos en este ámbito. [GT2 6.2]

Este proceso de expansión urbano se concretó en buena medida sin una planificación adecuada y mediante la ocupación de áreas impropias, susceptibles a inundaciones y deslizamientos de tierra. La intensificación de ciertos eventos en el clima genera una nueva emergencia que requiere que se enfrenten estos temas.

Aun con esa importante concentración demográfica en las áreas urbanas, cabe destacar que existe un significativo contingente de residentes en áreas rurales. Son 30 millones de personas que se encuentran en áreas relativamente aisladas o remotas. Y dichas poblaciones también estarán sujetas a los efectos de los eventos extremos que ocurran en el clima, en una situación que puede ser aún de mayor vulnerabilidad, teniendo en cuenta las dificultades de acceso en caso de desastres. Poblacionales específicas, debido a sus características culturales y de organización económica, como en los casos de las comunidades originarias y remanentes de palenques, son particularmente susceptibles a esos hechos climáticos probables que requieren una actuación específica. Esto es todavía más importante luego de situaciones de desastre, cuando la rearticulación necesaria de su estructura de organización social puede requerir mucho tiempo para finalizarse. [GT2 6.2]

Todavía no existe un sistema nacional de registro de ocurrencias de desastres. Teniendo en vista la recurrencia de fenómenos extremos en el clima, resultaría importante construir incluso, un archivo histórico, en el cual se quede almacenada la información sobre los desastres, las medidas tomadas en cada momento –durante y después de los eventos– y se contextualize de manera pormenorizada de los aspectos característicos de la zona antes de cada ocurrencia.

Sería importante también, desde esta perspectiva histórica, realizar un seguimiento de la evolución de la situación de desastre en el transcurso del tiempo, informando qué sucedió con el área de ocurrencia del desastre, qué sucedió con las poblaciones afectadas y cuál fue la eficacia de las acciones que puso en práctica el poder público en lo que concierne a los diversos factores implicados. Dicho seguimiento y una evaluación crítica de los procedimientos serían ciertamente fundamentales para asegurar la mejora del sistema de seguridad social frente a situaciones de riesgo, fundamentalmente en la coyuntura actual, cuando los efectos de los cambios en el clima empiezan a hacerse sentir. [GT2 6.2]

# Subsistencia y pobreza

Los impactos de los cambios en el clima acentuarán aún más las desigualdades sociales. Y tenderán a generar inseguridad alimentaria, en función de la merma en la producción de la agricultura de subsistencia, con la falta consiguiente de alimentos en las poblaciones expuestas directamente a las adversidades climáticas.

Las poblaciones más vulnerables a los efectos del clima son aquéllas que, por razones de índole social, se encuentran más expuestas a los desastres ambientales, y que, a su vez, tienen menos capacidad de protegerse y de responder a los impactos adversos, debido su limitación en cuanto al acceso a los bienes y servicios básicos, incluso los de salud. [GT2 6.3]

Ante la perspectiva de los cambios climáticos, las comunidades dedicadas a la agricultura familiar dependiente de las lluvias serán mucho más sensibles a los cambios en los niveles de precipitaciones en comparación con otras cuyo medio de subsistencia dominante es menos sensible a los factores del clima. Del mismo modo, un ecosistema frágil como la Caatinga del semiárido brasileño es más sensible que otros a la disminución de la precipitación.

Otra consecuencia de la elevación de la vulnerabilidad se relaciona con la alta concentración de la población en las zonas urbanas, fundamentalmente de gente dependiente de actividades de subsistencia que huye de las condiciones adversas de las áreas rurales, más vulnerables a dichos riesgos. A su vez, debe subrayarse que se agravarán las condiciones de supervivencia, con implicaciones sobre la pobreza y, por consiguiente, sobre el tipo y la calidad de alimentación de las personas, lo que tendrá como resultado grados variados de desnutrición y problemas de salud. Cabe considerar también los aspectos de la inseguridad alimentaria, en función de la merma prevista en la producción de la agricultura ejercida en los moldes tradicionales. Las migraciones hacia pueblos y ciudades agravarán el tipo y la calidad de la alimentación de las personas, lo que resultará en distintos grados de malnutrición y problemas de salud, como consecuencia del deterioro de las condiciones sanitarias de las periferias de los centros urbanos. [GT2 6.3]

