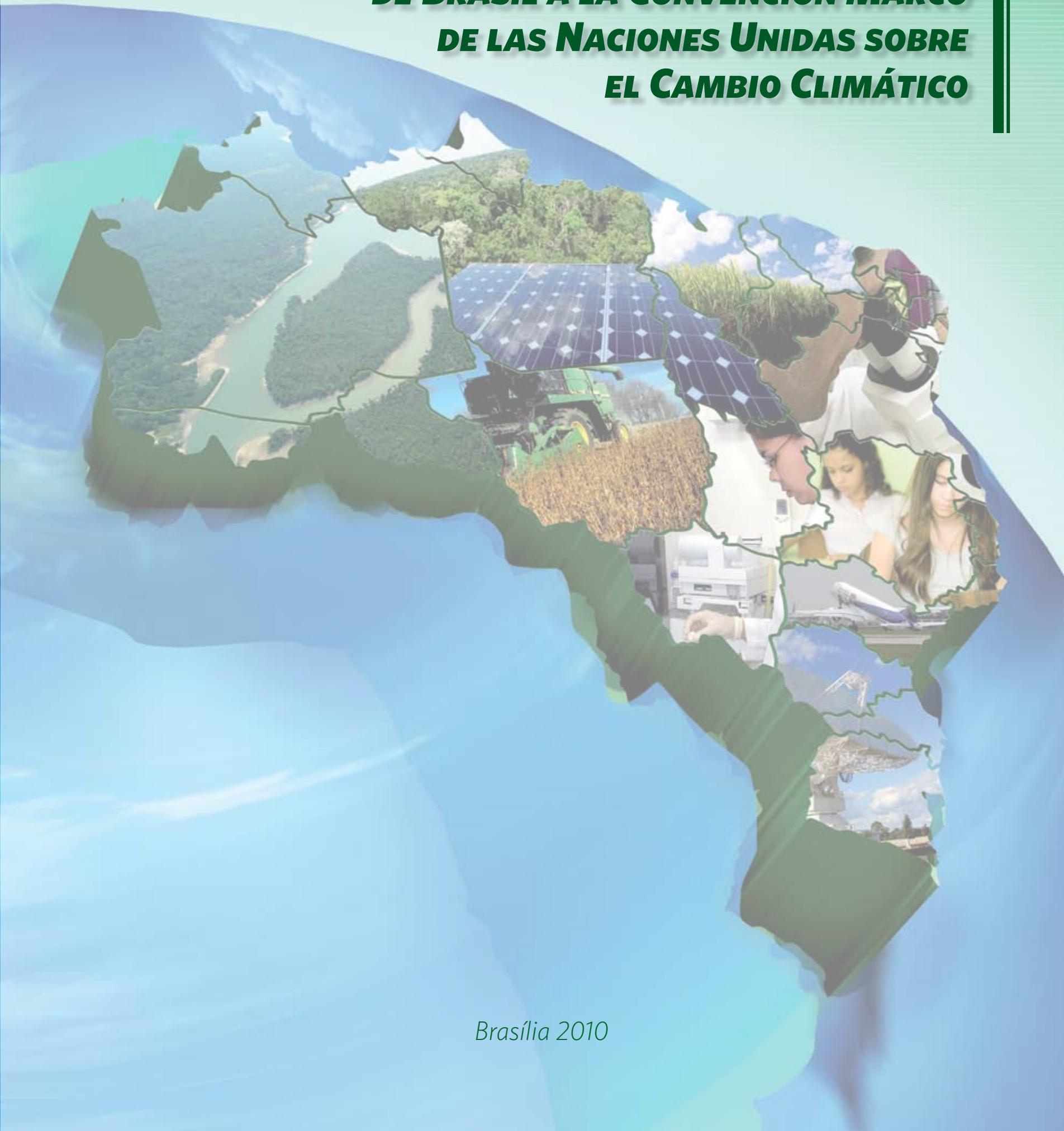


**SEGUNDA COMUNICACIÓN NACIONAL  
DE BRASIL A LA CONVENCIÓN MARCO  
DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE  
EL CAMBIO CLIMÁTICO**



*Brasília 2010*

## **REPÚBLICA FEDERATIVA DE BRASIL**

### **PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA FEDERATIVA DE BRASIL**

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA

### **MINISTRO DE ESTADO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

SERGIO MACHADO REZENDE

### **SECRETARIO EJECUTIVO**

LUIZ ANTONIO RODRIGUES ELIAS

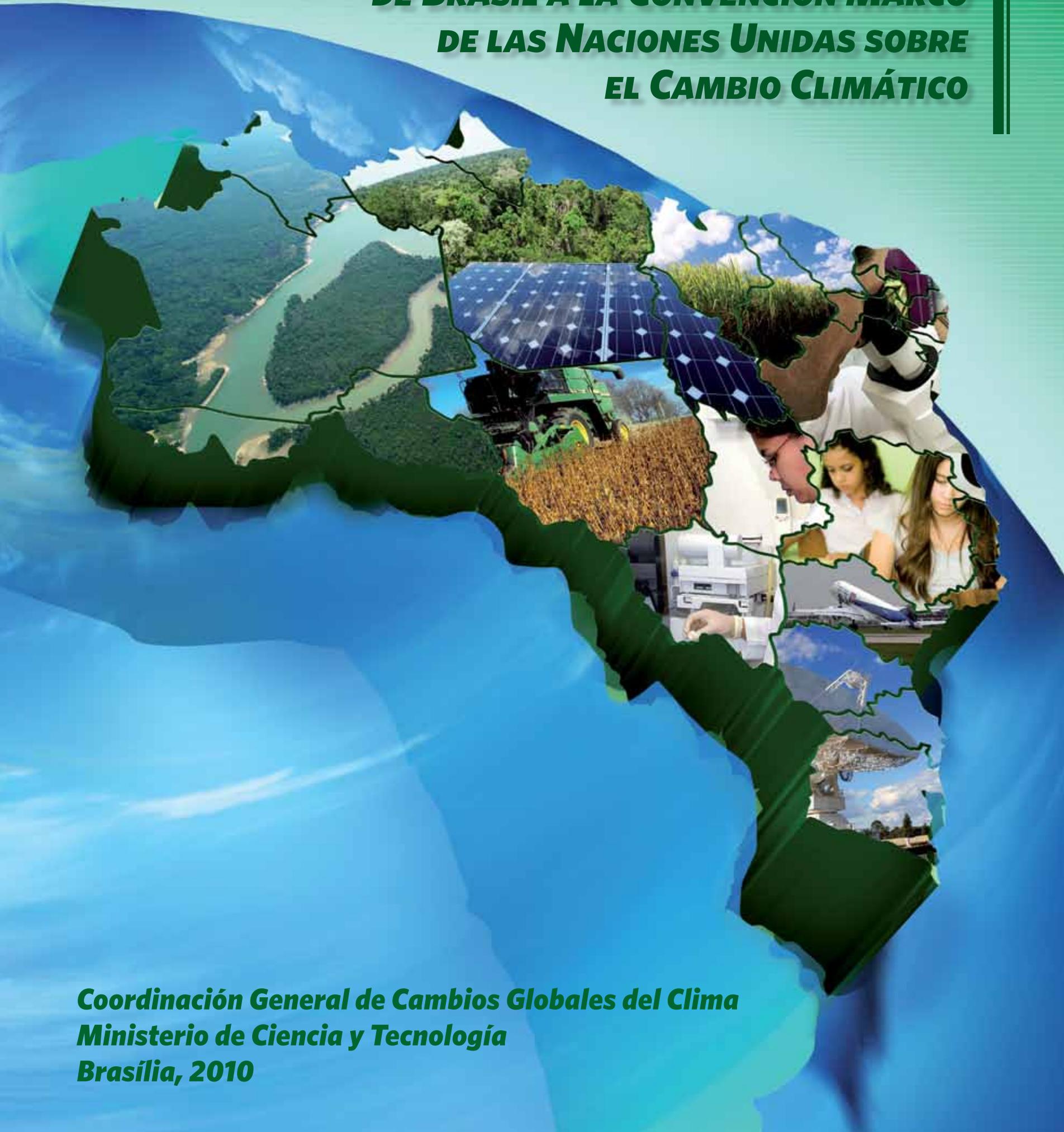
### **SECRETARIO DE POLÍTICAS Y PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

LUIZ ANTONIO BARRETO DE CASTRO

### **SECRETARIO EJECUTIVO DE LA COMISIÓN INTERMINISTERIAL DE CAMBIO GLOBAL DEL CLIMA**

JOSÉ DOMINGOS GONZALEZ MIGUEZ

**SEGUNDA COMUNICACIÓN NACIONAL  
DE BRASIL A LA CONVENCION MARCO  
DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE  
EL CAMBIO CLIMÁTICO**



**Coordinación General de Cambios Globales del Clima  
Ministerio de Ciencia y Tecnología  
Brasília, 2010**

# MCT EQUIPO

## **EJEMPLARES DE ESTA PUBLICACIÓN PUEDEN SER OBTENIDOS EN:**

Ministerio de Ciencia y Tecnología - MCT  
Secretaría de Políticas y Programas de Investigación y Desarrollo - SEPED  
Coordinación General de Cambios Globales del Clima - CGMC  
Esplanada dos Ministerios, Bloco E, 2º andar, Sala 268. CEP: 70067-900 - Brasília - DF  
Teléfono: 61 3317-7923 e 3317-7523 Fax: 61 3317-7657  
E-mail: cpmg@mct.gov.br Página de Internet: <http://www.mct.gov.br/clima>

## **COORDINADOR DE LA COMUNICACIÓN NACIONAL**

JOSÉ DOMINGOS GONZALEZ MIGUEZ  
ADRIANO SANTHIAGO DE OLIVEIRA - Coordinador Substituto

## **ASISTENTES**

ELISANGELA RODRIGUES SOUSA  
JERÔNIMA DE SOUZA DAMASCENO  
CÍCERA THAIS SILVA LIMA

## **COORDINADOR TÉCNICO DEL SEGUNDO INVENTARIO BRASILEÑO DE EMISIONES ANTRÓPICAS POR FUENTES Y ABSORCIONES POR SUMIDEROS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

NEWTON PACIORNIK  
MAURO MEIRELLES DE O. SANTOS - Coordinador Substituto

## **EQUIPO**

ANA CAROLINA AVZARADEL  
DANIELLY GODIVA SANTANA DE SOUZA  
MÁRCIA DOS SANTOS PIMENTA  
MAYRA BRAGA ROCHA  
RICARDO LEONARDO VIANNA RODRIGUES

## **COORDINADOR TÉCNICO DE CIRCUNSTANCIAS NACIONALES, DE LAS PROVIDENCIAS PREVISTAS O TOMADAS, Y DE OTRAS INFORMACIONES RELEVANTES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA CONVENCION**

HAROLDO DE OLIVEIRA MACHADO FILHO  
RENATO DE ARAGÃO R. RODRIGUES - Coordinador Substituto

## **EQUIPO**

MÔNICA DE OLIVEIRA SANTOS DA CONCEIÇÃO  
SONIA REGINA MUDROVITSCH DE BITTENCOURT

## **COORDINADOR ADMINISTRATIVO**

MARCOS WILLIAN BEZERRA DE FREITAS

## **EQUIPO**

CLÁUDIA SAYURI MIYAKI  
JULIANA PATRÍCIA GOMES PEREIRA  
JULIANA GOMES DOS SANTOS ANDRADE

## **EQUIPO DE INFORMÁTICA**

HENRIQUE SILVA MOURA  
PEDRO GABRIEL PICANÇO MONTEJO  
PEDRO RENATO BARBOSA  
RODRIGO ALBUQUERQUE LOBO

## **EDICIÓN FINAL**

EAGLES MUNIZ ALVES

## **TRADUCCIÓN**

LEANDRO GABIATI



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESPLANADA DOS MINISTÉRIOS, BLOCO E

TELÉFONO: 55 (61) 3317-7500

FAX: 55 (61) 3317-7657

Página electrónica: <http://www.mct.gov.br>

CEP: 70.067-900 - Brasília - DF

B823s Brasil. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Coordinación General de Câmbios Globales del Clima.

Segunda Comunicación Nacional de Brasil a la Convención Marco del las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. — Brasília : Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010.

2 v. : il. col., map.; 30 cm. + 1 CD-ROM (4 3/4 in.)

Traducción del Original en Portugués: Segunda Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

I. Title. 1. Cambio Climático. 2. Calentamiento Global. 3. Comunicación Nacional

CDU 551.583(81)

# ÍNDICE GERAL

## VOLUMEN I

PARTE I.....	64
1 PRIORIDADES DE DESARROLLO NACIONAL Y REGIONAL .....	64
1.1 Caracterización del Territorio.....	64
1.2 Clima .....	70
1.3 Economía.....	74
1.4 Desarrollo Social.....	76
1.5 Resumen de las Circunstancias Nacionales.....	92
2 MERCOSUR.....	96
2.1 Antecedentes, Objetivos y Características Principales.....	96
2.2 Estructura Institucional.....	96
2.3 Indicadores Básicos del Mercosur .....	96
3 ARREGLOS INSTITUCIONALES RELEVANTES PARA LA ELABORACIÓN DE LA COMUNICACIÓN NACIONAL EN BASES PERMANENTES.....	100
3.1 Marco Institucional.....	100
4 CIRCUNSTANCIAS ESPECIALES.....	106
4.1 Biomas Brasileños .....	106
4.2 Regiones de Ecosistemas Frágiles.....	115
4.3 Desertificación.....	116
4.4 Áreas de Elevada Contaminación Atmosférica Urbana .....	118
4.5 Dependencia Externa del Petróleo y de sus Derivados.....	120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
PARTE II .....	134
1 INTRODUCCIÓN.....	134
1.1 Gases de Efecto Invernadero.....	134
1.2 Sectores Inventariados .....	134
2 SUMARIO DE LAS EMISIONES ANTRÓPICAS POR FUENTES Y REMOCIONES POR SUMIDEROS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR GAS .....	142
2.1 Emisiones de Dióxido de Carbono.....	142
2.2 Emisiones de Metano.....	144
2.3 Emisiones de Óxido Nitroso .....	146
2.4 Emisiones de Hidrofluorcarbonos, Perfluorocarbonos y Hexafluoreto de Azufre....	148
2.5 Gases de Efecto Invernadero Indirecto.....	149
3 EMISIONES ANTRÓPICAS POR FUENTES Y REMOCIONES POR SUMIDEROS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR SECTOR .....	159
3.1 Energía .....	159

3.2	Procesos Industriales .....	187
3.3	Uso de Solventes y Otros Productos.....	206
3.4	Agropecuaria.....	211
3.5	Cambio del Uso de la Terra y Bosques .....	224
3.6	tratamiento de Residuos .....	250
4	INCERTEZA DE LAS ESTIMATIVAS .....	258
4.1	Incerteza de las Estimativas de Emisiones y Remociones de CO <sub>2</sub> .....	258
4.2	Incerteza de las Estimativas de Emisiones de CH <sub>4</sub> .....	259
4.3	Incerteza de las Estimativas de Emisiones de N <sub>2</sub> O .....	259
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	260
	ANEXO	
	ESTIMATIVAS DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR	
	GAS Y SECTOR, DE 1990 AL 2005.....	268
	VOLUMEN II	
	PARTE III.....	300
	A. PROGRAMAS CONTENIENDO MEDIDAS REFERENTES A LA MITIGACIÓN	
	AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	300
1	PROGRAMAS Y ACCIONES RELACIONADOS AL DESARROLLO SUSTENTABLE .....	300
1.1	Etanol de Caña de Azúcar en Brasil.....	300
1.2	Programa Brasileño de Biocombustibles – Pro-biodiesel.....	309
1.3	Programas de Conservación de Energía.....	314
1.4	Contribución de la Generación Hidroeléctrica para la Reducción de las	
	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.....	320
1.5	Situación y Perspectivas de las Nuevas Fuentes Renovables de Energía en Brasil...	322
1.6	Programa Nacional de Universalización del Acceso y Uso de la Energía	
	Eléctrica – Programa Luz para Todos. ....	333
1.7	Hidrógeno .....	334
1.8	Reciclaje.....	336
1.9	Uso del Carbón Vegetal en la Industria .....	339
2	PROGRAMAS Y ACCIONES QUE CONTIENEN MEDIDAS QUE CONTRIBUYEN	
	A MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS EFECTOS ADVERSOS.....	344
2.1	Papel del Gas Natural en la Reducción de las Emisiones de Gases de	
	Efecto Invernadero en Brasil.....	344
2.2	Programas en el Estado de São Paulo para Reducción de las Emisiones	
	Vehiculares en el Transporte Urbano .....	349
2.3	El Papel de la Energía Nuclear en la Reducción de las Emisiones de	
	Gases de Efecto Invernadero en Brasil .....	350