La ocurrencia en territorio brasileño de distintas enfermedades infecciosas endémicas sensibles al clima puede resultar en una alteración de los respectivos ciclos y facilitar tanto el aumento como la disminución de incidencias, debido a variaciones de temperatura y humedad, entre otros factores. Cabe también contemplar la posibilidad de que haya una redistribución espacial de las mismas, como consecuencia de ciertos fenómenos demográficos regionales. Éste fue el caso de los brotes de *leishmaniasis* sistémicos o viscerales, observados en distintas capitales de estados del nordeste a comienzos de las décadas de 1980 y 1990, como consecuencia de la gran migración rural-urbana impulsada por sequías prolongadas. [GT2 6.3]

Se espera en el nordeste brasileño un mayor impacto de los cambios de clima, con disminución de la pluviosidad y un aumento de temperatura, con consecuencias sobre la producción de alimentos derivados de cultivos tradicionales. Estos impactos tenderán a generar inseguridad alimentaria, en función de la merma en la producción de la agricultura de subsistencia.

Los impactos de los cambios en el clima, con reflejos sobre la producción de alimentos y, de manera más abarcadora, sobre las condiciones de vida de las poblaciones más vulnerables, probablemente acentuarán más aún las diferencias sociales, lo cual afectará especialmente a los más pobres y resultará en hambre, pues las poblaciones pobres quedan expuestas más directamente a las adversidades climáticas. La agricultura industrializada quizá pueda afrontar mejor los cambios del clima; pero la de subsistencia enfrentará mayores dificultades y deberá adaptarse radicalmente mediante la explotación de actividades más apropiadas con respecto a su vulnerabilidad. [GT2 6.3]

Con relación al bioma Amazônia, se plantean grandes retos en lo que hace a su conservación y preservación, que involucran mantener las actividades económicas sin destruir nuevas áreas y mitigar los riesgos de los cambios climáticos. La política agrícola y ambiental también es importante para resolver temas que relacionan aspectos sociales con los ambientales en esto bioma. La disminución de la destrucción de los recursos naturales en la región dependerá del desarrollo de actividades agrícolas más sostenibles y de incentivos tales como el Pago por Servicios Ambientales.

#### Lagunas detectadas

- Se hacen necesarias más investigaciones sobre los efectos de estos eventos climáticos y sus impactos sobre la salud humana que sirvan de apoyo para la estructuración y la aplicación de acciones de adaptación y reducción de la vulnerabilidad de la población frente a los mismos. Incluso, el tema de la salud humana debe ampliarse, extenderse más allá de las consideracio nes convencionales sobre la adaptación de las poblaciones afectadas, pasando también a contemplar los beneficios colaterales potenciales que debe considerarse al formular políticas de mitigación.
- No existe un mapeo sistemático de las áreas más sujetas a peligros y riesgos ocasionados por los cambios climáticos. Los existentes, si se encuentran disponibles, no son de acceso fácil por los habitantes de las regiones en cuestión ni los individuos interesados en residir en dichas áreas. Más allá de los mapeos, resulta importante entender la realidad social en que se en cuentran los grupos más vulnerables, de manera tal de diseñar políticas más efectivas de miti gación de dicha vulnerabilidad.
- La bibliografía sobre los desastres y sus abordajes se encuentra bien consolidada internacional mente, pero en Brasil sigue siendo una discusión poco desarrollada.

# Impactos sobre sectores múltiplos, riesgos, vulnerabilidad y oportunidades

Los impactos de los cambios en el clima acentuarán las desigualdades sociales. Y tenderán a generar inseguridad alimentaria en función de la merma en la producción de la agricultura de subsistencia, con la falta consiguiente de alimentos para las poblaciones expuestas directamente a las adversidades climáticas.

Los estudios analizados revelan, en buena medida, que los impactos económicos de los cambios en el clima global tienden a ser más intensos en términos relativos en las regiones menos desarrolladas cuando se contemplan las diversas escalas territoriales.