3	INTEGRACIÓN DE LAS CUESTIONES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PLANIFICACIÓN A MEDIANO Y LARGO PLAZO .....	356
3.1	Legislación Ambiental Brasileña .....	356
3.2	Agenda 21 Brasileña .....	357
3.3	Plan Nacional sobre Cambio Climático .....	358
3.4	Política Nacional sobre Cambio Climático - PNCC .....	359
3.5	Política de Ciencia, Tecnología e Innovación - CT&I y Cambio Climático .....	361
3.6	Programa Nacional de Control de Calidad del Aire - Pronar .....	362
3.7	Programa de Control de Polución del Aire por Vehículos Automotores - Proconve .....	363
3.8	Plan Nacional de Logística y Transportes - PNLT .....	370
3.9	Medidas contra la Deforestación en la Amazonia.....	370
3.10	Programa de Monitoreo de la Amazonia por Sensores Remotos.....	381
3.11	Sistema Nacional de Unidades de Conservación - SNUC .....	388
3.12	Prevención de Incendios y Quemadas.....	394
3.13	Ciudades por la Protección del Clima .....	397
3.14	Medidas de Carácter Financiero y Tributario.....	398
4	ACTIVIDADES DE PROYECTO EN EL ÁMBITO DEL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO - MDL EN BRASIL .....	408
4.1	Número de Actividades de Proyecto .....	408
4.2	Potencial de Reducción de Emisiones para el Primer Período de Obtención de Créditos.....	408
4.3	Potencial de Reducción Anual de Emisiones para el Primer Período de Obtención de Créditos.....	409
4.4	Distribución de las Actividades de Proyecto en Brasil por Tipo de Gas de Efecto Invernadero .....	409
4.5	Distribución de las Actividades de Proyecto en Brasil por Foco Sectorial.....	410
4.6	Distribución de los Proyectos Registrados en el Consejo Ejecutivo del MDL .....	410
4.7	Capacidad Instalada (MW) de las Actividades de Proyecto del MDL Aprobadas en la AND .....	410
B.	PROGRAMAS CONTENIENDO MEDIDAS PARA FACILITAR LA ADECUADA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	414
1	PROGRAMA DE MODELADO DE ESCENARIOS FUTUROS DE CAMBIO CLIMÁTICO.....	414
1.1	Modelo Eta-CPTEC.....	418
1.2	Modelo Brasileño del Sistema Climático Global - MBSCG .....	420
2	EFFECTOS DEL CAMBIO GLOBAL DEL CLIMA EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y TERRESTRES .....	421
2.1	Región Semiárida.....	421
2.2	Áreas Urbanas .....	423
2.3	Zona Costera .....	425
2.4	Salud Humana.....	428
2.5	Energía y Recursos Hídricos .....	431
2.6	Bosques.....	434
2.7	Agropecuaria.....	436
2.8	Prevención de Desastres .....	442
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	445

PARTE IV .....	462
1 TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA.....	462
1.1 Necesidades Tecnológicas en Relación a la Energía .....	462
1.2 Cooperación Sur-Sur .....	466
1.3 Principales Iniciativas e Indicación de Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación relativas a la Vulnerabilidad, Impactos y Adaptación .....	467
2 INVESTIGACIÓN Y OBSERVACIÓN SISTEMÁTICA .....	476
2.1 Programas Mundiales de Clima .....	476
2.2 Programa Pirata .....	478
2.3 Programa a Gran Escala de la Biósfera-Atmósfera en la Amazonia - LBA.....	479
2.4 Modelado Climático sobre América del Sur Utilizando el Modelo Regional Eta para Previsión del Tiempo, Clima y Proyecciones de Escenarios de Cambio Climático.....	482
2.5 Programa Antártico Brasileño - Proantar.....	484
2.6 Modelo Simplificado de Cambio Climático.....	485
3 EDUCACIÓN, ENTRENAMIENTO Y CONCIENTIZACIÓN PÚBLICA .....	490
3.1 Concientización en Brasil sobre las Cuestiones Relativas al Cambio Climático.....	490
3.2 Fórum Brasileño de Cambios Climáticos .....	492
3.3 Programas de Educación en Conservación de Energía Eléctrica y Uso Racional de Derivados de Petróleo y Gas Natural .....	493
4 FORMACIÓN DE CAPACIDAD NACIONAL Y REGIONAL.....	498
4.1 Instituto Interamericano para Investigaciones en Cambios Globales - IAI .....	498
4.2 Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático - IPCC.....	500
4.3 Panel Brasileño de Cambios Climáticos - PBMC .....	501
4.4 Red Brasileña de Investigación sobre Cambios Climáticos Globales - Red Clima ...	501
4.5 Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología - INCT para Cambios Climáticos.....	502
4.6 Centro de Previsión del Tiempo y Estudios del Clima - CPTEC / INPE.....	503
4.7 Centro de Ciencia del Sistema Terrestre - CCST / INPE.....	503
4.8 Entrenamiento sobre Modelado de Escenarios Regionales Futuros de Cambio Climático para Países de América Latina y el Caribe.....	504
4.9 Análisis de Impactos Económicos del Cambio Climático en Brasil.....	505
4.10 Cooperación Sur-Sur sobre Cuestiones relacionadas al Cambio Climático .....	508
5 INFORMACIÓN Y FORMACIÓN DE RED.....	512
5.1 Intercambio de informaciones .....	512
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	514
PARTE V.....	522
1 DIFICULTADES FINANCIERAS, TÉCNICAS Y DE CAPACITACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE LA COMUNICACIÓN NACIONAL .....	522



Descripción de las Providencias Previstas o Tomadas  
para la Implementación de la Convención Marco de las Naciones  
Unidas Sobre Cambio Climático en Brasil

**PARTE 3**



# **PARTE 3**

# ÍNDICE

A. PROGRAMAS CONTENIENDO MEDIDAS REFERENTES A LA MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	300
1 PROGRAMAS Y ACCIONES RELACIONADOS AL DESARROLLO SUSTENTABLE.....	300
1.1 Etanol de Caña de Azúcar en Brasil.....	300
1.1.1 Perspectivas para el Etanol .....	303
1.1.2 Aspectos Económicos del Etanol .....	304
1.2 Programa Brasileño de Biocombustibles – Pro-biodiesel.....	309
1.3 Programas de Conservación de Energía.....	314
1.3.1 Programas Gubernamentales de Conservación de Energía .....	314
1.4 Contribución de la Generación Hidroeléctrica para la Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.....	320
1.5 Situación y Perspectivas de las Nuevas Fuentes Renovables de Energía en Brasil .....	322
1.6 Programa Nacional de Universalización del Acceso y Uso de la Energía Eléctrica – Programa Luz para Todos .....	333
1.7 Hidrógeno .....	334
1.7.1 ProH <sub>2</sub> - Programa de Ciencia, Tecnología e Inovação para la Economía do Hidrógeno .....	334
1.7.2 Proyectos de Ómnibus Brasileño a Hidrógeno .....	335
1.8 Reciclaje .....	336
1.9 Uso del Carbón Vegetal en la Industria .....	339

2	PROGRAMAS Y ACCIONES QUE CONTIENEN MEDIDAS QUE CONTRIBUYEN A MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS EFECTOS ADVERSOS .....	344
2.1	Papel del Gas Natural en la Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Brasil .....	344
2.1.1	Trayectoria y Participación del Gas Natural en la Matriz Energética Brasileña.....	344
2.1.2	Perspectivas de Utilización del Gas Natural.....	345
2.1.3	Comparación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Termoeléctricas a Gas Natural y a Otros Combustibles Fósiles .....	347
2.1.4	Programas de la Petrobras para mejorar el aprovechamiento del gas natural en la Cuenca Marítima de Campos.....	347
2.1.5	Reducción de las Emisiones Fugitivas de Metano en la Distribución de Gas Natural en São Paulo .....	348
2.2	Programas en el Estado de São Paulo para Reducción de las Emisiones Vehiculares en el Transporte Urbano.....	349
2.2.1	Operación Invierno.....	349
2.2.2	Monitoreo de la Calidad del Aire.....	350
2.2.3	Operación Rotación .....	350
2.3	El Papel de la Energía Nuclear en la Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Brasil .....	350
2.3.1	El Sector Energético Brasileño y la Energía Nuclear .....	350
2.3.2	Aspecto Institucional del Sector Nuclear.....	351
2.3.3	Contribución de la Energía Nuclear en la Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero .....	351

3	INTEGRACIÓN DE LAS CUESTIONES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PLANIFICACIÓN A MEDIANO Y LARGO PLAZO .....	356
3.1	Legislación Ambiental Brasileña .....	356
3.2	Agenda 21 Brasileña .....	357
3.3	Plan Nacional sobre Cambio Climático .....	358
3.4	Política Nacional sobre Cambio Climático - PNCC .....	359
3.5	Política de Ciencia, Tecnología e Innovación - CT&I y Cambio Climático ....	361
3.5.1	Plan de Acción 2007-2010: Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Nacional y Cambio Climático .....	361
3.5.2	Programa de Meteorología y Cambio Climático en el Ámbito del Plan Plurianual (2008-2011) del Gobierno Federal .....	361
3.6	Programa Nacional de Control de Calidad del Aire - Pronar .....	362
3.7	Programa de Control de Polución del Aire por Vehículos Automotores - Proconve.....	363
3.7.1	Inspección y Mantenimiento Vehicular .....	368
3.7.2	Programa de Control de la Polución del Aire por Motociclos y Vehículos Similares - Promot .....	368
3.8	Plan Nacional de Logística y Transportes - PNLT .....	370
3.9	Medidas contra la Deforestación en la Amazonia.....	370
3.9.1	Principales Causas de la Deforestación.....	370
3.9.2	Medidas contra la Deforestación .....	374
3.10	Programa de Monitoreo de la Amazonia por Sensores Remotos.....	381
3.10.1	Proyecto de Estimativa de la Deforestación Bruta de la Amazonia Brasileña - Prodes.....	381
3.10.2	Sistema de Detección de Deforestación en Tiempo Real - Deter.....	384
3.10.3	Mapeo de la degradación forestal en la Amazonia Brasileña - Degrad .....	386
3.10.4	Monitoreo de Quemadas .....	387
3.11	Sistema Nacional de Unidades de Conservación - SNUC .....	388

3.12	Prevención de Incendios y Quemadas.....	394
3.12.1	Programa de Prevención y Control de Quemadas e Incendios Forestales en el Arco de Deforestación – Proarco.....	394
3.12.2	Sistema Nacional de Prevención y Combate a los Incendios Forestales - PREVFOGO .....	394
3.12.3	Prohibición de Quemadas en la Cosecha de la Caña de Azúcar en el Estado de São Paulo.....	396
3.13	Ciudades por la Protección del Clima .....	397
3.14	Medidas de Carácter Financiero y Tributario.....	398
3.14.1	Responsabilidad Ambiental de los Bancos .....	398
3.14.2	ICMS Ecológico .....	402
3.14.3	Fondo Nacional sobre Cambio Climático – FNCC.....	404
3.14.4	Fondo Amazonia .....	405
4	ACTIVIDADES DE PROYECTO EN EL ÁMBITO DEL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO - MDL EN BRASIL .....	408
4.1	Número de Actividades de Proyecto .....	408
4.2	Potencial de Reducción de Emisiones para el Primer Período de Obtención de Créditos.....	408
4.3	Potencial de Reducción Anual de Emisiones para el Primer Período de Obtención de Créditos.....	409
4.4	Distribución de las Actividades de Proyecto en Brasil por Tipo de Gas de Efecto Invernadero.....	409
4.5	Distribución de las Actividades de Proyecto en Brasil por Foco Sectorial.....	410
4.6	Distribución de los Proyectos Registrados en el Consejo Ejecutivo del MDL.....	410
4.7	Capacidad Instalada (MW) de las Actividades de Proyecto de MDL Aprobadas en la AND .....	410

B. ROGRAMAS CONTENIENDO MEDIDAS PARA FACILITAR LA ADECUADA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	414
1 PROGRAMA DE MODELADO DE ESCENARIOS FUTUROS DE CAMBIO CLIMÁTICO .....	414
1.1 El Modelo Eta - CPTEC .....	418
1.2 Modelo Brasileño del Sistema Climático Global - MSBCG .....	420
2 EFECTOS DEL CAMBIO GLOBAL DEL CLIMA EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y TERRESTRES.....	421
2.1 Región Semiárida.....	421
2.2 Áreas Urbanas .....	423
2.3 Zona Costera .....	425
2.4 Salud Humana.....	428
2.5 Energía y Recursos Hídricos .....	431
2.6 Bosques .....	434
2.7 Agropecuaria.....	436
2.7.1 Infraestructura de Investigación sobre las Interacciones entre el Cambio Climático y la Agricultura .....	436
2.8 Prevención de Desastres .....	442
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	445





# SEÇÃO A

PROGRAMAS CONTENIENDO MEDIDAS REFERENTES A LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

## Capítulo 1

Programas y Acciones Relacionados al Desarrollo Sustentable

## A. PROGRAMAS CONTENIENDO MEDIDAS REFERENTES A LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

### 1 Programas y Acciones Relacionados al Desarrollo Sustentable

Algunos de los programas y acciones relacionados al desarrollo sustentable están relacionados al uso de energías renovables y a la conservación y/o eficiencia energética. Esos programas contribuyen a que Brasil tenga una matriz energética comparativamente “limpia”, con bajos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de energía producida o consumida.

Entre los programas relacionados al desarrollo sustentable, se destacan la producción de etanol de caña de azúcar y biodiesel como combustibles vehiculares. Esas prácticas representan para Brasil opciones extremadamente viables y sustentables para el consumo de combustibles fósiles, para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, generar ingreso, crear empleos y promover el desarrollo y la transferencia de tecnología, fortaleciendo al mismo tiempo la integridad ambiental del país.

El etanol de caña de azúcar es actualmente la opción de biomasa energética de mayor productividad por unidad de área y de mejor balance energético, que es la razón entre la energía producida (etanol y energía mecánica, térmica y eléctrica) y la energía fósil consumida en la cadena productiva (CGEE, 2009).

El sector eléctrico brasileño posee características especiales, no solo como uno de los mayores productores mundiales de energía hidroeléctrica, sino también por la excepcional participación de la hidroelectricidad en el abastecimiento a la demanda de energía eléctrica. Tomando en cuenta que apenas el 36% del potencial hidroeléctrico nacional estimado ha sido aprovechado hasta ahora, cerca del 85% de la electricidad brasileña generada en el 2009 fue originada a partir de usinas hidroeléctricas.

Otros programas importantes buscan combatir el desperdicio de energía y, de forma indirecta, contribuyen a prevenir emisiones de gases de efecto invernadero. Entre esos programas, se destacan el Programa Nacional de Conservación de

Energía Eléctrica – Procel, creado en 1985, el Programa Nacional de Racionalización del Uso de los Derivados de Petróleo y Gas Natural, creado en 1991, y el Programa Nacional de Iluminación Pública Eficiente – Reluz, creado en el año 2000.

Otros grandes avances están siendo hechos en el área de la generación de energía por otras fuentes renovables, lo que promueve reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero, teniendo además un enorme potencial para el desarrollo de actividades de proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio – MDL.

#### 1.1 El Etanol de Caña de Azúcar en Brasil

##### *Historial del Alcohol como combustible*

La historia de los biocombustibles en Brasil fue predominantemente marcada por la ascensión, caída y resurgimiento de la industria sucroalcoholera. Aun después de siglos de convivencia con la agroindustria de la caña, solamente en el siglo XX Brasil descubre en el etanol una opción energética atrayente. Entre 1905 y el final de la década de 1960, hubo diversas tentativas por parte de la agroindustria sucroalcoholera para promover al etanol como combustible. Sin embargo, apenas a mediados de la década de 1970 se crearon las bases para una intensificación del uso del etanol combustible.

El Proalcohol, lanzado en 1975, fue una respuesta del país a la elevación de los precios del petróleo y a la caída del precio externo del azúcar. La inyección de recursos provenientes de financiamientos internacionales y nacionales, así como los incentivos fiscales, impulsaron rápidamente a la industria sucroalcoholera y fueron responsables por la disminución de la dependencia brasileña del petróleo importado.

##### *Evolución del Programa Nacional de Alcohol - Proalcohol*

El Proalcohol fue creado el 14 de noviembre de 1975<sup>53</sup>, con el objetivo de estimular la producción del etanol, buscando atender las necesidades de los mercados interno y externo y de la política de combustibles automovilísticos. De acuerdo al decreto, la producción del etanol proveniente de la caña de azúcar, de la mandioca o de cualquier otro insumo debería ser incentivada por medio de la expansión de la oferta de materias primas.

El costo de producción del azúcar en el país es uno de los más bajos del mundo, lo que le permite a los productores brasileños competir en condiciones altamente favorables en el mercado internacional. La participación brasileña en

53 Decreto nº 76.593, del 14 de noviembre de 1975.

la producción mundial de azúcar es superior al 20 %. Sin embargo, tal mercado es volátil y presenta grandes oscilaciones de precios.

Las etapas en la producción del azúcar y del alcohol difieren apenas en el uso del caldo tratado y cocido, que podrá ser fermentado para la producción de alcohol o destinado a la cristalización del azúcar.

La decisión de producir de etanol a partir de la caña de azúcar, además de los aspectos señalados, lleva además en consideración las políticas gubernamentales. Tal decisión fue tomada en 1975, cuando el Gobierno Federal decidió encarar la producción del alcohol para substituir la gasolina pura, con el objetivo de reducir las importaciones de petróleo, hasta entonces con un gran peso en la balanza comercial externa. En aquel entonces, el precio del azúcar en el mercado internacional no remuneraba adecuadamente las exportaciones brasileñas, lo que contribuyó a la implementación del programa de combustible alternativo.