Los efectos con mayor probabilidad de ocurrencia identificados en el marco de estos estudios son los siguientes: [GT2 7]

- a. una reducción significativa de las áreas agrícolas en bosques y montes;
- b. la expansión de las áreas de pasturas;
- c. las regiones más severamente afectadas se ubicarían en el nordeste y centro-oeste del país;
- d. el estímulo probable al plantío de la caña de azúcar;
- e. la disminución del crecimiento económico;
- f. impactos homogéneos sobre los sectores económicos e las regiones del país;
- g. Además de la agricultura y la ganadería que son los sectores usualmente más sensibles a los cambios climáticos, otros sectores también se verían afectados negativamente;
- h. Una "ganaderización" más acentuada de las zonas rurales del nordeste del país;
- i. el incremento de las desigualdades regionales;
- j. la potenciación de las fuerzas de expulsión poblacional en zonas rurales;

- k. la presión sobre la demanda de servicios públicos en los grandes conglomerados urbanos;
- el aumento de la pobreza; m. el aumento de la frecuencia y la intensidad de eventos extre mos en el clima tendería a generar impactos adversos sobre la productividad y la producción de agrícola, con desdoblamientos perversos sobre la seguridad alimentaria;
- n. las lluvias intensas y las inundaciones les impondrían crecientes costos a los conglomerados urbanos;
- o. las condiciones de salud humana en Brasil podrían verse severamente afectadas, fundamen talmente en razón del historial de afecciones de transmisión hídrica, de enfermedades transmitidas por vectores y de dolencias respiratorias;
- p. los cambios en el clima podrían ser tenidos como potenciadores de situaciones de riesgo, toda vez que tenderían a intensificar la aparición de enfermedades tropicales, pobreza y desastres;
- q. vulnerabilidades asociadas a los cambios en el clima del semiárido nordestino podrían tener, sobre todo, efectos en la disponibilidad de agua, la subsistencia regional y la salud de la población —os agentes más vulnerables a los cambios climáticos serían aquéllos con menos recursos y menor capacidad de adaptación, tales como los trabajadores de bajos ingresos,
- r. especialmente los agricultores de subsistencia del área del semiárido—, lo que obligaría a las poblaciones a migrar, generando oleadas de refugiados ambientales del clima hacia las gran des ciudades de la región o, mismo, hacia otras, aumentando así, los problemas sociales que ya se encuentran presentes en las metrópolis;
- s. la vulnerabilidad económica a los cambios en el clima de los estados brasileños de la región centro-oeste, en ambos escenarios (A2 y B2) del *IPCC*, sería la que registraría mayores impac tos en los costos: en el escenario B2 estos ascenderían al 4,5% del PIB en 2050, fecha para la cual se estimó una pérdida permanente de un 3,1% del PIB regional para la región norte, de un 2,9% para el nordeste y de un 2,4% para el sudeste, en comparación con lo que podría
- t. haber sucedido en un mundo sin cambios climáticos, mientras que la región sur se beneficia ría en ambos escenarios, significativamente mejor en el A2, con un gano calculada en un 2% del PIB regional;
- u. la vulnerabilidad económica de la región nordeste, con efectos negativos sobre el PIB y el empleo al final del período de la proyección, particularmente en los estados de Pernambuco, Paraíba y Ceará, cuando comparados con la situación sin cambios en el clima.

#### Lagunas detectadas

Existen pocos estudios que abordan en conjunto el tema de la adaptación a los cambios climáticos en los diversos sectores de la economía. Algunos sectores cuentan con muchos estudios relacionados a los impactos ocasionados por los mismos. Tales son los casos de la agricultura y la energía, por ejemplo; en tanto que en otros, como el transporte y la industria, las investigaciones todavía son escasas.

# IMPACTOS, VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN A NIVEL REGIONAL

#### La región norte

La deforestación en la Amazônia intensifica la vulnerabilidad del bioma ante los cambios de clima. De este modo, la función reguladora del clima global, regional y local que ejerce la selva amazónica se ve amenazada.

De acuerdo con 23 modelos del *IPCC*, la intensificación de la estación seca y el retraso en el comienzo de la estación lluviosa en las regiones del sudeste amazónico cuentan con un 80% de probabilidades de concretarse. Resulta importante hacer hincapié en que cada grado de alteración de la temperatura en un ambiente tropical es "percibido" con mayor impacto por las especies tropicales en comparación con las especies de las áreas templadas.

La región amazónica se encuentra actualmente amenazada por el desmonte que es responsable de la erosión genética y las emisiones de gases de efecto invernadero. Durante los últimos cinco años se han registrado avances con relación a la monitorización y el control de la deforestación en el bioma Amazônia con una significativa disminución de sus índices anuales entre 2005 y 2012. Nuevos instrumentos de gestión ambiental, tales como los Pagos por Servicios Ambientales (PSA), surgen como un camino prometedor para la promoción de la conservación tendiente a mitigar los cambios climáticos, con la adaptación consiguiente. [GT22 8.1]

Debido a los profundos cambios en el uso de la tierra que se han venido ocurriendo en la región norte de Brasil, fundamentalmente a partir de mediados del siglo XX, su función reguladora del clima global, regional y local se encuentra amenazada.