En un breve resumen del Proalcohol, se destacan cuatro fases distintas:

**Fase Inicial (1975 a 1979)**

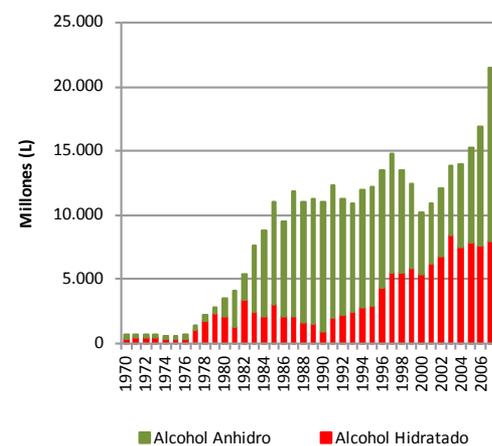
El esfuerzo fue dirigido, sobre todo para la producción de alcohol anhidro para la mezcla en la gasolina. En esa fase, el esfuerzo principal fue responsabilidad de las destilerías anexas. La producción alcoholera anual creció de 600 millones de litros (1975-1976) a 3,4 mil millones de litros (1979-1980) (Figura 1.1). Los primeros coches movidos exclusivamente a etanol surgieron en 1978.

Para la implementación del Proalcohol, fue establecido, en un primer momento, un proceso de transferencia de recursos recaudados a partir de un tributo incluido en los precios de la gasolina, del diesel y de los lubricantes, con el objetivo de compensar los costos de producción del alcohol para viabilizar al mismo como combustible. Fue también establecido un mecanismo de fijación de precios que buscaba tornar económicamente indiferente para los productores tanto la producción de azúcar como la de alcohol anhidro. El Instituto del Azúcar y del Alcohol era responsable por la fijación de los precios de ambos productos. Así, fue establecida una relación de paridad de precios entre el alcohol y el azúcar para el productor, e incentivos de financiamiento para las fases agrícola e industrial de producción del combustible. Con la llegada del vehículo a alcohol hidratado, a partir de 1979, fueron adoptadas políticas de precios relativos entre el alcohol hidratado y la gasolina, en las estaciones de venta, para estimular el uso del combustible renovable.

**Fase de Afirmación (1980 a 1986)**

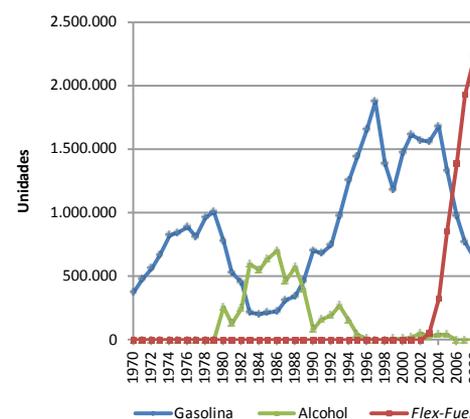
La segunda crisis del petróleo (1979-1980) triplicó el precio del barril y las compras de ese producto pasaron a representar un 46% de la pauta de importaciones brasileñas en 1980. El Gobierno, entonces, decidió adoptar medidas para la plena implementación del Proalcohol. Fueron creados organismos como el Consejo Nacional del Alcohol - CNAL y la Comisión Ejecutiva Nacional del Alcohol - CENAL para agilizar el programa. La producción alcoholera alcanzó un pico de 12,3 mil millones de litros en 1986 y 1987 (Figura 1.1), superando en un 15% la meta anual inicial del Gobierno, de 10,7 mil millones de litros para el final de esta fase. La proporción de automóviles a etanol en el total de la flota de ciclo Otto (pasajeros y de uso mixto) producidos en el país pasó de 0,46% en 1979 a 26,8% en 1980, alcanzando un techo de 76,1% en 1986 (Figura 1.2).

**Figura 1.1 Evolución de la Producción de Etanol (en millones de litros) - 1970 a 2006**



Fuente: BRASIL, 1986; BRASIL, 1990; BRASIL, 2001; BRASIL, 2008.

**Figura 1.2 Producción de vehículos livianos (en unidades)**



Fuente: Anfavea, 2009.

### ***Fase de Estancamiento (1986 a 1995)***

A partir de 1986, el escenario internacional del mercado petrolífero es alterado. Los precios del barril de petróleo bruto cayeron de un nivel de US\$ 30/40 a US\$ 12/20. Ese nuevo período, denominado “contra-crisis del petróleo”, colocó en jaque los programas de sustitución de hidrocarburos fósiles y de uso eficiente de la energía en todo el mundo. En la política energética brasileña, sus efectos fueron sentidos a partir de 1988, coincidiendo con un período de escasez de recursos públicos para apoyar los programas energéticos alternativos, teniendo como resultado una sensible disminución en el volumen de inversiones en los proyectos de producción interna de energía.

La oferta de etanol no pudo acompañar el crecimiento descompasado de la demanda. En 1985, las ventas de automóviles a etanol alcanzaron niveles superiores al 95% de las ventas totales de vehículos de ciclo Otto para el mercado interno. A partir de entonces, los bajos precios del etanol fijados por el Gobierno, debido a la caída de los precios internacionales del petróleo, impidieron la elevación de la producción interna del producto. Sin embargo, para los consumidores continuó siendo atractivo el precio del etanol en relación al de la gasolina, juntamente al mantenimiento de menores impuestos en los vehículos a etanol, al ser comparados con los coches a gasolina. Esa combinación de ausencia de estímulo a la producción de etanol y de estímulo a su demanda generó una crisis de abastecimiento en la entretaña 1989-1990. Vale resaltar que, en el período anterior a la crisis de abastecimiento, hubo una falta de estímulos tanto a la producción de etanol como a la producción y a la exportación de azúcar, que en aquella época también tenían sus precios fijados por el Gobierno. La producción anual de etanol se mantuvo a niveles prácticamente constantes, en el período de 1985 a 1990, cercanos a los 12 mil millones de litros.

Aunque el programa haya tenido un gran éxito durante las décadas de 1970 y 1980, la crisis de abastecimiento de etanol de fin de los años 1980, juntamente con la reducción de los estímulos a su producción y uso, provocaron, en los años siguientes, una significativa caída de la demanda y, consecuentemente, de las ventas de automóviles movidos por ese combustible.

Deben destacarse, además, otros motivos que también contribuyeron a la reducción de la producción de vehículos a etanol. Hacia el final de la década de 1980 e inicio de la década de 1990, el precio internacional del barril de petróleo disminuyó sensiblemente. A esa realidad, que se mantuvo en los diez años siguientes, se sumó una nueva tendencia de la industria automovilística, que pasó a fabricar modelos y mo-

tores estandarizados mundialmente, en la versión a gasolina. Durante el inicio de la década de 1990, hubo también una liberación de las importaciones de vehículos (gasolina y diesel) y la introducción de la política de incentivos para vehículos de hasta 1000 cilindradas (conocido como coche popular) que, hasta 1992, solo contempló vehículos a gasolina.

La crisis de abastecimiento de etanol obligó al país a realizar importaciones puntuales de etanol y metanol<sup>54</sup> para garantizar el abastecimiento del mercado a lo largo de la década de 1990.

### ***Fase de Redefinición (1995-2000)***

Los mercados de etanol combustible, tanto anhidro como hidratado, se encontraban liberados en todas sus fases - producción, distribución y reventa - siendo determinados sus precios por las condiciones de oferta y demanda. Con la intención de direccionar políticas para el sector sucroalcoholero, fue creado<sup>55</sup> el Consejo Interministerial del Azúcar y del Alcohol - CIMA.

Según los datos de la Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos Automotores (Anfavea, 2000), la producción de vehículos a etanol se mantuvo en un 1% de 1998 al año 2000. El estímulo dado al uso del alcohol hidratado en determinadas clases de vehículos livianos, como los coches oficiales de uso gubernamental y taxis, provocó un debate entre especialistas del área económica, contrarios a los incentivos, y los especialistas del área ambiental, favorables a los incentivos al uso del etanol. La Ley 10.464, de 2002, estableció un porcentaje mínimo de entre 20 % y 25 % de adición de etanol anhidro a la gasolina.

### ***Fase Actual***

Más de treinta años después del inicio del Proalcohol, Brasil vive una nueva expansión del cultivo de la caña con el objetivo de ofrecer, a gran escala, el combustible alternativo. El plantío avanza más allá de las áreas tradicionales del interior paulista y de la región Noreste, y se expande por áreas antes ocupadas por pastajes. La nueva escalada no es un movimiento comandado por el Gobierno, como lo fue en el final de la década de 1970, cuando Brasil encontró en el etanol la solución para enfrentar el aumento abrupto de los precios del petróleo que importaba. La carrera para ampliar unidades y construir nuevas usinas es llevada adelante por decisiones de la iniciativa privada, convicta de que el etanol tendrá, a partir de ahora, un papel cada vez más importante como combustible, en Brasil y en el mundo.

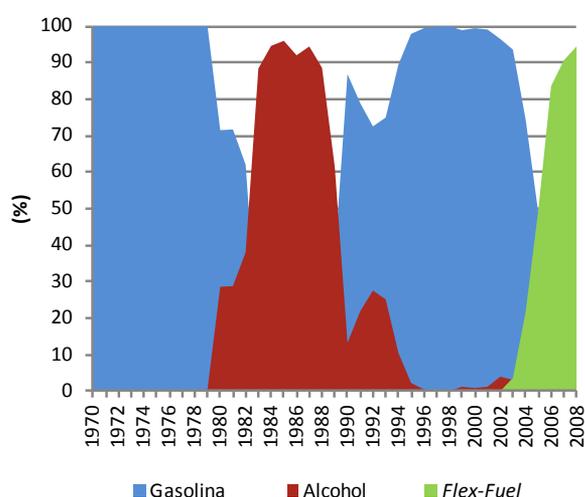
54 Metanol utilizado para elaboración de la mezcla MEG - 60% de alcohol hidratado, 33% de metanol y 7% de gasolina.

55 Decreto nº 3546, del 17 de julio del 2000.

La tecnología de los motores *flex-fuel* llegó para dar una nueva fuerza al consumo interno de etanol. El coche que puede ser movido a gasolina, etanol o cualquier mezcla de los dos combustibles fue introducido en el país en marzo del 2003 y conquistó rápidamente al consumidor. Hoy la opción ya es ofrecida para casi todos los modelos producidos en el país y los automóviles *flex-fuel* superaron en ventas a los coches movidos a gasolina en el ámbito del mercado interno. El comportamiento de las cotizaciones del petróleo en el mercado internacional hace que la expectativa de participación de la industria sucroalcoholera crezca y se amplíe todavía más. La relación de precios entre el etanol y la gasolina depende de diversas variables, como la región y el período a lo largo del año/zafra.

La velocidad de aceptación por parte de los consumidores de los coches *flex-fuel*, fue mucho más rápida de lo que la industria automovilística esperaba. Los *flex-fuel* representaron un 94,2% del registro total de automóviles nuevos en el 2008, mientras que la participación de los coches movidos a gasolina quedó en un 5,8%, según la Asociación Nacional de los Fabricantes de Vehículos Automotores - Anfavea (Figura 1.3).

**Figura 1.3 Registro de vehículos nuevos (en porcentaje)**



Fuente: Anfavea, 2009.

### 1.1.1 Perspectivas para el Etanol

Como en la época de las crisis del petróleo de los años 1970, el mundo está empeñado en encontrar una solución duradera para su problema energético. La preocupación ambiental se sumó a la cuestión de la reducción de los stocks y a la elevación de los precios de los combustibles fósiles para valorizar las fuentes renovables y menos emisoras de gases de efecto invernadero.

El sector energético en Brasil viene sufriendo diversos cambios, como la tentativa de retomar proyectos que lleven en cuenta el medio ambiente y el mercado de trabajo. Teniendo como referencia la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, el etanol con fines carburantes ejerce un importante papel en la estrategia energética para un desarrollo sustentado.

El surgimiento, en todo el mundo, de nuevos tipos de vehículos y tecnologías de motores (como es el caso de los vehículos *flex-fuel*) ha provocado cambios importantes en la tradicional postura de la industria automovilística y de otros agentes actuantes en el mercado.

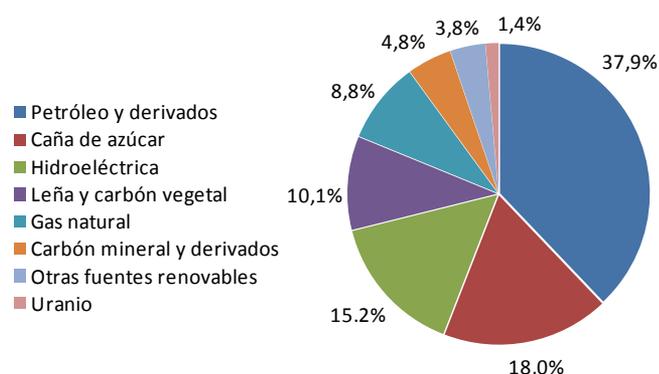
Previsiones hechas por la Unión de la Industria de Caña de Azúcar - Unica, en colaboración con la Cooperativa de Productores de Caña de Azúcar, Azúcar y Alcohol del Estado de São Paulo - Copersucar y la Asociación de la Industria de Cogeneración de Energía - COGEN (Cuadro 1.1) indican que la producción de caña de azúcar debe prácticamente duplicarse en el período 2010-2020, mientras que la producción de etanol sufrirá un aumento de más del 150%, teniendo como resultado un volumen capaz de atender a la demanda interna y todavía exportar parte de la producción. Esa proyección también prevé un gran aumento en la participación de la bioelectricidad en la matriz eléctrica brasileña, pasando de un 3 % a un 14 % del total, entre el 2010 y el 2020.

**Cuadro 1.1 Aumento proyectado de la producción sucroalcoholera entre los años 2010 y 2020**

	2009/10	2015/16	2020/21
Producción de caña de azúcar (millones t)	605	829	1038
Azúcar (millones t)	33	41,3	45,0
Consumo interno y stock	10	11,4	12,1
Excedente para exportación	23	29,9	32,9
Etanol (mil millones l)	25,7	46,9	65,3
Consumo interno y stock	22,5	34,6	49,6
Excedente para exportación	3,2	12,3	15,7
Bioelectricidad (MW medio)	1.800	8.158	13.158
Participación en la matriz eléctrica brasileña (%)	3%	11%	14%

Fuente: Elaborado por UNICA, Copersucar e COGEN.

La caña de azúcar, por medio del etanol y de la bioelectricidad, ya representa un 18% de la matriz energética brasileña. Se trata de la segunda mayor fuente de energía del país, atrás solamente del petróleo y la primera fuente renovable, y adelante de las hidroeléctricas (Figura 1.4).

**Figura 1.4 Matriz energética brasileña**

Fuente: Elaborado por la UNICA, en base al Balance Energético Nacional del 2010 (datos preliminares)<sup>56</sup>

### 1.1.2 Aspectos Económicos del Etanol

#### Reducción de los Costos del Etanol

La viabilidad económica del etanol combustible está directamente vinculada a la productividad del cultivo de la caña de azúcar y al rendimiento industrial del proceso de producción. En las últimas dos décadas, el desarrollo y la implantación de nuevas técnicas y tecnologías en el sector sucroalcoholero fueron los grandes responsables por la reducción en sus costos de producción. Se cree que, de 1976 al 2000, los costos de producción del etanol carburante en Brasil se redujeron de forma significativa. Hoy, el precio practicado por los productores corresponde a cerca del 30% del valor observado al inicio del Proalcohol. Las ganancias de productividad del sector sucroalcoholero pasaron por tres fases distintas:

- A partir de 1975 hubo una búsqueda por una mayor productividad industrial;
- A partir de 1981-1982 se buscó una mayor eficiencia en la conversión de sacarosa para el producto final, así como reducciones de costos; y
- A partir de 1985 hubo un gerenciamiento global de la producción agrícola e industrial, incluyendo la planificación y el control de la producción de la caña, integrados a la producción industrial.
- Para una mejor eficacia de los programas de desarrollo tecnológico, hubo un mayor énfasis del sector en el área agrícola, pues esa etapa concentra cerca del 60% de los costos de producción del etanol.

### Etapas de la Producción

#### *En la producción de caña de azúcar (fase agrícola)*

La productividad media de la caña de azúcar brasileña aumentó de 47 t/ha en 1975 a 68 t/ha en 1996, alcanzando cerca de 78 t/ha en el 2008, mientras que en el estado São Paulo, mayor productor, la productividad es superior a las 100 t/ha (BRASIL, 2009a). Diversos factores generaron este aumento:

- Variedades seleccionadas de caña de azúcar - el mejoramiento genético de la caña era hecho por la Copersucar<sup>57</sup> que poseía el mayor programa del mundo para estudios en esa área. Actualmente, esos trabajos son hechos por el Centro de Tecnología de la Caña - CTC, entidad privada mantenida por las usinas y asociaciones de proveedores del sector, siendo este el mayor centro de tecnología de caña de azúcar de Brasil. Además del CTC, otras organizaciones, tanto públicas como privadas, realizan investigaciones en este campo. Puede citarse, por ejemplo, "Canavialis" como una iniciativa del sector privado, el Instituto Agronómico de Campinas - IAC y la Universidad Federal de São Carlos - UFSCAR, como iniciativas del sector público;
- Tecnología agrícola - se destaca el principio del gerenciamiento de la producción agrícola con la utilización de mapas de suelos, uso de imágenes de satélite para identificación de variedades y perfeccionamiento del manejo en general;
- Utilización de la vinaza como abono orgánico, rico en fósforo y potasio.

#### *En la producción de etanol (fase industrial)*

Fueron verificados significativos avances tecnológicos, teniendo como resultado un aumento de la productividad media de conversión de caña de azúcar en etanol, pasando de 75 litros/t en 1985 a 85 litros/t en el 2010, debido a varios factores:

- Extracción de caldo - el índice de extracción del caldo en la molienda de la caña se elevó de un 92% a un 97%. Paralelamente, con pequeñas modificaciones en equi-

<sup>57</sup> La Copersucar es la mayor empresa brasileña de azúcar, etanol y bioenergía, con un papel relevante en los principales mercados mundiales. Con 39 usinas asociadas, posee un modelo de negocio único, integrando todas las etapas de la cadena de producción, comercialización y logística del azúcar, etanol y bioenergía, desde la planificación de las operaciones a la entrega de los productos directamente a los clientes finales en Brasil y en el Exterior. En la zafra 2009/2010 fue responsable por una producción de 74 millones de toneladas de caña, 3,7 millones de toneladas de azúcar y 3,43 mil millones de litros de etanol, teniendo una participación del 20 al 25% de la producción nacional de la agroindustria de la caña (<http://www.copersucar.com.br>).

<sup>56</sup> Vide:< <https://ben.epe.gov.br/BENResultadosPreliminares2010.aspx>>.

pamientos y en el sistema operacional, fue posible elevar la capacidad de la molienda en un 45%;

- Tratamiento y fermentación del caldo - primeramente, control biológico y, seguidamente, fermentación continua (más del 230% de productividad en relación a 1975);
- Destilación - aumento de la capacidad de acuerdo al grado alcohólico de la mezcla, debido a la mejoría en los equipamientos;
- Mejorías en el campo de energía - en la producción del azúcar y del etanol, de 1980 a 1995, el porcentaje de autosuficiencia en energía eléctrica en las usinas, debido a la utilización del bagazo en las calderas, pasó del 60% al 95%. Actualmente el 100% de las usinas ya son autosuficientes y diversas unidades venden sus excedentes de energía para la red eléctrica. En el 2008, en el estado de São Paulo, más de 700 MW de bioelectricidad fueron disponibilizados para el sistema eléctrico. (BRASIL, 2009b).

### Precio del Etanol

Los precios del etanol con fines carburantes en Brasil son determinados por el libre mercado. Dada la importancia del sector y su propia naturaleza, las actividades de producción, distribución y comercialización de combustibles son reguladas por la Agencia Nacional de Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles - ANP.

A partir de 1980, la diferencia de porcentajes entre los valores atribuidos al etanol y la gasolina (en Brasil se denomina usualmente como gasolina a la mezcla de gasolina pura y alcohol anhidro, conocida internacionalmente como *gasohol*), muestra la existencia de fases en la política energética del Gobierno:

- 1980 a 1983 - fuerte estímulo al etanol - presionado por una crisis de la balanza de pagos y por los altos precios del petróleo importado, el precio del etanol, en ese período, era cerca de 40 a 45% inferior al de la gasolina;
- 1984 a 1988 - estímulo moderado al alcohol carburante - el interés interno del control de la inflación y una reducción de los precios del petróleo importado, a partir de 1985, hicieron que el precio del etanol, en ese período, fuese, en media, un 35% inferior al de la gasolina;
- 1989 a 1996 - poco estímulo gubernamental al programa - debido a la crisis de abastecimiento de alcohol de fines de la década de 1980 y a los bajos precios del petróleo en el mercado internacional, en el período, la diferencia

de precios entre el alcohol hidratado<sup>58</sup> y la gasolina para el consumidor, disminuyó para niveles inferiores al 20%, tomándose como referencia el precio de la gasolina;

- 1997 a 2002 - con la elevación de los precios del petróleo en el mercado internacional, la diferencia de precios entre el alcohol hidratado y la gasolina volvió a elevarse, alcanzando la franja de 50% en el 2002. Se observó, en este período, la falta de una política definida para el alcohol hidratado combustible, aunque diversas autoridades se hayan posicionado a favor de la retomada de esa opción. Con la promulgación de la Ley nº 10.336/2001<sup>59</sup>, se volvió a discutir el retorno de los incentivos para el automóvil a etanol y la producción de coches *flex-fuel*. Los precios crecientes del petróleo en el mercado internacional, así como la realidad cambial, viabilizaron el uso del etanol;
- 2003 a los días actuales - con la llegada de los vehículos *flex-fuel*, el consumidor puede optar por mezclar los combustibles (etanol y gasolina) en cualquier proporción. El consumidor puede hacer esa opción basándose en las ventajas y desventajas de la cadena productiva de los dos combustibles, aunque lo más común es que el consumidor tome esa decisión basado en la relación costo/beneficio (precio del combustible/km rodado). Para auxiliar al consumidor en esa elección, fue desarrollado un cálculo simple que lleva en consideración el valor y el rendimiento medio de cada combustible. De manera general, se asume que si el valor del litro del etanol corresponde al 70% del valor del litro de la gasolina, es más ventajoso económicamente abastecer con etanol. Cuadros simplificados que auxilian al consumidor a hacer este cálculo han sido distribuidos en las estaciones de reventa de combustibles. La balanza comercial del etanol vuelve a ser de exportaciones líquidas<sup>60</sup> y hay una clara tendencia de que Brasil deberá ser un significativo exportador de ese producto, debido a las ventajas comparativas de la producción en el país y a la adopción de programas de uso del etanol combustible

58 El alcohol hidratado carburante posee un 96% de alcohol puro y 4% de agua y es vendido directamente como combustible, mientras que el alcohol anhidro presenta una pureza de hasta 99,3% y es mezclado a la gasolina.

59 La Ley no 10.336, del 19 de diciembre del 2001, instituyó la Contribución de Intervención en el Dominio Económico - Cide, incidente sobre la importación y la comercialización de petróleo y sus derivados, gas natural y sus derivados, y alcohol etílico combustible. El producto de recaudación de la Cide pasó a ser destinado, por medio de la ley presupuestaria, al pago de subsidios a los precios o el transporte de alcohol combustible, de gas natural y sus derivados y de derivados de petróleo; al financiamiento de proyectos ambientales relacionados a la industria de petróleo y de gas; y al financiamiento de programas de infraestructura de transportes. Esa ley ya sufrió diversas alteraciones, y la redacción final fue dada por la Ley nº 12.249, del 11 de junio de 2010.

60 Durante la década de 1980, el etanol, además de favorecer la reducción de importaciones de petróleo y derivados, contribuyó a la pauta de exportaciones brasileñas. Sin embargo, a partir de 1989, hubo un período de importaciones líquidas de etanol, a partir de la crisis interna de abastecimiento.

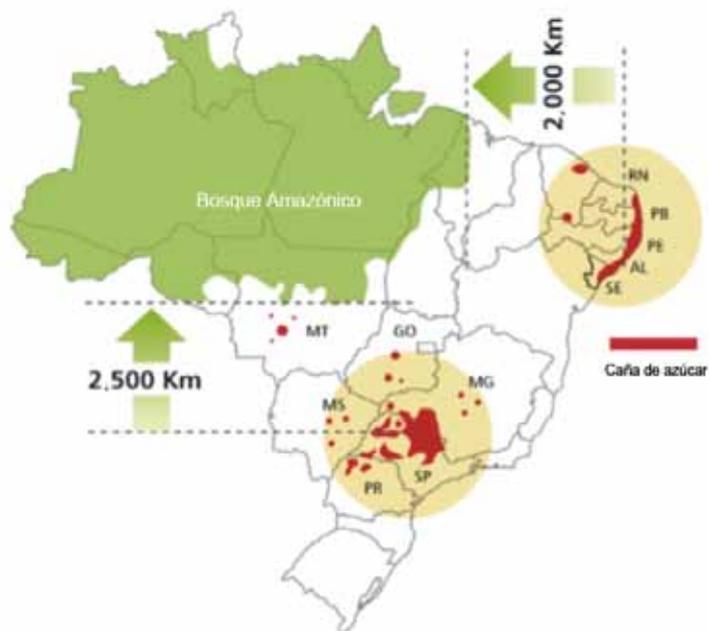
en diversos países como estrategia para una mejoría ambiental y de reducción de emisiones.

## Las Externalidades del Etanol de Caña de Azúcar

### Ambientales

*Garantía de preservación del bosque amazónico y otras áreas de bosque nativo* - la producción de caña de azúcar de Brasil no se da en el área del bosque amazónico, localizándose sus principales polos productores a una gran distancia del referido bioma, como muestra la Figura 1.5. La alta productividad brasileña garantiza que no haya necesidad de expandir el cultivo a áreas de bosque.

**Figura 1.5 Área de plantío de caña de azúcar en Brasil, mostrando la distancia en relación al bosque amazónico**



Fuente: UNICA, 2008.

*Eliminación del plomo tetraetílico de la gasolina* - Brasil fue el primer país del mundo en eliminar totalmente el plomo tetraetílico de los combustibles en 1992. Desde 1989, cerca de 99% del petróleo refinado en el país ya no usaba ese aditivo. Esa conquista se dio gracias al uso del etanol como aditivo a la gasolina.

*Reducción en la contaminación atmosférica de los centros urbanos* - un estudio coordinado por la Unica (MEIRA FILHO & MACEDO, 2009) relativo a los efectos que podrían derivar a partir de la sustitución total de la gasolina y del diesel por el etanol en la flota cautiva de ómnibus de la ciudad de São Paulo, mostró que más de 12 mil internaciones y 875

muerdes podrían ser evitadas en un año. Una tragedia, por lo tanto, sería evitada, frente a la cual su costo financiero, de casi US\$ 190 millones, tendría una importancia secundaria, aunque altamente significativa en términos relativos a presupuestos públicos y familiares.

Debe destacarse, sin embargo, que los resultados del referido estudio están subestimados. Eso se debe a que los efectos sobre la salud son medidos apenas en términos de admisiones hospitalarias y mortalidad, elección que se debe a la disponibilidad de informaciones en las bases de datos oficiales. Se sabe, empero, que esos casos representan apenas parte de los eventos adversos a la salud. Otras enfermedades, que no demandan atención hospitalaria, no fueron contabilizadas. Debe destacarse, además, que fueron estudiados apenas los efectos provocados por la emisión de ozono y material particulado fino, siendo dejados de lado los efectos de otros agentes tóxicos, como el azufre y los metales pesados. O sea, el impacto es aún mayor de lo que muestran los números de la simulación.

*Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero* - las causas del cambio del clima están fuertemente relacionadas a los patrones actuales de producción y consumo de combustibles fósiles. Al mismo tiempo, las emisiones de gases de efecto invernadero por el sector de transportes deben aumentar drásticamente en un futuro próximo, ya que a cada año, un número mayor de personas tiene acceso a formas de transporte motorizadas. En ese sentido, el potencial de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por biocombustibles es grande, aunque varíe significativamente, dependiendo de la elección de la materia prima, de la forma de producción, etc.

La Agencia Internacional de Energía estimó que el etanol derivado de la caña de azúcar, como el producido por Brasil, puede alcanzar más de 90% de reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero al ser comparado a la gasolina y al diesel convencional, mientras que el etanol derivado del maíz reduce las emisiones en aproximadamente un 35%. (IEA, 2004; SANTOS *et. al.*, 2004; MACEDO & SEABRA, 2008).

Al contrario del etanol brasileño, producido a base de la caña de azúcar y utilizando el bagazo de caña como fuente de energía en su proceso industrial de producción, con emisiones líquidas marginales, el alcohol producido a base de granos (destacadamente el de maíz) consume grandes volúmenes de insumos energéticos provenientes de combustibles fósiles para su producción. Eso tiene como resultado reducciones de apenas un 30 a un 36% en las emisiones de CO<sub>2</sub> en los vehículos movidos a combustible

E85 (85% de etanol y 15% de gasolina) y de apenas 2,4 a 2,9% en los vehículos con combustible E10 (un 10% de etanol y un 90% de gasolina). Reducciones, por lo tanto, bien modestas al ser comparadas a las reducciones alcanzadas por el uso del alcohol producido a partir de la caña de azúcar en Brasil (WANG *et al.*, 1997).

Además, según MEIRA FILHO & MACEDO, 2009, el impacto positivo del etanol en la mitigación del cambio climático es substancial. El uso del etanol combustible le permitió a Brasil, excluidas las emisiones de la agropecuaria y las emisiones indirectas de cambios en el uso de la tierra y bosques, evitar el equivalente a un 10% de las emisiones de gases de efecto invernadero en el 2006. Para el año 2020, se estima un corte del 18%. Así, desde 1975, la reducción de emisiones directas provenientes del uso del etanol carburante en Brasil, fue de aproximadamente 600 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (PACCA & MOREIRA, 2009).

Cuando consideramos apenas el sector de transporte y generación de energía eléctrica, la contribución del alcohol es aún más expresiva. En el 2006, el uso del etanol como combustible proporcionó la reducción de un 22% de las emisiones finales de los dos sectores y llegaría al 43 % en el 2020 (MEIRA FILHO & MACEDO, 2009).

A pesar de haber emisiones de gases de efecto invernadero en la producción agrícola de la caña de azúcar (debido al uso de fertilizantes, combustibles e insumos) y en su transporte del campo a la usina, el balance final es altamente positivo, con una reducción líquida en la tasa de emisión de CO<sub>2</sub> de aproximadamente 2 t CO<sub>2</sub> equivalente por m<sup>3</sup> de etanol consumido (MACEDO & SEABRA, 2008). El Cuadro 1.2 presenta los flujos de CO<sub>2</sub>e en la producción y consumo de etanol en Brasil.

**Cuadro 1.2 Flujo de CO<sub>2</sub> equivalente en la producción y consumo de etanol en Brasil**

Gases	Flujo
	(tCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> etanol)
CO <sub>2</sub> reducido*	-2,3
(substitución de la gasolina)	-2,1
(substitución del fueloil)	-0,2
CO <sub>2</sub> liberado** (producción de caña/etanol)	0,4
Total Líquido	-1,9

\* Media de CO<sub>2</sub> reducido por la substitución de la gasolina, ya sea por alcohol anhidro o hidratado; substitución del fueloil por el bagazo de caña; y substitución de la energía eléctrica por los excedentes de la usina.

\*\*CO<sub>2</sub> equivalente de las fases agrícola e industrial de producción de la caña y del etanol. En estas fases son emitidos gases de efecto invernadero como el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, de aproximadamente 400 kg de CO<sub>2</sub> equivalente por m<sup>3</sup> de etanol producido.

Fuente: MACEDO & SEABRA, 2008.

En la quemada de las hojas de la caña para la posterior cosecha<sup>61</sup> hay liberación de CO<sub>2</sub>, aunque esa no sea considerada por los especialistas como una emisión líquida, pues el carbono emitido fue previamente absorbido por la planta durante su crecimiento. Sin embargo, durante el proceso de combustión, otros gases son producidos (N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub> durante la fase de combustión con llama, y CO y CH<sub>4</sub> bajo condiciones de quemada con predominio de humo). En el estado de São Paulo, hay una legislación estableciendo la extinción gradual de la quema de la caña para la cosecha. Adicionalmente, el Protocolo Agroambiental, firmado entre la Unica y las Secretarías de Medio Ambiente y Agricultura del estado de São Paulo, y que cuenta con la participación de más de 170 usinas, anticipa los plazos para la eliminación de las quemadas determinados por la legislación, lo que implica una creciente cosecha de la caña cruda. Actualmente, más del 55% de las áreas de cultivo de caña en el estado de São Paulo ya son cosechadas sin quemadas (AGUIAR *et al.*, 2010), siendo ese estado el responsable por más del 60 % de la producción brasileña (CGEE, 2009).

*Contaminación hídrica y pedológica* - el lanzamiento de vinaza en los ríos, afluentes, suelos y napas de aguas subterráneas fue extremadamente crítico en el inicio del Proalcohol. Hoy, ese residuo de la producción de etanol se transformó en una ventaja económico-ambiental para el productor de caña, siendo ahora devuelto al suelo como fertilizante, en cantidades controladas para no contaminar las napas subterráneas.

### Energéticas

*Balance energético positivo* - una de las grandes ventajas del Proalcohol se encuentra en el hecho de que la producción del etanol es hecha con un consumo de energía bien inferior al que ella produce. Investigaciones demuestran que, en los cultivos del estado de São Paulo, la relación entre la energía producida (etanol y bagazo excedente) y la energía consumida (combustibles fósiles y electricidad adquirida) varía de 9 a 11,2 veces.