En caso de que la frecuencia de eventos El Niño aumente como consecuencia del calentamiento global, las selvas arrojarán sus grandes reservas de carbono hacia la atmósfera. El futuro de la acumulación de CO2 y, por consiguiente, el momento en que a concentración llegue a niveles "peligrosos", dependen de la absorción de carbono constante por parte de la biosfera, lo que comprende un aporte importante desde la selva amazónica.

Los distintos modelos globales utilizados en el *IPCC Third Assessment Report – IPCC TAR*, el Tercer Informe de Evaluación del *IPCC*, y en el Cuarto Informe de Evaluación –o AR4, por su sigla en inglés—del panel discrepan entre si acerca de las tendencias de precipitación en el bioma *Amazônia*. Algunos proyectan una reducción de la pluviosidad, en tanto que otros apuntan un aumento; pero el promedio de ambas herramientas indica una mayor posibilidad de disminución de las precipitaciones.

Con relación a las temperaturas, todos los modelos proyectan una tendencia al calentamiento relevante para Brasil. Se observa que las anomalías de temperatura en el estado de Pará variarán entre 4°C y 5°C con relación a los promedios registrados en el período 1961-1990, teniendo como parámetro el escenario A2 del AR4, en tanto que, en las condiciones del escenario B2, el aumento quedó estimado entre 3°C y 4°C. [GT2 8.1]

La proyección de clima regionalizada para el bioma *Amazônia* exhibe, para el final del siglo, una reducción de las lluvias ubicada entre el 40% y el 45% y un aumento de 5°C a 6°C en la temperatura. [SE GT1]

#### Lagunas detectadas

Incertidumbre en lo concerniente a las tendencias de eventos climáticos extremos para la Amazônia, fundamentalmente debido a la falta de datos sobre el largo plazo confiables y al acceso restringido a la información para regiones tan extensas.

# La región nordeste

La región nordeste de Brasil es sumamente vulnerable a los cambios climáticos en determinadas condiciones fisiográficas, climáticas, sociales y económicas. Deberá sufrir una mayor migración demográfica hacia el medio urbano, mientras que su sector agrícola experimentará una intensificación de los efectos migratorios, como resultado de los impactos causados por los cambios globales en el clima.

La región nordeste exhibe condiciones fisiográficas, climáticas y socioeconómicas que requieren atención a la hora de diseñar políticas de adaptación a los impactos derivados de las probables alteraciones climáticas. Estudios relacionados con los impactos de dichos cambios sobre recursos hí

dricos y costeros, el proceso de desertificación y los sectores económicos de la agricultura –incluida la agricultura familiar–, la energía y la salud confirman la fragilidad de esta zona de Brasil. [GT2 8.2]

La región posee la menor disponibilidad hídrica entre todas las que integran el país y presenta una variabilidad temporal -en escala anual y decenal- fuerte de su régimen de lluvias. Los factores que determinan esto son bastante conocidos y, por tal motivo, su pronóstico se está utilizando en la actualidad como estrategia de adaptación a los cambios en el clima. Se esperan aumentos en los niveles de temperatura y los índices de evaporación y acentuación de los eventos extremos en el clima -lo que generaría impactos significativos sobre los niveles de los reservatorios de la zona que constituyen la base de la planificación y de la gestión de los recursos hídricos del nordeste brasileño. [GT2 8.2]

Buena parte del sector agrícola de la región nordeste de Brasil, especialmente los cultivos de mandioca, algodón, soja, arroz, maíz y frijol se verían fuertemente impactados por los cambios en el clima global. El territorio dedicado al cultivo de la mandioca o yuca experimentará una reducción drástica y podrá, incluso, desaparecer del semiárido. Diversos estudios apuntan también una intensificación de los efectos migratorios, resultante de los impactos de los cambios en el clima sobre la agricultura. [GT2 8.2]

En el sector energético, la participación de la región nordeste está centrada en las fuentes hidráulicas, de biomasa y eólica. Estudios apuntan favorablemente hacia la generación de energía de biomasa y eólica, en tanto que la generación de energía hidroeléctrica sufriría impactos negativos debido a su dependencia con relación a los niveles y variaciones de los caudales naturales de los grandes reservorios, como así también de los niveles elevados de evaporación. [GT2 8.2]