*Potencial de cogeneración<sup>62</sup> con el uso de los subproductos de la caña* - el uso del bagazo y, eventualmente, de la paja de la caña representan un vasto potencial de cogeneración de energía eléctrica renovable. Actualmente, más del 90% del bagazo es consumido como combustible para proveer toda

61 La caña de azúcar posee un follaje abundante con bordes cortantes y es plantada con espacios tales que en la época de la cosecha, es muy difícil penetrar en la plantación.

62 Se define cogeneración de energía al proceso de producción combinada de calor útil y energía mecánica, generalmente convertida total o parcialmente en energía eléctrica, a partir de la energía química disponibilizada por uno o más combustibles.

la energía electromecánica y térmica requerida para el procesamiento de la caña. Con el uso de calderas y turbogeneradores de alta presión, operando solamente con bagazo durante la zafra (cogeneración) es posible obtener una generación de energía eléctrica excedente de hasta 86 kWh por tonelada de caña. Con la tendencia hacia una cosecha de la caña sin quema y con el aprovechamiento del 50% al 80% de la paja disponible, la usina podrá generar excedentes superiores a los 100 kWh/tonelada de caña con la tecnología convencional (calderas y turbogeneradores a vapor de alta presión) o incluso arriba de 250 kWh/tonelada de caña con tecnologías más avanzadas, como la gasificación de la biomasa y el uso de turbinas a gas. En estos dos casos, la energía sería generada el año entero, en un híbrido de cogeneración y generación térmica pura.

Estimativas muestran que, con el continuo aprovechamiento de la paja, la venta de energía eléctrica por el sector sucroenergético podrá alcanzar 13.158 MW medios hasta la zafra 2020/2021<sup>63</sup>, lo que significaría una reserva de energía para el sistema eléctrico superior a lo producido por año en la usina hidroeléctrica de Itaipu<sup>64</sup>. En agosto del 2010 las actividades de proyectos de cogeneración a partir del bagazo de caña desarrolladas en el ámbito del Mecanismo de Desarrollo Limpio - MDL, y aprobadas por la Autoridad Nacional Designada, agregaron 1.334 MW al sector eléctrico, habiendo todavía un significativo potencial de ampliación de esa capacidad en el futuro.

### Económicas

EN 2008, se observó que el Producto Bruto Interno del sector es de US\$ 28,15 mil millones<sup>65</sup>, equivalentes a casi un 2% del PBI nacional. En esa cuenta del PBI sectorial, en que fueron computados los datos relativos al 2008, están incluidas las exportaciones de casi US\$ 8 mil millones (principalmente de azúcar, US\$ 5,5 mil millones, y etanol, US\$ 2,4 mil millones). La mayor parte es generada en el mercado interno, donde las ventas alcanzan los US\$ 20,2 mil millones, mitad de las cuales es de etanol hidratado (NEVES *et.al.*, 2009).

Considerados apenas los impuestos sobre lo que es facturado - IPI, ICMS, PIS y Cofins - se estima que, en el 2008, el sector haya pagado el equivalente a US\$ 9,86 mil millo-

nes. De ese total, US\$ 3 mil millones son relativos a la venta de insumos agrícolas e industriales y US\$ 6,86 mil millones son impuestos agregados del sector sucroenergético.

### Sociales

*Generación de empleo* - En 2008, el sector sucroenergético contrató 1,28 millón de personas, equivaliendo al 2,15% de las vacantes de trabajo en Brasil. En esa cuenta se incluyen empleos generados en el cultivo de la caña de azúcar, fábricas de azúcar en bruto, en el refinado y en la molienda de azúcar y la producción de etanol. La mayor parte de los empleos fue generada por el cultivo de la caña (481.662 funcionarios), fijos y temporarios, y en las fábricas de azúcar (561.292 funcionarios). La producción de etanol incluyó a 226.513 empleados y el refinado y molienda del azúcar, a 13.791 personas. Los datos muestran que el índice de formalidad de empleos en el sector de la caña viene creciendo, aproximándose a la media nacional de 80,9%. El índice de formalidad es mayor en la región Centro-Sur (90,3%), llegando al 95,05% en São Paulo. En la región Noreste, ese número representa el 66,5%. Considerándose que para cada empleo directo son generados dos indirectos, hay una estimación de 4,29 millones de personas trabajando en la cadena de la caña de azúcar. Más de la mitad (55%) de los trabajadores en el cultivo de la caña es analfabeta o tiene una baja escolaridad. El aumento de la mecanización, sin embargo, trae como reflejo un aumento de la demanda por profesionales más calificados. (MORAES *et.al.*, 2009).

*Mantenimiento de la mano de obra en el medio rural* - además de la elevada generación de empleos en la agroindustria de la caña, hay que destacar la naturaleza rural de esos empleos, contribuyendo a la contención de la migración rural-urbana y evitando el agravamiento del crecimiento de las grandes ciudades brasileñas.

*Mejoría de las condiciones de salud* - la reducción de la contaminación del aire asociada al mayor uso del etanol reduce adicionalmente los gastos públicos con salud, especialmente en las grandes ciudades.

### Estratégicas

*Alternativa al petróleo* - el consumo creciente de petróleo en el mundo, sumado a la fuerte concentración de reservas petrolíferas en los países del Golfo Pérsico, muestra una tendencia creciente de inestabilidad en los precios futuros de los hidrocarburos. En el 2008, Brasil produjo, internamente, el 99,5% de la oferta interna bruta de petróleo (ANP, 2009a). En base a los niveles actuales de producción, el etanol de la caña de azúcar no podrá substituir todo el con-

63 Suponiendo la utilización de un 50% de la paja disponible en el mismo año-zafra para la exportación de energía eléctrica, y que una tonelada de caña (bagazo + paja) genera 199,9 kWh para exportación; PCI de la paja = 1,7 PCI del bagazo; Factor de Capacidad = 0,5 (Koblitz, 2009), utilizando caldera de 65 bar (UNICA, 2008).

64 En el 2008, la Usina de Itaipu generó 94.684.781 MWh, con una potencia instalada de 14.000 MW, equivalente a 10.809 MW medios Vide: <<http://www.itaipu.gov.br/energia/geracao>>.

65 La industria de la caña de azúcar: etanol, azúcar y bioelectricidad. En el mapeo del sector, fue usada la tasa de cambio de R\$ 1,84 por dólar, que es el promedio del año 2008.

sumo de petróleo del país; sin embargo, puede formar parte de las opciones energéticas para enfrentar situaciones de inestabilidad en el abastecimiento de petróleo.

### **Tecnológicas**

*Desarrollo de la tecnología del automóvil a etanol* - la ingeniería automovilística brasileña pasó por un importante esfuerzo tecnológico para adecuar los vehículos de ciclo Otto al uso del etanol en las diversas condiciones climáticas del país. Además, nuevos materiales y revestimientos fueron utilizados para evitar la corrosión provocada por el etanol.

Un gran marco tecnológico fue la creación de los automóviles con motores movidos a gasolina y etanol. Los primeros estudios sobre los vehículos *flex-fuel* en Brasil comenzaron a ser desarrollados en 1990. Los coches fueron lanzados en el mercado en el año 2003, después de incorporar importantes avances, especialmente en la electrónica embarcada<sup>66</sup> que viabiliza un control preciso de las principales funciones del motor para cada uno de los combustibles utilizados — etanol o gasolina — y sus mezclas. La introducción de esa tecnología en el país estuvo basada en el concepto de la no modificación del motor a gasolina, ya que, en la primera generación, prácticamente la atención fue exclusivamente dedicada a la funcionalidad del sistema y al cumplimiento de los requisitos de emisiones, con poca preocupación con el consumo de etanol. Esa tecnología fue siendo mejorada, aunque de modo desigual por las diversas montadoras que operan en el mercado nacional. Mientras algunas montadoras, reconociendo la preferencia del consumidor por el etanol, vienen incorporando innovaciones que llevan a un uso más optimizado del combustible renovable, otras aún están en la primera generación de motores *flex-fuel*. Por lo tanto, se puede afirmar que, de una manera general, esos vehículos todavía no están lo suficientemente desarrollados para maximizar los beneficios del etanol, como el mayor calor latente de la vaporización y el mayor octanaje, que dan una ventaja energética sobre la gasolina. La más reciente novedad tecnológica de los vehículos *flex-fuel*, incorporada en el 2009, por ahora a un único modelo, fue el sistema de ignición en frío con un precalentamiento del etanol, descartando la necesidad del tanque auxiliar de gasolina y presentando una reducción adicional en la emisión de contaminantes con etanol.

*Progresos técnicos en la producción sucroalcoholera* - el esfuerzo de universidades y centros de investigación, públicos y privados, llevaron a una notable evolución científica y tecnológica nacional en el área. La evolución en la producción de caña condujo a la intensificación del uso de biotecnologías, de técnicas de conservación del suelo, así como a mejoras en los ambientes y sistemas de producción.

66 Electrónica Embarcada representa todo y cualquier sistema electro-electrónico armado en una aplicación móvil, ya sea un automóvil, un navío, un avión o inclusive un tractor. Disponible en: <<http://www.pcs.usp.br/-laa/Grupos/EEM/index.htm>>.

*Calidad del suelo* - en principio, el cultivo de la caña de azúcar en una misma área, año a año, puede crear la expectativa de que la productividad declinará con el tiempo. Sin embargo, lo opuesto se transformó en una realidad: después de décadas de cosechas, la productividad de la caña de azúcar brasileña ha aumentado de forma continua, pudiendo ser atribuida a la mejor preparación del suelo, al desarrollo de variedades superiores de caña y al reciclaje de nutrientes (vinaza).

Por lo tanto, el uso de etanol de caña de azúcar como combustible ha demostrado ser una alternativa sustentable en relación al uso de combustibles fósiles, con generación de empleo, generación de ingresos en el campo, desarrollo de tecnología y preservación del medio ambiente.

En relación a las emisiones de gases de efecto invernadero, el balance final es altamente positivo, debido al proceso de fotosíntesis, en que la caña absorbe la misma cantidad de dióxido de carbono que es emitida durante la quema del alcohol y del bagazo.

## **1.2 Programa Brasileño de Biocombustibles - Pro-biodiesel**

Brasil, además de destacarse internacionalmente por la producción de etanol a partir de la caña de azúcar, fue el primer país en registrar la patente del biodiesel, en el año 1980.

En 1983, el gobierno brasileño, motivado por la elevación de los precios de petróleo, decidió implementar un proyecto intitulado "Programa Nacional de Energía de Aceites Vegetales - Proyecto OVEG" en el cual fue testeada la utilización de biodiesel y de mezclas de combustibles en vehículos que anduvieron más de un millón de kilómetros. Esa iniciativa, coordinada por la Secretaría de Tecnología Industrial del Ministerio de Industria, de Comercio y de Turismo - MICT<sup>67</sup>, contó con la participación de la industria automovilística, fabricantes de autopartes, productores de lubricantes y combustibles, industrias de aceites vegetales e institutos de investigación.

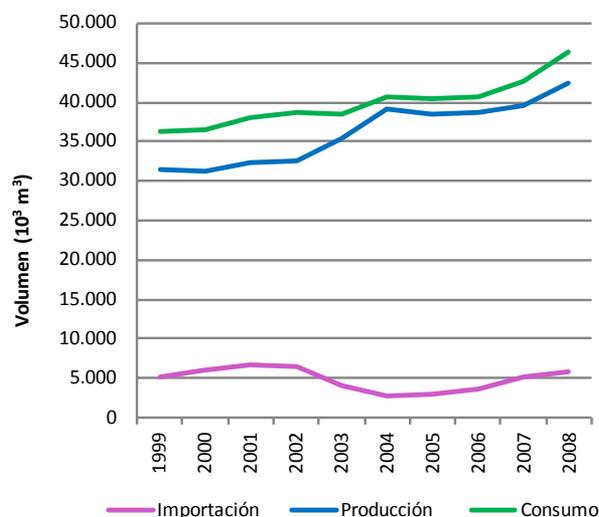
Fue constatada la viabilidad técnica de la utilización del combustible, aprovechando la logística de distribución existente. Sin embargo, en aquel momento, los costos del biodiesel eran mucho más elevados que los del diesel, y, de esa forma, no fue implementada la producción del biodiesel a escala comercial.

La década de 1990 se caracterizó por la producción comercial e instalación de plantas a escala industrial, estimulada por la competitividad relativa de precios del petróleo y aceites vegetales, buscando al mismo tiempo tener en cuenta las preocupaciones relativas al medio ambiente.

67 Actualmente, Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior - MDIC.

En el inicio de la década del 2000, el Gobierno Federal pasó a interpretar como estratégica la incorporación del biodiesel a la matriz energética brasileña, ya que este combustible se presentaba como una alternativa para la disminución de la dependencia de los derivados del petróleo, y como elemento propulsor de un nuevo mercado para las oleaginosas. Utilizado principalmente en el transporte de pasajeros y cargas, el diesel es actualmente el derivado de petróleo más consumido en Brasil, con una comercialización anual de cerca de 38 mil millones de litros (BRASIL, 2009b). Considerando el perfil de producción en las refinerías brasileñas, una fracción creciente de ese producto viene siendo importada, como muestra la Figura 1.6. El país importa, hoy, un 12,6% del diesel consumido en Brasil (BRASIL, 2009b). De esa forma, el desarrollo de una industria de biodiesel le permite al país reducir gastos. De acuerdo a la ANP, en el 2008, el uso del biodiesel evitó la importación de 1,1 mil millones de litros de diesel de petróleo, teniendo como resultado una economía de cerca de US\$ 976 millones, generando divisas para el país.

**Figura 1.6 Evolución de la producción, de la demanda y de la importación de diesel**



Fuente: BRASIL, 2009b.

Estudios muestran que la producción de biodiesel nacional, especialmente para vehículos modernos a diesel, presenta las siguientes oportunidades:

- no contribuye al aumento del efecto invernadero (emisiones evitadas de aproximadamente 2,5 toneladas de gas carbónico por metro cúbico de biodiesel utilizado);
- reducción de las emisiones de contaminantes como monóxido de carbono - CO y de la mutagenicidad por la eliminación de los compuestos aromáticos, gran re-

ducción de emisiones de hidrocarbonatos - HC y humo negro, así como reducción significativa de emisiones de hidrocarbonatos aromáticos policíclicos del tenor de azufre del combustible, al ser comparado al diesel, contribuyendo, así, a la reducción del nivel de contaminación de las ciudades, mejorando la calidad de vida de sus habitantes;

- no es tóxico;
- tecnología actual permite a los vehículos diesel cumplir con la norma EURO III, dispositivos de retención de particulados - filtros regenerativos (con B100 podrán operar mejor por la ausencia de azufre y material particulado);
- perspectiva de exportación de biodiesel como aditivo de bajo contenido de azufre, especialmente para la Unión Europea, donde el tenor de azufre está siendo reducido paulatinamente (de 2000 ppm en 1996, a 350 ppm en el 2002, y 50 ppm en el 2008);
- fortalecimiento de las fuentes de energía renovable en la matriz energética;
- biodegradable;
- desempeño superior y uso de motores cada vez menores;
- mejora el número de cetano, más elevado (mayor a 50) que el del diesel (mejoría en el desempeño de la ignición), y lubricidad (reducción de desgaste, especialmente del sistema de ignición);
- puntos de combustión y fulgor apropiados (más seguro para manipular);
- mercado en gran expansión, especialmente en Europa, trayendo ventajas en la exportación de vehículos, motores y componentes;
- economía de combustible;
- nuevas oportunidades de negocios, especialmente en la agroindustria, paralelas a la generación de empleo e ingresos;
- carga tributaria de los combustibles definida;
- demanda creciente de diesel en Brasil (con reflejos en la dependencia de importación, en la balanza de pagos y en la calidad del combustible);

- diversificación de la matriz energética; y
- mejoría de la logística de transporte.

En julio del 2003 fue creado un Grupo de Trabajo Interministerial - GTI, integrado por representantes de 11 ministerios y coordinado por la Presidencia de la República, con el objetivo de analizar la viabilidad de la producción y el uso de este combustible en el país.

Teniendo en cuenta los beneficios de naturaleza social, económica, ambiental y estratégica identificados por el GTI, un nuevo decreto presidencial fue publicado en diciembre del 2003 creando la Comisión Ejecutiva Interministerial de Biodiesel y su brazo ejecutivo, el Grupo Gestor del Biodiesel, buscando la promoción y el acompañamiento de las providencias necesarias para la introducción a gran escala de este combustible en la matriz energética brasileña.

En diciembre del 2004, el Gobierno Federal lanzó el Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiesel - PNPB, responsable por la organización de la cadena productiva, definición de las líneas de financiamiento y estructuración de base tecnológica. El PNPB es un programa interministerial del Gobierno Federal que tiene como objetivos desarrollar las tecnologías de producción y el mercado de consumo de biocombustibles.

El biodiesel es definido como “biocombustible derivado de biomasa renovable para uso en motores a combustión interna con ignición por compresión o, conforme reglamentación, para generación de otro tipo de energía, que pueda substituir parcial o totalmente combustibles de origen fósil<sup>68</sup>”. El biodiesel debe cumplir con las especificaciones técnicas, siendo un producto único, sin necesidad de definición del origen del aceite vegetal o del tipo de alcohol a ser usado en la producción, y sí con un conjunto de propiedades físico-químicas para el producto final que garantice su adecuación al uso en motores de ciclo diesel.

El biodiesel puede ser obtenido a partir de diferentes procesos tales como el craqueamiento, la esterificación, o por medio de la transesterificación<sup>69</sup> etílica o metílica. Puede ser producido a partir de grasas animales o de aceites vegetales, existiendo en Brasil diversas opciones de materias primas oleaginosas con diferentes potenciales energéticos, como

por ejemplo, el mamón, la palmera de aceite *dendê* (*Elaeis guineensis*), el girasol, la palmera de aceite babasú (*Orbignya martiana*), maní, piña mansa (*Jatropha curcas L.*) y la soja, entre otras especies (Cuadro 1.3). El PNPB busca no privilegiar ninguna materia prima, dejando la elección para el productor, que la hará en base al análisis de costos de producción y de oportunidad. Cabe aclarar, sin embargo, que el aceite vegetal in natura es muy diferente al biodiesel, que debe cumplir las especificaciones establecidas por la ANP<sup>70</sup>.

El biodiesel substituye total o parcialmente el diesel de petróleo en motores ciclo diesel para automóviles (de camiones, tractores, camionetas, automóviles etc.) o motores estacionarios (generadores de electricidad, calor etc.). Puede también ser usado puro o mezclado al diesel en diversas proporciones. La mezcla de 2% de biodiesel al diesel de petróleo es denominada B2, siguiéndose esa lógica sucesivamente, hasta el biodiesel puro, denominado B100.

**Cuadro 1.3 Características de algunos vegetales oleaginosos de potencial uso energético**

Especie	Origen del Aceite	Contenido de Aceite (%)	Ciclo para Máxima Eficiencia	Meses de Cosecha	Rendimiento en Aceite (t/ha)
Dendê ( <i>Elaeis guineensis</i> )	Almendra	20	8 años	12	3,0-6,0
Aguacate ( <i>Persia americana</i> )	Fruto	7-35	7 años	12	1,3-5,0
Coco ( <i>Cocos numifera</i> )	Fruto	55-60	7 años	12	1,3-1,9
Babasú ( <i>Orbinya martiana</i> )	Almendra	66	7 años	12	0,1-0,3
Girasol ( <i>Helianthus annus</i> )	Grano	38-48	Anual	3	0,5-1,9
Colza - Canola ( <i>Brassica campestris</i> )	Grano	40-48	Anual	3	0,5-0,9
Ricino - Mamona ( <i>Ricinus communis</i> )	Grano	43-45	Anual	3	0,5-0,9
Maní ( <i>Arachis hypogaeae</i> )	Grano	40-43	Anual	3	0,6-0,8
Soja ( <i>Glycine max</i> )	Grano	17	Anual	3	0,2-0,4
Algodón ( <i>Gossypium hirsutum</i> )	Grano	15	Anual	3	0,1-0,2

Fuente: NOGUEIRA & LORA, 2000.

En el 2005 pasó a ser obligatoria<sup>71</sup> la adición de un 2% de biodiesel al diesel comercializado (B2) en cualquier parte del territorio nacional, a partir del 2008, con una extensión gradual del 5% hasta el 2013. Considerando que los plazos para alcanzar el porcentaje mínimo obligatorio de adición de biodiesel al diesel comercializado para el consumidor final, en cualquier parte del territorio, pueden ser reducidos por el Comité Nacional de Política Energética - CNPE, este colegiado publicó en octubre del 2009 una resolución estableciendo en un 5% el volumen mínimo obligatorio (B5) de adición de biodiesel al diesel, a partir del 1º de enero del 2010.

68 Según la ley nº 11.097, del 13 de enero del 2005.

69 La transesterificación es el proceso más utilizado actualmente para la producción de biodiesel. Consiste en una reacción química de los aceites vegetales o grasas animales con el alcohol común (etanol) o el metanol, estimulada por un catalizador, de la cual también se extrae la glicerina, producto con aplicaciones diversas en la industria química. Además de la glicerina, la cadena productiva del biodiesel genera una serie de otros productos vinculados (polvillo, etc.) que pueden agregar valor y constituirse en otras fuentes de ingreso importantes para los productores.

70 Resolución de la ANP 07/2008.

71 Ley nº 11.097/2005, en su art. 2º.

La capacidad de producción de biodiesel instalada en el país fue estudiada, llegándose a la conclusión de que había capacidad suficiente para atender a la demanda derivada de la elevación del porcentaje de adición del 5% de biodiesel a partir del 1º de enero del 2010. Esa adición no exigió una alteración de los motores y de la flota vehicular en circulación, habiendo sido garantizada la seguridad para los consumidores. La modificación generará una demanda adicional de 740 millones de litros/año de biodiesel, aumentando su consumo a 2,4 mil millones de litros/año.

Esa estrategia permite el desarrollo de la industria nacional de bienes y servicios y contribuye a la substitución del diesel importado por combustible nacional, limpio y renovable. Paralelamente, el cultivo de materias primas y la producción industrial de biodiesel, o sea, la cadena productiva del biodiesel, tiene un gran potencial para generación de empleos, promoviendo, de esa forma, la inclusión social, especialmente cuando se considera el amplio potencial productivo de la agricultura familiar. En las regiones del semiárido brasileño y en la región Norte, la inclusión social es aún más apremiante.

En la región del semiárido nordestino, por ejemplo, el ingreso anual líquido de una familia a partir del cultivo de cinco hectáreas con mamón (*Ricinus communis*) y una producción media de entre 700 e 1,2 mil kilos por hectárea, puede variar entre R\$ 2,5 mil y R\$ 3,5 mil<sup>72</sup>. Además, el área cultivada puede ser consorciada con otras culturas, como el poroto y el maíz.

Para estimular todavía más ese proceso, el Gobierno Federal lanzó el "Sello Combustible Social", un conjunto de medidas específicas que buscan estimular la inclusión social por medio de la agricultura, en esa importante cadena productiva<sup>73</sup>. En el 2005 el Ministerio de Desarrollo Agrario - MDA, publicó la reglamentación<sup>74</sup> para proyectos de biodiesel, con la perspectiva de que los mismos se consoliden como emprendimientos aptos a recibir el sello combustible social. El encuadramiento social de proyectos o empresas productoras de biodiesel permite el acceso a mejores condiciones de financiamiento ofrecidas por el BNDES y otras instituciones financieras, además de dar el derecho a participar en subastas de compra/venta de biodiesel. Las industrias productoras también tendrán derecho a gozar de la disminución de algunos tributos, aunque deberán garantizar la compra de materia prima y precios preestablecidos, ofreciendo un nivel de seguridad adecuado a los agricultores familiares. Existe, además, la

posibilidad de que los agricultores familiares participen como socios o accionistas de las industrias extractoras de aceite o de producción de biodiesel, ya sea de forma directa, o por medio de asociaciones o cooperativas de productores.

Los agricultores familiares que deseen participar de la cadena productiva del biodiesel también tendrán acceso a las líneas de crédito del Programa Nacional de Agricultura Familiar - Pronaf, por medio de los bancos que operan con ese programa. Habrá acceso también a asistencia técnica ofrecida por las propias empresas detentoras del "Sello Combustible Social", con el apoyo del MDA, por medio de participantes y colaboradores públicos y privados. Con eso, el productor tendrá una mayor posibilidad de generar ingresos, sin dejar de llevar adelante su actividad principal, relacionada al plantío de alimentos. El límite de crédito y las condiciones de financiamiento siguen las mismas reglas del grupo del Pronaf en que el agricultor esté encuadrado.

Actualmente en Brasil, el Probioamazon, gerenciado por el Ministerio de Desarrollo Agrario - MDA y el Ministerio de Ciencia y Tecnología - MCT, es el mayor programa de aceites vegetales en implantación, con una perspectiva de producción cercana a las 500 mil toneladas/año<sup>75</sup> de aceite de *dendê* en la región Norte, a partir de la producción en asentamientos del Instituto Nacional de Colonización y Reforma Agraria - INCRA.

En el proceso de maduración de la cadena productiva del biodiesel, debe recordarse que hay cuestiones tecnológicas en etapas precomerciales a ser resueltas en las etapas de pruebas de laboratorio y de campo, especialmente la ruta tecnológica a ser desarrollada por la producción del biodiesel con el uso del etanol. El MCT y la Petrobras, por intermedio del Fondo Sectorial de Petróleo y Gas Natural - CT-Petro, apoyan proyectos con la participación de universidades, como es el caso de la Federal de Rio Grande do Sul, la Federal de Pelotas y la Regional del Alto Uruguai, con la finalidad básica de adecuar e implantar los métodos del análisis físico-químico, según dispone la Sociedad Americana para la Prueba de Materiales - ASTM (sigla en inglés de la *American Society for Testing Materials*), para el biodiesel nacional, y también para evaluar las propiedades de las mezclas de biodiesel al diesel en diferentes proporciones. El desarrollo del Probiodiesel permitirá desarrollar la competitividad técnica y económica del biodiesel, potencializando las ganancias ambientales y generando nuevos negocios para la agroindustria, las montadoras y los sectores de autopartes.

Actualmente se está discutiendo bastante la estrategia para el uso del biodiesel puro (B100), por medio de la estimu-

72 Anuario de la Industria de Biodiesel en Brasil 2004-2009. Disponible en: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/social/aspectos-sociais.htm>>.

73 Conforme es dispuesto por la Ordenanza Ministerial no 01, del 05 de julio del 2005.

74 Por medio de la Ordenanza Ministerial no 02/2005.

75 Vide: <<http://dabdoub-labs.com.br/pdf/probiodiesel.pdf>>.

lación de su producción, considerando, entre otros factores, la capacidad ociosa industrial. El B100 ha sido usado en el país apenas en fases de prueba, en el transporte colectivo de algunas ciudades como Curitiba - PR. Ya hay un proyecto de ley en el Congreso Nacional que busca autorizar el uso del biodiesel puro (del tipo B100) como combustible para automóviles de paseo y de vehículos de carga de pequeño porte (capaces de transportar hasta tres toneladas). Otras pruebas también han sido hechas en aviones y barcos. La utilización definitiva del nuevo combustible dependerá, entre otros factores, de una relación positiva entre la energía consumida en el proceso de producción y la energía disponibilizada por el biodiesel.

Gracias a este programa, Brasil está entre los mayores productores y consumidores de biodiesel del mundo, con una producción anual, en el 2009, de 1,6 mil millones de litros y una capacidad instalada, en enero del 2010, de cerca de 4,7 mil millones de litros<sup>76</sup> (ANP, 2010a). El área plantada necesaria para alcanzar el porcentaje de mezcla actual de biodiesel (B5) al diesel de petróleo está estimada en 3 millones de hectáreas, lo que equivale a un 2% de los 150 millones de hectáreas plantadas y disponibles para la agricultura en Brasil. Este número no incluye las regiones ocupadas por pastajes y bosques.

En el 2008, el uso del biodiesel evitó la importación de 1,1 mil millones de litros de diesel de petróleo, teniendo como resultado una economía cercana a los US\$ 976 millones, generando divisas para el país.

Se pretende que el biodiesel continúe siendo incluido en la oferta interna de combustibles, de manera sustentable (social, ambiental y económicamente), para hacer que la producción de ese insumo sea un vector de desarrollo, generando empleo e ingresos, principalmente en las regiones más carentes de Brasil.

### ***Proceso H-Bio - Tecnología Petrobras para la Producción de Diesel Renovable***

La preocupación mundial con el desarrollo sustentable puso en evidencia la necesidad de una definición de los límites de emisión para las tecnologías automovilísticas. Desde entonces, los investigadores han buscado producir combustibles menos contaminantes, económicamente viables y de origen renovable para alcanzar las mejorías ambientales deseadas. En este sentido, el proceso H-BIO<sup>77</sup> contribuye a la producción de diesel utilizando una parcela de materia prima renovable.

76 Vide: <<http://www.anp.gov.br/?pg=17680&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1281537505937>>.

77 Vide: <<http://www2.petrobras.com.br/tecnologia/port/H-BIO.asp>>.

El proceso H-BIO fue desarrollado por el Centro de Investigaciones y Desarrollo de la Petrobras - Cenpes, para incluir el procesamiento de materia prima renovable en el ciclo del refinado de petróleo y permitir la utilización de las instalaciones ya existentes.

En este proceso, el aceite vegetal o animal es mezclado con fracciones de diesel de petróleo para ser hidroconvertido en Unidades de Hidrotratamiento - HDT, las cuales son utilizadas en las refinerías, principalmente para la reducción del tenor de azufre y mejorar la calidad del diesel, ajustando las características del combustible a las especificaciones de la Agencia Nacional de Petróleo - ANP.

En el desarrollo de esta tecnología fueron puestos a prueba, en una planta piloto, diferentes aceites vegetales, como la soja y la mamona, en diferentes condiciones de operación, que hicieron evidentes las ventajas del proceso, destacándose el alto rendimiento de, por lo menos, un 95% v/v, en diesel, sin la generación de residuos y con una pequeña producción de propano. A cada 100 litros de aceite de soja procesados, son producidos 96 litros de diesel y 2,2 Nm<sup>3</sup> de propano. Frente a este hecho, el área de Refino del Abastecimiento está realizando pruebas industriales, utilizando hasta un 10% en volumen de aceite de soja en la carga del HDT, demostrando la buena adecuación y flexibilidad de la tecnología.

El proceso incluye una hidroconversión catalítica de la mezcla de fracciones de diesel y aceite de origen renovable, en un reactor de HDT, bajo condiciones controladas de alta temperatura y presión de hidrógeno. Así, el aceite vegetal es transformado en hidrocarburos parafínicos lineares, similares a los existentes en el diesel de petróleo. Esos compuestos contribuyen a la mejoría de la calidad del diesel final, destacándose el aumento del número de cetano, que garantiza una mejor calidad en la ignición, además de la reducción de la densidad y del tenor de azufre. El beneficio en la calidad final del producto es proporcional al volumen de aceite vegetal usado en el proceso.

La tecnología H-BIO de la *Petrobras* introduce un nuevo camino para la producción de biocombustibles, complementando el Programa Brasileño de Biodiesel, en pleno desarrollo, para ampliar, en el futuro, la utilización de biomasa en la matriz energética del país, generando beneficios ambientales y de inclusión social.

### **Beneficios del Proceso H-Bio**

Uno de los principales beneficios del proceso es la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, pues los aceites vegetales y animales que constituyen el origen de

la principal parte de la materia prima del H-BIO, son renovables, desplazando al carbono de origen fósil del petróleo.

En ese sentido la emisión evitada derivada de ese proceso, puede representar una reducción de emisión de 2,0 a 2,6 tCO<sub>2</sub>/ t diesel producido, según la metodología AM-0089 aprobada por la UNFCCC para cuantificar las reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero para actividades de proyectos de MDL<sup>78</sup>.

Otro beneficio importante proporcionado por el H-BIO es el de la reducción del tenor de azufre del diesel, contribuyendo a la reducción de la emisión de contaminantes regulados. El H-BIO también contribuye a la mejoría de la calidad del diesel final, destacándose el aumento del número de cetano, que garantiza una mejor calidad en la ignición, junto a la reducción de la densidad. Todos esos beneficios son proporcionales al volumen de aceite de origen renovable utilizado en el proceso.

## 1.3 Programas de Conservación de Energía

### 1.3.1 Programas Gubernamentales de Conservación de Energía

Las medidas de conservación de energía, en Brasil, fueron implementadas por el Gobierno Federal como una forma de evitar los efectos de las crisis de origen externo, principalmente el aumento en los precios del petróleo y el aumento en las tasas de intereses que afectaron la balanza comercial.

En respuesta a las crisis del petróleo de 1973 y 1979, cuando las importaciones de petróleo de Brasil abastecían aproximadamente el 70% de su consumo de energía primaria, fue armada una estrategia centrada en la reformulación de la política de oferta de energía: intensificación de la prospección de petróleo, aumento de la base hidroeléctrica, uso del carbón nacional y sustitución de la gasolina por el etanol para el sector de transportes.

Al inicio de la década de 1980, fue implantado el Programa Conserve, administrado por el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social – BNDES, constituyéndose en el primer esfuerzo en términos de conservación de energía para buscar la promoción de la eficiencia energética en la industria, el desarrollo de productos y procesos energéticamente más eficientes, y la estimulación de la sustitución de energéticos importados.

A mediados de la década de 1980, fue creado el Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica - Procel y, en la década de 1990, el Programa Nacional de Racionalización del Uso de Derivados de Petróleo y de Gas Natural - Conpet, obteniendo buenos resultados.

La relación entre la economía de energía y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero no es lineal, o sea, una posible reducción del consumo energético no necesariamente acarreará una reducción, en la misma proporción, de las emisiones. Eso se debe, principalmente, al fuerte componente hidráulico en la generación eléctrica. Sin embargo, si hubiese un aumento de la generación de energía por medio de unidades térmicas a combustibles fósiles, eso traería efectos considerables sobre las emisiones, haciendo que la economía de energía sea importante.