En los ambientes costeros, estudios preliminares y de carácter reflexivo señalan impactos que deben analizarse en el marco de la complejidad del comportamiento marino, con el fin de detectar su relación con diversas actividades humanas desarrolladas sobre el medio ambiente y con la estabilidad de los ecosistemas costeros. El principal resultado esperable es un importante retroceso de la línea de costa en la región nordeste y un aumento de la vulnerabilidad de ecosistemas sensibles a las pequeñas variaciones de temperatura, tales como los arrecifes coralinos. [GT2 8.2]

La región nordeste presenta amplios focos de espacios geográficos en proceso de desertificación, con impactos negativos para sus indicadores sociales y económicos. En el sector de salud, los estudios ratifican la relación existente entre la severidad de los impactos de las alteraciones climáticas y los niveles de deshidratación, los trastornos respiratorios y la redistribución de las enfermedades infecciosas, debido los habituales eventos de migración. [GT2 8.2]

## Lagunas detectadas

- Ausencia de asistencia técnica para la agricultura familiar de la región frente a los escenarios de cambios climáticos.
- Necesidad de intensificarse los actuales ordenamientos sociales y económicos, de apoyo po lítico-institucional y técnico, toda vez que desempeñan un papel importante en la adaptación a los cambios climáticos.
- Desarrollo y aplicación de nuevas prácticas agrícolas más sostenibles y adaptadas al nordeste.
- Hay pocos estudios sobre las zonas costeras, considerándose la complejidad del ambiente marino a la hora para identificar su relación con actividades que allá son ejercidas por el Hom bre.
- Estudios todavía incipientes que se enfoquen en el análisis de la relación de los cambios climá ticos con el proceso de desertificación.

# La región sur

Los impactos negativos sobre la salud en la región sur de Brasil podrán surgir debido a la intensificación de la ocurrencia de enfermedades infecciosas endémicas sensibles las variaciones del clima. Desastres tales como los deslizamientos de tierra o aludes, las muertes por ahogamiento y los derrumbes podrán volverse más frecuentes. La producción agropecuaria en la región es vulnerable a los cambios climáticos.

Como el éxito de la producción agropecuaria está directamente relacionado con el clima, gran parte de la economía de la región sur se ve directa o indirectamente bajo el influjo de variabilidad o anomalía climática.

No son escasos los registros del fenómeno de El Niño – Oscilación del Sur (ENOS) que acentúan las características de condicionante de adversidad del clima sobre las producciones agrícolas, determinando récords de producción o pérdidas generalizadas. [GT2 8.3]

A la condición meteorológica ya afectada por el ENOS, sumase registros de aumentos de la temperatura ambiente en los más diversos municipios de los estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina y Paraná, que inevitablemente ejercen su influjo, no sólo sobre la agricultura, la ganadería y la seguridad alimentaria, sino también sobre variables ambientales tales como el ciclo hidrológico y la salud de la población. De acuerdo con los escenarios proyectados por el *IPCC*, los aumentos de las precipitaciones y del caudal de los ríos podrán intensificarse, pese a la incertidumbre inherente a los mismos. Las temperaturas seguirán el patrón de aumento de sus valores promedio, con una disminución de los episodios de heladas y de los días fríos. [GT2 8.3]

Con respecto a la salud, los fenómenos climáticos pueden influir sobre la salud humana de manera directa, debido favorecen la aparición de casos de enfermedades infecciosas endémicas sensibles a las variaciones del clima, a la mortalidad por ahogamiento, a los deslizamientos de tierra o aludes y a los derrumbes de edificios; o a las olas de calor e, indirectamente, a las pérdidas ocasionadas en la producción agrícola y su impacto nutricional consiguiente, al detrimento en los estándares de higiene personal y ambiental y también en su carácter de determinantes de fenómenos demográficos. [GT2 8.3]

Con respecto a la actividad rural, de acuerdo con algunas proyecciones, en algunas décadas más la región sur podrá tener una nueva conformación geográfica en el ámbito agropecuario, sin contar una aptitud probable de cultivos hasta ahora restringidos por el frío en detrimento de otros, tales como los frutales adaptados al clima templado. La soja y el maíz podrán ser reemplazados por cultivos semi-perennes, tales como la caña de azúcar. Técnicas alternativas como, por ejemplo, el plantío directo (PD) y la integración entre cultivos, ganadería y la selva (ILPF, por su sigla en portugués) pueden mitigar los riesgos climáticos. [GT2 8.3]

#### Lagunas detectadas

- Corto intervalo entre las observaciones de las condiciones térmicas e hídricas.
- Incertidumbre en los pronósticos de precipitaciones y caudal de los ríos de la región.