Las inversiones anuales en investigación y desarrollo y en eficiencia energética, por parte de las empresas concesionarias, permisionarias y autorizadas del sector de energía, son actualmente reglamentadas por ley<sup>79</sup> que obliga a las concesionarias y permisionarias de servicios públicos de distribución de energía eléctrica a aplicar, anualmente, como mínimo, el equivalente al 0,75% de su presupuesto operacional líquido, en investigación y desarrollo del sector eléctrico y, como mínimo, el 0,25% en programas de eficiencia energética en el uso final. Hasta el 31 de diciembre del 2015<sup>80</sup>, los porcentajes mínimos serán de 0,5%, tanto para investigación y desarrollo, como para programas de eficiencia energética en la oferta y en el uso final de la energía.

Las concesionarias de generación y las empresas autorizadas a la producción independiente, así como las concesionarias de servicios públicos de transmisión de energía eléctrica, están obligadas a aplicar, anualmente, como mínimo, el equivalente al 1% de su presupuesto operacional líquido en investigación y desarrollo del sector eléctrico<sup>81</sup>.

En 2001, fue creada<sup>82</sup> la Política Nacional de Conservación y Uso Racional de Energía, buscando la asignación eficiente de recursos energéticos y la preservación del medio ambiente. De acuerdo a esa ley, el Poder Ejecutivo debe establecer niveles máximos de consumo específico de energía, o mínimos de eficiencia energética, de máquinas y aparatos consumidores de energía fabricados o comercializados en el país, en base a indicadores técnicos pertinentes, a los cuales los fabricantes y los importadores de esas máquinas y aparatos deben atenerse. La ley dispone además que el Poder Ejecutivo debe desarrollar mecanismos que promuevan la eficiencia energética en las edificaciones construidas en el país.

79 Ley nº 9.991, del 24 de julio del 2000.

80 Según lo dispuesto por la Ley nº 12.212, del 20 de enero del 2010.

81 Conforme está previsto en la Ley nº 9.991, del 24 de julio del 2000.

82 Ley nº 10.295, del 17 de octubre del 2001.

78 Vide: <<http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/approved.html?searchmode=advanced&searchon=1&scales=1&scales=2&scales=3&number=&title=&scopeoperation=or&scopes%3Alist=1&button=Search>>

## Conserve

El programa Conserve, creado en el ámbito del Ministerio de la Industria y Comercio - MIC (actual Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior - MDIC), en 1981, fue el primer esfuerzo en términos de conservación de energía en Brasil, buscando cumplir los objetivos de la Ordenanza Ministerial MIC/GM46, relativa a la promoción de la conservación de energía en la industria, al desarrollo de productos y procesos energéticamente más eficientes y al estímulo a la sustitución de petróleo importado por fuentes alternativas autóctonas.

La opción estratégica para responder a la coyuntura existente en la época fue la implementación de una política de conservación del uso de energía eléctrica, que finalmente estuvo reflejada en la creación del Procel, en 1985.

## Procel

El objetivo del Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica - Procel es el de promover la racionalización de la producción y del consumo de energía eléctrica, para que se eliminen los desperdicios y se reduzcan los costos y las inversiones sectoriales.

El Procel fue creado en diciembre de 1985 por el Ministerio de Minas y Energía y por el Ministerio de Industria y Comercio, y su gestión quedó a cargo de una Secretaría Ejecutiva subordinada a las Centrales Eléctricas de Brasil S.A. - *Eletrobrás*. El 18 de julio de 1991, el Procel fue transformado en Programa de Gobierno, con una ampliación de sus responsabilidades.

El Programa utiliza recursos de la *Eletrobrás* y de la Reserva Global de Reversión - RGR, fondo federal constituido con recursos de las concesionarias, proporcionales a la inversión de cada una. El Procel utiliza también recursos de entidades internacionales (Cuadro 1.4).

El Procel establece metas de reducción de conservación de energía que son consideradas en la planificación del sector eléctrico, dimensionando las necesidades de expansión de la oferta de energía y de la transmisión. Entre esas metas se destacan la reducción en las pérdidas técnicas de las concesionarias; la racionalización del uso de la energía eléctrica; y el aumento de la eficiencia energética en aparatos eléctricos. Así, el Procel pudo obtener resultados significativos, como puede ser verificado en el Cuadro 1.5.

**Cuadro 1.4 Inversiones e resultados anuales del Procel.**

	1986/2003	2004	2005	2006	2007
Inversiones <i>Eletrobrás</i> /Procel (R\$ millones)*	252,01	27,2	37,2	29,24	13,6
Inversiones RGR (R\$ millones)	412	54	44,6	77,8	39,2
Inversiones del Proyecto de Eficiencia Energética para Brasil (R\$ millones)**	2,09	13	16,2	6,2	-
Inversiones Totales Realizadas (R\$ millones)	666,08	94,2	98	113,2	52,8
Energía Economizada (mil millones de kWh/año)	17,22	2,37	2,16	2,85	3,93
Reducción de Demanda en la Punta (MW)	4.633	622	585	772	1.357
Usina Equivalente (MW)***	4.033	569	518	682	942
Inversiones Postergadas (R\$ mil millones)	10,65	2,5	1,77	2,23	2,76

\* Se refiere solamente a los recursos presupuestarios del Procel efectivamente realizados en cada año, no siendo considerados los salarios del personal *Eletrobrás*/Procel.

\*\* Se refiere a la inversión de US\$ 11,9 millones del GEF y la contrapartida de la *Eletrobrás*.

\*\*\* Obtenida a partir de la energía economizada, considerando un factor de capacidad medio típico de 56% para usinas hidroeléctricas e incluyendo un 15% de pérdidas medias en la Transmisión y Distribución (T&D) para la parte de conservación de energía.

Fuente: *Eletrobrás*/Procel, 1998; *Eletrobrás*/Procel, 2008.

**Cuadro 1.5 Resultados acumulados por el Procel.**

Resultados	Total
Inversiones Totales Realizadas (R\$ mil millones)*	1,02
Energía Economizada y Generación Adicional (mil millones de kWh/año)**	28,5
Reducción de Demanda en la Punta (MW)	7.969
Usina Equivalente (MW)	6.841
Inversión Postergada (R\$ mil millones)	19,9

\* Incluye la parte relativa a la RGR y los Recursos del Proyecto de Eficiencia Energética para Brasil.

\*\* La energía economizada y la generación adicional acumuladas son calculadas apenas adicionándose las economías a cada año, no considerando la persistencia de las medidas implementadas.

Fuente: *Eletrobrás*/Procel, 2008.

Manteniendo la estructura actual de uso de la energía, ya se proyecta para el 2015 una necesidad de provisión cercana a los 780 TWh/año. Disminuyéndose los desperdicios, se estima que puede haber una reducción anual de hasta 130 TWh, equivaliendo a la producción aproximada de dos usinas hidroeléctricas de Itaipu. Una de las metas del Procel ha sido la reducción de las pérdidas técnicas en la transmisión y distribución de las concesionarias, llegando a un valor próximo a los 10%. Con la adopción del Sello Procel de eficiencia energética para los electrodomésticos, se espera

un aumento medio del 10% en la eficiencia energética de los equipamientos que participen del programa.

El Procel tiene como principales objetivos disminuir el desperdicio de energía eléctrica en el país y aumentar la eficiencia energética en el sector eléctrico, buscando alcanzar la realización de algunas metas esenciales: desarrollo tecnológico; la seguridad energética; la eficiencia económica; nuevos parámetros incorporados a la ciudadanía; y la reducción de los impactos ambientales. En relación al desarrollo tecnológico se busca ampliar la investigación científica, la mejoría en los laboratorios y la capacitación del personal técnico, para llegar a resultados que mejoren la calidad de vida. La seguridad energética busca garantizar la disposición de energía en cantidad y tiempo necesarios. La eficiencia económica significa producir y distribuir los bienes y servicios de la economía con el mejor uso posible de los insumos necesarios para la producción y distribución de los productos. La energía es uno de los insumos básicos de las actividades económicas, y la eficiencia económica pasa obligatoriamente por la eficiencia energética. Por medio de una acción en todos los niveles de enseñanza formal del país, utilizando como canal de comunicación la "Educación Ambiental", es posible incorporar parámetros nuevos a la ciudadanía<sup>83</sup>.

El Procel realiza un papel de reducción de los impactos ambientales en Brasil: las varias líneas de acción de cada uno de los Proyectos de Cambio de Hábitos y de Eficiencia Energética del Procel permiten que sea atendido el crecimiento de la demanda de energía eléctrica sin que la oferta se amplíe en la misma proporción. Una parte de la demanda por electricidad pasa a ser atendida por lo que se puede llamar como energía "virtual", obtenida por medio de acciones de conservación de energía.

Esto se debe a que las acciones tomadas permiten realizar más actividades productivas con la misma cantidad de energía, aumentando la eficiencia energética de lámparas, motores, electrodomésticos, y también reduciendo el consumo de edificios públicos y de residencias. Hay además proyectos para gerenciar la demanda de energía y disminuir las pérdidas en la transmisión y en la distribución, aumentando la efectividad de la oferta.

Por medio de los proyectos y acciones desarrolladas en el ámbito del Procel - que promueven el uso de la energía eléctrica de forma más eficiente -, usinas, líneas de transmisión y redes de distribución, que tendrían que ser construidas para atender el crecimiento de la demanda, pueden ser evitadas, o postergadas, evitando así el lanzamiento de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

El Procel realizó, en conjunto con la COPPE/UFRJ, un estudio que evalúa la cantidad de carbono evitada por sus programas. La conclusión es que la eficiencia energética contribuirá, hasta el año 2010, con un aporte que evitará emisiones por un equivalente a cerca de 230 millones de toneladas de carbono en la atmósfera.

### **Reluz**

El Programa Nacional de Iluminación Pública Eficiente - Reluz, coordinado por el Ministerio de Minas y Energía y desarrollado por la *Eletrobrás*, por medio del Procel, fue lanzado en 2000 y prorrogado hasta el 2010, con una previsión de inversiones de R\$ 2 mil millones. El Programa comprende hasta el 96% del potencial de conservación de energía de la red nacional de iluminación pública, actualmente compuesta por 13 millones de puntos de iluminación, de los cuales 7,5 millones de puntos pueden tener más eficiencia. Alcanzada esa meta, el Gobierno Federal podrá reducir el gasto de los municipios con iluminación pública en aproximadamente R\$ 183 millones por año, con una reducción de 682 mil quilowatts (kW) y una economía de 1,3 mil millones de kWh/año. El Reluz prevé además la instalación de más 1 millón de puntos de iluminación en el país.

El financiamiento de los proyectos es otorgado a las concesionarias de energía eléctrica - distribuidoras, transmisoras y generadoras - que, en articulación con los gobiernos municipales, ejecutan los servicios. El valor del financiamiento corresponde a un valor de hasta el 75% del total del proyecto. El 25% restante es la contrapartida de las concesionarias y de los municipios, que puede ser hecha por medio de servicios propios como transporte, mano de obra, y otros servicios necesarios para la ejecución de los proyectos.

La implementación del Programa Reluz proporciona una mejoría de las condiciones para el turismo, el comercio y el esparcimiento nocturnos; generación de nuevos empleos; aumento de la calidad de vida de la población urbana; reducción de la demanda del sistema eléctrico nacional, especialmente en el horario de mayor consumo; y contribuye al aumento de la confiabilidad y de la mejoría de las condiciones de atención al mercado consumidor de electricidad.

### **Conpet**

El Programa Nacional de la Racionalización del Uso de los Derivados del Petróleo y Gas Natural - Conpet, instituido por decreto federal en 1991, es un programa del Ministerio de Minas y Energía coordinado por representantes de órganos del Gobierno Federal y de la iniciativa privada, que

83 Vide Parte IV, sección 3.2.1, sobre el Procel en las Escuelas.

componen el Grupo Coordinador del Conpet. Cabe a la Petrobras disponibilizar recursos técnicos, administrativos y financieros para el programa. La Gerencia General de Eficiencia Energética y Emisiones Atmosféricas/Apoyo al Conpet del SMS, es el órgano de la compañía que ejerce la función de Secretaría Ejecutiva del Conpet, siendo responsable por elaborar proyectos, operacionalizar las estrategias, promover la articulación institucional y divulgar las acciones del programa. Esta Gerencia está ligada al director del área de Servicios de la Petrobras que, según establece el decreto presidencial, es también el Secretario Ejecutivo del Conpet.

El principal objetivo del Conpet es el de incentivar el uso eficiente de los derivados de petróleo y gas natural en el transporte, en las residencias, en el comercio, en la industria y en la agropecuaria.

El programa, que cuenta con el apoyo de la Petrobras, establece convenios de cooperación técnica y se asocia a órganos gubernamentales, no gubernamentales, representantes de entidades vinculadas al tema, y también organiza y promueve proyectos. Las acciones del programa para racionalización del uso de los derivados del petróleo y del gas natural contribuyen a la articulación de estrategias económicas, ambientales e institucionales.

La meta del Conpet es obtener un aumento de la eficiencia energética en el uso de derivados de petróleo y de gas natural, sin afectar el nivel de las actividades de los diversos sectores de la economía nacional. Para eso, el Conpet viene desarrollando proyectos en los sectores de transporte e industria, en el área residencial y comercial; en el sector agropecuario y en el ámbito de la generación de energía termoeléctrica.

### Sector Transporte

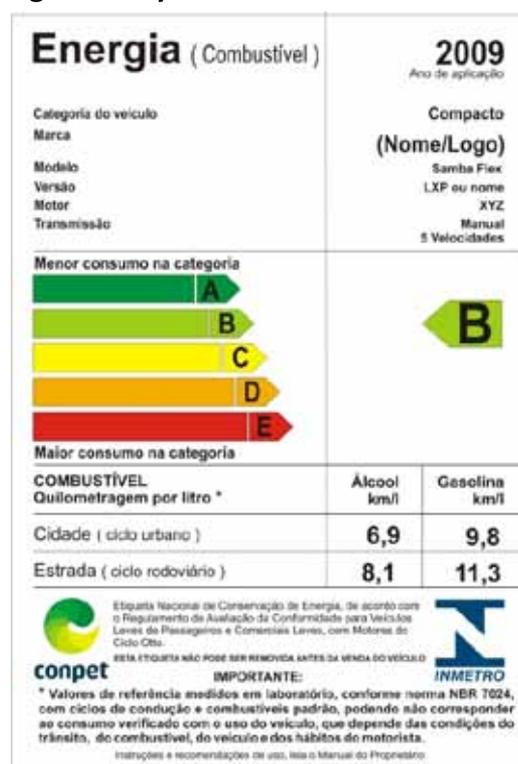
Transporte urbano de pasajeros - implementación de una metodología para el gerenciamiento del uso del diesel en empresas de ómnibus, realizado en cooperación con la Federación de Transportes de Pasajeros Urbanos del Estado de Rio de Janeiro - Fetranspor. Hay cerca de 35 empresas en

el estado de Rio de Janeiro involucradas en el proyecto de adopción de prácticas y tecnologías de gerenciamiento orientadas a la reducción del consumo de combustibles.

Proyecto Economizar - creado en 1996 como instrumento de racionalización del uso de energía, que es uno de los objetivos prioritarios para la política energética del MME. El proyecto promueve la articulación de los esfuerzos del poder público con el sector privado, apoyando a las empresas de transporte de cargas y pasajeros en la implementación de medidas para mejorar la gestión del uso de diesel y en la calificación profesional de choferes y mecánicos. Hasta el 2008 el proyecto contó con la cooperación de la Confederación Nacional de Transportes - CNT. Durante esa etapa, el proyecto actuó en 21 estados, contando con la participación de 14 entidades regionales (federaciones y sindicatos), ya habiendo realizado más de 111 mil evaluaciones en 67 mil vehículos. De acuerdo con esas evaluaciones, fueron observadas reducciones de hasta un 14% en el consumo específico de diesel en las flotas participantes del proyecto, teniendo como resultado una economía anual de combustible de aproximadamente 144 millones de litros y 402 Gg CO<sub>2</sub> no emitidos a la atmósfera. Actualmente, el Conpet tiene convenios con los sectores de carga de los estados de Paraná y Rio de Janeiro, y con el sector de transporte de pasajeros de Rio de Janeiro.

Programa Brasileño de Etiquetado Vehicular - con el objetivo de dar una distinción al vehículo liviano que presente el mejor desempeño energético en su categoría, el Programa Brasileño de Etiquetado Vehicular, anunciado en noviembre del 2008, fue reglamentado por el Instituto Nacional de Metrología, Normalización y Calidad Industrial - Inmetro, órgano vinculado al Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior - MDIC, siendo desarrollado en cooperación con la Petrobras. El programa le permite al consumidor comparar características de la eficiencia energética de los automóviles, por medio de la Etiqueta Nacional de Conservación de Energía para vehículos. La etiqueta es semejante a aquella utilizada en electrodomésticos y, por medio de ella, los coches son clasificados de A a E, siendo A el más económico. (Figura 1.7)

Figura 1.7 Etiqueta Nacional de Consumo de Energía para Vehículo



La adhesión de los fabricantes de vehículos e importadores al programa es voluntaria y renovable a cada año. Al decidir participar, la montadora debe informar, en el manual del propietario del vehículo y en los puntos de venta, los datos del consumo de combustible y de la eficiencia energética de los diferentes modelos. Esas informaciones pueden ser consultadas en la etiqueta, fijada opcionalmente por los fabricantes en los vidrios de los coches. Los datos también están disponibles en los sitios de Internet del Conpet<sup>84</sup> y del Inmetro<sup>85</sup>.