# La región sudeste

En las metrópolis como Rio de Janeiro y São Paulo, se detecta un aumento de eventos extremos asociados a crecidas e inundaciones. Los impactos de las lluvias fuertes en las capitales del sudeste, seguidas o no por inundaciones, ocasionan morbilidad y mortalidad en la población.

El avance de la producción agrícola y la urbanización en sus estados provocaron deforestación en las áreas de bosques, restinga y manglares del bioma *Mata Atlântica*, el bosque atlántico brasileño. El proceso de ocupación de esta región transcurrió fundamentalmente mediante la cría de ganado y el cultivo de café.

La tala de montes pluviales para el cultivo de café aumentó la variabilidad de las precipitaciones, intensificando la ocurrencia de escasez y de abundancia. El promedio de los modelos climáticos estudiados indica una mayor probabilidad de disminución de las lluvias en estas regiones como consecuencia del calentamiento global. [GT22 8.4]

En las metrópolis como Rio de Janeiro y São Paulo, se observa un aumento de los eventos extremos de lluvias asociados a crecidas e inundaciones, entre otros procesos que suceden durante el período lluvioso, lo que demanda un análisis de los escenarios de riesgo y de las condiciones de vulnerabilidad, junto a las proyecciones de intensificación de la ocurrencia de eventos pluviométricos en esos municipios. [GT2 8.4]

Los impactos de lluvias fuertes en las capitales del Sudeste, seguidas o no por inundaciones, ocasionan morbilidad y mortalidad en la población. No se puede soslayar que los cambios climáticos de plazo largo ejercen efectos sobre la salud humana en las áreas urbanas; y a su vez, cabe recordar que en la región se ubican cuatro de las grandes capitales brasileñas, además de ciudades con más de un millón de habitantes donde se concentran grandes parques automovilísticos y fuentes estacionarias de emisión de contaminantes, con los riesgos consiguientes para la salud humana, asociados a estas cuestiones. [GT22 8.4]

En los estudios existentes se detectan señales del probable impacto de los cambios en los regímenes hidrológicos y térmicos en la cuenca del Paraná-Plata. La proyección para la región –para el siglo XXI– apunta un aumento de entre 4 °C y 4,5 °C de la temperatura promedio del aire con la ocurrencia de eventos extremos más frecuente. [GT2 8.4] Para finales del siglo se proyectan aumentos de temperatura de entre 2,5 °C y 3 °C y de las lluvias de un 25% a un 30%. [SE GT1]

El medio agrícola deberá adaptarse mediante la sustitución de especies más adaptadas a los nuevos patrones de temperatura, y también conjugadas con técnicas alternativas, tales como el cultivo directo y el consorcio entre bosques, ganado y agricultura.

Urge incentivar la implementación de programas de conservación de la biodiversidad, como estrategia tendiente a disminuir la vulnerabilidad de la región ante una intensificación probable de la inseguridad alimentaria. [GT2 8.4]

Otro aspecto importante, –y no solamente en los centros urbanos–, es la adaptación a la escasez o al exceso hídrico que puede verse potenciado en algunos municipios de la región sudeste –los modelos apuntan una disminución de lluvias en algunas zonas del sudeste y un incremento en otras– y tendrá influjo no sólo sobre la producción de alimentos, sino también sobre el acceso al agua y a la salud por parte de la población, potenciando los escenarios de incidencia de enfermedades relacionadas con los cambios climáticos. Estos son hechos potenciales que resultarán inevitablemente en un deterioro de la calidad de vida de la región.

#### Lagunas detectadas

- Entre las metrópolis principales de esta región, las zonas metropolitanas de Rio de Janeiro y de Vitória se encuentran a orillas del mar y, ciertamente, nuevos y más profundos estudios sobre los impactos posibles de ocurrir por la elevación del nivel del mar y las vulnerabilidades especí ficas, fortalecerán las bases de la información sobre este sesgo de los impactos causados en la región sudeste.
- En las regiones metropolitanas de São Paulo y de Belo Horizonte, el aumento de la población urbana y la forma de ocupación de sus áreas traerán aparejadas mayores inversiones en programas de contención de crecidas y de remoción de poblaciones ubicadas en áreas vul nerables y de riesgo, sumadas a la necesidad de expandirse los programas existentes de defen sa civil volcados a intervenir en situaciones extremas, en episodios tales como inundaciones y aludes.

## La región centro-oeste

Las actividades agropecuarias experimentarán una caída de la productividad debido a las alteraciones en el ciclo hidrológico, los aumentos de temperatura y las modificaciones en su fenología.

El desarrollo de variedades agrícolas más adaptadas y formas de manejo más adecuadas a los contextos climáticos futuros deben enmarcarse en una amplia planificación de adaptaciones para la región.

La región centro-oeste de Brasil afronta diversos pronósticos negativos para su clima que prevén que las actividades agrícolas y ganaderas experimentarán una menor productividad, debido a los cambios en el ciclo hidrológico y a los incrementos de temperatura, y también a causa de la ubicación estratégica de la región, como enclave en los tres biomas de mayor importancia en el país: la Amazônia, el Cerrado y el Pantanal. [GT2 8.5]

Esos tres biomas permutan material genético entre sus zonas de amortiguación y han sufrido un fuerte impacto debido al uso y la ocupación de sus tierras durante el último siglo. Aparte de los problemas de índole ambiental, la región se encuentra atravesada por una trama profunda de conflictos sociales y de disputas territoriales, lo que la vuelve altamente vulnerable en caso de que sucedan cambios regionales en el clima. [GT2 8.5]

Actualmente, el centro-oeste se consolida como granero brasileño. Su bioma *Cerrado* es clasificado como *hotspot* o área de preservación ambiental mundial, pues ostenta el estatus de ser la sabana con mayor biodiversidad del planeta, donde en más de 48% del área se ha transformado el uso de la tierra hacia el agrícola.

Los resultados de ciertos estudios apuntan una disminución del caudal de todas las cuencas que poseen importantes afluentes en el centro-oeste —los ríos Tocantins-Araguaia; Paraná; São Francisco; Paraguay y Amazonas— para el período 2071-2100 con relación al promedio histórico (1961-1990). La única excepción es la cuenca del Paraná, que experimentó un aumento de caudal del 11% en el escenario A2-BR. La tendencia a la merma está íntimamente asociada a las variaciones en los parámetros considerados, en particular la evaporación real, cuyas proyecciones apuntan un aumento sustancial en las cinco cuencas presentes en la zona centro-oeste. [GT2 8.5]

Los cambios en el ciclo hidrológico y en la temperatura serían de suma importancia para la región centro-oeste, pues la alteración de la fenología de las plantas —soja, arroz, maíz y café— podrá acarrear pérdidas en la producción agrícola y en la ganadería. Por esta razón, la compañía estatal de investigación agropecuaria Embrapa ha desarrollado investigaciones en zonas agroclimáticas para

diversos cultivos. Estos resultados podrán servirles de ayuda a los productores y al gobierno, con el fin de diseñar estrategias de adaptación en caso de que las áreas se vuelvan impropias para la producción de numerosos tipos de granos en el futuro. [GT2 8.5]

Estudios desarrollados por el *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE*, de investigación aeroespacial, y por Embrapa sugieren que las temperaturas aumentarán entre 1 °C y 5,8 °C en el centro-oeste, con un período de estío más seco y cálido al llegar 2070 que predominará en la región con una duración de siete meses. Por ende, las plantas soportarán temperaturas excesivamente superiores a los 32 °C durante los horarios más calurosos del día, con lo cual cesarán los procesos de fotosíntesis y se alterarán sus fases normales de crecimiento. En el estado de Goiás, cabe esperar una pérdida del 95% del área apta para la producción de café de la variedad *arabica*. [GT2 8.5]

## Lagunas detectadas

Debido a la historia de colonización reciente, que se acentúa a partir de las décadas de 1940 y 1950, la región carece aún de una red más densa de monitorización de datos meteorológicos. Por tal motivo, el modelado de patrones de anomalías en las precipitaciones y en la temperatura se basa en datos únicamente de algunas estaciones meteorológicas existentes, en tanto que el resto de los datos producidos se sustenta sobre los cálculos matemáticos generados en simulaciones.