La búsqueda de la eficiencia energética vehicular traerá una evolución tecnológica a los automóviles brasileños, aumentando la competitividad de ese segmento industrial e incrementando los beneficios económicos, sociales y ambientales.

En el ámbito del Programa Brasileño de etiquetado, el Inmetro, en conjunto con el Conpet, está desarrollando una metodología para clasificar los neumáticos según su desempeño: a) resistencia al rodaje – cuanto más baja es, es verificado un menor consumo de combustible, siendo lanzada a la atmósfera una menor cantidad de gases contaminantes y partículas sólidas; b) resistencia al desgaste – cuanto mayor es, una menor cantidad de partículas sólidas es lanzada a la atmósfera, siendo generada una menor cantidad de neumáticos inservibles, y por consecuencia, los

recursos de la naturaleza son preservados; e c) adherencia al suelo – cuanto mayor es, un mayor índice de seguridad es atribuido al neumático en utilización.

Proyecto Transportar – es una iniciativa pionera creada para ofrecer apoyo técnico especializado, que tiene como destinatarios a los transportadores de combustibles que utilizan la terminal de abastecimiento de las refinerías, por medio de acciones de orientación y educación. El Proyecto Transportar tiene el objetivo de auxiliar a los transportadores de combustibles a reducir la emisión de humo negro, por medio de la utilización de opacímetros<sup>86</sup> certificados por el Inmetro, aliado a procesos metodológicos aprobados por la Petrobras en proyectos del sector de transportes; mejorar la calidad del aire; economizar diesel; contribuir a la seguridad del transporte de combustible, manteniendo los camiones-tanque siempre en buenas condiciones; y difundir una cultura de responsabilidad social.

Hasta julio del 2010, el Proyecto Transportar realizó más de 16.000 evaluaciones en casi 4.000 vehículos. Cerca de 450 empresas ya participaron de las pruebas. Los esfuerzos y el trabajo dedicado de los integrantes del proyecto evitaron la emisión de 45.500 toneladas de CO<sub>2</sub>/año (Cuadro 1.6).

Cuadro 1.6 Números del Proyecto Transportar (hasta julio de 2010)

Tiempo de operación	7 años
Evaluaciones	16.231
Empresas Participantes	450
Evaluaciones dentro de los estándares de opacidad	12.700
Evaluaciones fuera de los estándares de opacidad	3.531
Diesel economizado (l/año) estimado	17.000.000
CO <sub>2</sub> no emitido (t/año)	45.500
Particulados no emitidos (t/año)	1020

Fuente: Conpet. Disponible en <<http://www.conpet.gov.br/>>.

### Sector Industrial

Programa Brasileño de Etiquetado - PBE y Etiquetado de Aparatos Domésticos y a Gas - El PBE es un programa de conservación de energía que, por medio de etiquetas informativas, busca orientar al consumidor en relación a la eficiencia energética de algunos productos comercializados en el país. El programa tiene como objetivo estimular la racionalización del consumo de energía por medio de la utilización de productos más eficientes. El etiquetado permite que el consumidor evalúe los diversos productos en lo relativo a su rendimiento energético y seleccione los que le traerán mayor economía durante su utilización. La etiqueta

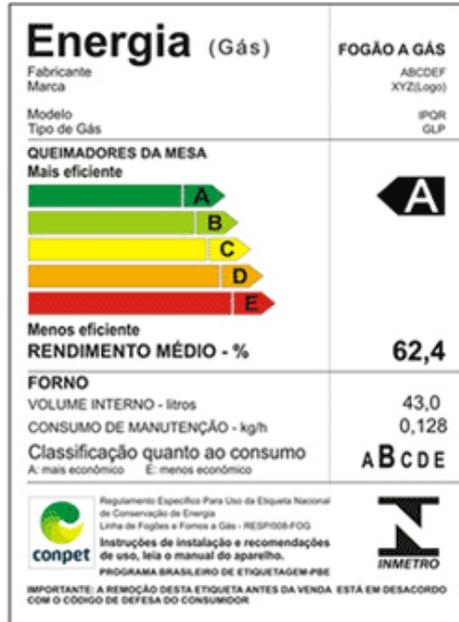
86 Instrumento portátil utilizado para medición de la cantidad de material particulado (humo negro) emitido por vehículos a diesel.

84 Vide: <<http://www.conpet.gov.br/>>.

85 Vide: <<http://www.inmetro.gov.br/>>.

del PBE contiene, además de la clasificación del producto referente a la eficiencia energética, otras informaciones como marca, modelo, valor del consumo de energía (electricidad o gas), rendimiento energético (%), y algunas especificaciones técnicas (Figura 1.8).

**Figura 1.8 Modelos de etiquetas para cocina y calentador a gas.**



Fuente: MME. Disponible en <[http://www.mme.gov.br/spe/menu/programas\\_projetos/programa\\_brasileiro\\_etiquetagem.html](http://www.mme.gov.br/spe/menu/programas_projetos/programa_brasileiro_etiquetagem.html)>.

Cerca de 5 millones de cocinas a gas son fabricadas por año en Brasil, siendo que aproximadamente el 90% de ellas utilizan Gas de Petróleo Licuado de Petróleo - GLP, también conocido como gas de cocina o gas envasado. En relación al consumo de derivados de petróleo y de gas natural en los sectores residencial, comercial y público, el GLP es el principal energético utilizado, representando casi un 90% del uso total de derivados en este segmento.

El Sello Conpet de eficiencia energética (Figura 1.9) fue instituido para distinguir los equipamientos incluidos en el Programa Brasileño de Etiquetado que presentan el mejor desempeño en su categoría, obedeciendo lo dispuesto por el decreto presidencial que creó el sello verde de Eficiencia Energética.

Según el Balance Energético Nacional - BEN (BRASIL, 2009b), el consumo residencial de GLP que venía cayendo desde el año 2000, presentó en 2004 un pequeño crecimiento (2,1%), manteniéndose prácticamente constante hasta el 2007. Cerca del 13% de los domicilios con cocinas a GLP disponen también de una cocina a leña, posibilitando el retorno a esta fuente de energía en cualquier momento.

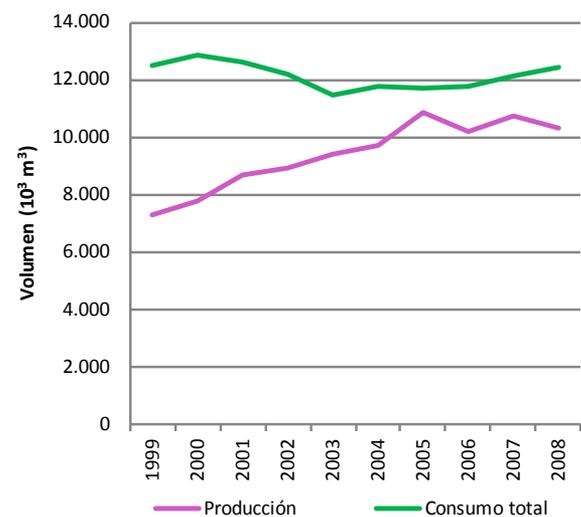
La Figura 1.10 muestra la comparación entre la evolución del consumo y la producción de GLP en Brasil.

**Figura 1.9 Sello Conpet de eficiencia energética**



La producción (10,4 millones de m<sup>3</sup>) de GLP, en el 2008, presentó un déficit en relación a la demanda (12,4 millones de m<sup>3</sup>). Considerando solamente el sector residencial, el consumo de GLP es de aproximadamente 10 millones de m<sup>3</sup>/año, o el equivalente a 5,2 millones de t/año. Se estima que el programa tenga el potencial de economizar cerca de 1,4 millones de m<sup>3</sup>, equivalentes a 780 mil toneladas de GLP anualmente, disminuyendo así la parte correspondiente a la importación de GLP necesaria para el abastecimiento del mercado nacional (BRASIL, 2009b).

**Figura 1.10 Evolución del Consumo y la Producción de GLP en Brasil: GLP (10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>)**



Fuente: Fuente: BRASIL, 2009b.

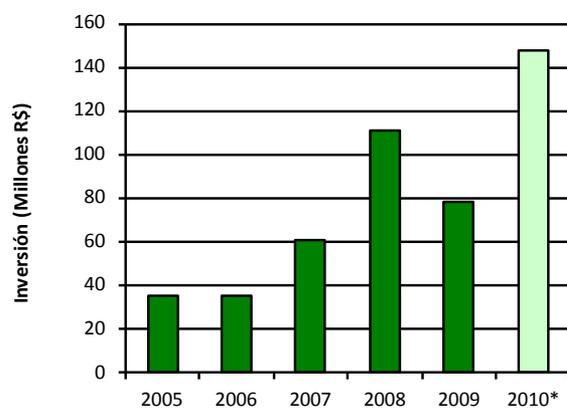
### Programa de Eficiencia Energética de la Petrobras

Debido a la primera crisis del petróleo, a partir de 1974 la Petrobras creó, en el ámbito de las refinerías, los “grupos de trabajo de conservación de energía”, y elaboró, por otro lado, el Programa de Conservación de Energía.

Fue creada también la Comisión Interna de Conservación de Energía – CICE<sup>87</sup>, actuando en la estructura de todos los órganos y empresas de la administración federal, directa e indirecta, con la atribución de implementar acciones de conservación de energía y de proyectos de mejoría de la eficiencia energética que tengan por objetivo la reducción del consumo de energía eléctrica y la reducción del consumo de combustibles en sus unidades.

Actualmente, la Petrobras tiene instaladas 48 CICEs en sus unidades operacionales y empresas subsidiarias. Con el apoyo de las comisiones arriba citadas, la Petrobras invirtió en los últimos tres años más de R\$ 300 millones en el desarrollo e implementación de proyectos de eficiencia energética (Figura 1.11).

**Figura 1.11 Inversiones en el Programa de Eficiencia Energética en la Petrobras**



\* Planificado Hiperion

Fuente: Realización - SAP/BW y Planificación - Hyperion

La Petrobras actualmente lleva adelante innumerables proyectos de eficiencia energética asociados a los siguientes programas:

- optimización e integración energética (mejor intercambio térmico entre corrientes);
- unidades de cogeneración y ciclo combinado;
- turboexpansores;
- control avanzado de proceso;

87 Decreto n° 99.656/1990.

- modernización de las plantas existentes;
- adecuación de equipamientos: variadores de velocidad y motores de mayor rendimiento;
- reducción de pérdidas (vapor, condensado, aguas etc.);
- reducción de gas de la antorcha;
- estandarización de proyectos;
- estandarización de sistemáticas operacionales; y
- P&D relacionado a la tecnología de eficiencia energética.

## 1.4 Contribución de la Generación Hidroeléctrica para la Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

### *Evolución de la Generación de Energía Eléctrica*

Brasil se caracteriza por ser un país de dimensiones continentales, contando con ocho grandes cuencas hidrográficas: cuenca del río Amazonas; cuenca Tocantins-Araguaia; cuenca del Atlántico Sur, trechos Norte y Noreste; cuenca del río São Francisco; cuenca del Atlántico Sur, trecho Este; cuenca de los ríos Paraná-Paraguay; cuenca del río Uruguay; y la del Atlántico Sur, trecho sur y sudeste<sup>88</sup>.

La producción hídrica en territorio brasileño, comprendida como el flujo anual medio de los ríos que desaguan en el océano, es de 168.790 m<sup>3</sup>/s. Tomando en consideración el volumen producido en el área de la cuenca Amazónica que se encuentra en territorio extranjero, estimada en 89.000 m<sup>3</sup>/s, esa disponibilidad hídrica total alcanza los 257.790 m<sup>3</sup>/s.

Brasil posee casi un 20% del agua del planeta y un 11,1% de la producción hidroeléctrica del mundo, con la tendencia de ser el mayor productor en los próximos 10 años, en caso de que se mantenga el crecimiento anual de 4,41%. El potencial hidráulico brasileño es de 260 GW, aunque apenas 78,7 GW son aprovechados. Ese potencial, sin embargo, viene siendo cada vez más explotado, como muestra el Cuadro 1.7.

La preferencia por la opción hidroeléctrica antecede la década de 1960, en la cual fue iniciada la planificación integrada de la expansión de la provisión a nivel regional, y posteriormente, a nivel nacional. Aunque no existan estadísticas disponibles relativas a la producción antes de 1950, los datos referentes

88 Vide Parte I, sección 1.3.

a la capacidad generadora instalada son suficientemente indicativos en relación a una predominancia histórica de la hidroelectricidad en Brasil, como se puede ver en la relación entre la generación de energía hidroeléctrica y la generación total de energía mostrada en el Cuadro 1.7.

**Cuadro 1.7. Brasil Capacidad Generadora de Energía Eléctrica Instalada.**

Año	Hidro (MW)	Total MW)	H / T (%)
1900	5	10	50
1910	124	157	79
1920	301	367	82
1930	630	779	81
1940	1.009	1.244	81
1950	1.536	1.883	82
1960	3.642	4.800	76
1970	8.985	11.239	80
1980	27.651	33.474	83
1990	45.558	53.050	86
2000	61.063	73.712	82
2009	78.700	106.600	74

Fuente: BRASIL, 2001 e BRASIL, 2010.

En la década de 1950, fue iniciada la actuación estatal a gran escala en la generación hidroeléctrica, con la implantación de usinas en los ríos São Francisco y Grande. En el río São Francisco, se comenzó con la usina Paulo Afonso I (180 MW), en Bahia, seguida por la usina Tres Mariás (306 MW), en Minas Gerais. En el río Grande figura la usina de Furnas (1.312 MW), por su capacidad instalada y capacidad para otros aprovechamientos importantes río abajo. Se destacan, posteriormente, la implantación de las usinas de Jupia (1.414 MW) y de Iha Solteira (3.444 MW), en el río Paraná, iniciada en la década de 1960, cuando también fue iniciada la exploración de las cuencas del Paranapanema y del Iguazu. En la década de 1970, se destacan, además de la expansión del aprovechamiento de las cuencas del São Francisco y del Paraná (en territorio brasileño), el inicio de la construcción de la usina de Itaipu (actualmente 14.000 MW de potencia instalada), en su trecho internacional, así como el aprovechamiento del potencial de la Amazonia, con la usina de Tucuruí (4.200 MW, iniciales) en el río Tocantins.

Los estudios de planificación de la expansión de los sistemas eléctricos de ámbito regional, considerando la operación coordinada de las usinas interconectadas, fueron iniciados en 1962, con la contratación de un consorcio de consultores canadienses, norteamericanos y brasileños, denominado CANAMBRA, contando con recursos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD y del Gobierno Federal.

Los datos obtenidos en esa investigación identificaron que la preferencia del sector eléctrico por la hidroelectricidad derivaba, ya desde antes de 1973 (la primera crisis del petróleo), de los costos competitivos de esa modalidad de producción de energía eléctrica, proporcionados por las condiciones naturales favorables de diversos aprovechamientos, su relativa proximidad en relación a los mercados a ser atendidos, la consideración de las tasas de descuento no muy elevadas (de aproximadamente un 10% al año) y, a nivel empresarial, hubo líneas para acceso a créditos cuyos intereses reales no superaban el 6% al año. Esas ventajas relativas presentadas por diversos aprovechamientos estaban presentes ya en la década de 1960, aun cuando los precios del petróleo alcanzaban los niveles más bajos, inclusive con una reducción en los precios del transporte internacional. El peso de la importación de combustibles y de equipamientos (más significativo en el caso de las usinas térmicas, principalmente aquellas que funcionaban a carbón) sobre la balanza de pagos también fue relevante para la opción realizada.

A partir del inicio de la década de 1970, hubo un gran crecimiento de la participación hidroeléctrica en la producción de electricidad en el país. Varios factores contribuyeron a esa situación:

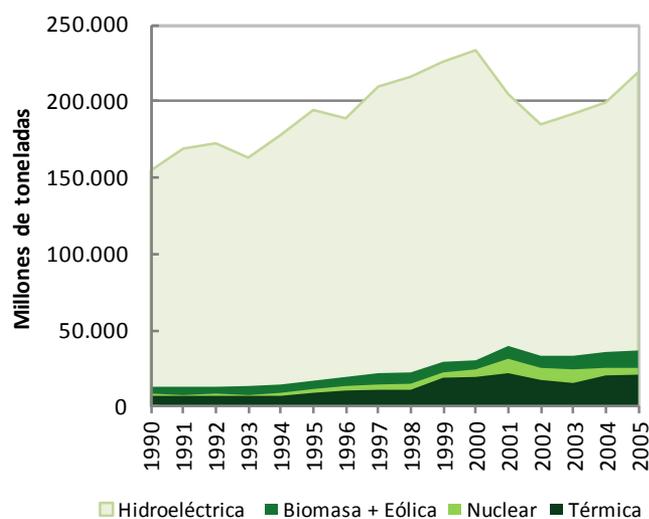
- elevación de los precios de los combustibles, con la consecuente renovada presión de las importaciones sobre la balanza de pagos;
- costos unitarios menores de transmisión, valorizando potenciales más alejados;
- aprovechamiento de diversidades hidrológicas;
- mayor vida útil de las hidroeléctricas;
- disminución de áreas inundadas;
- aumento del costo de las usinas térmicas, principalmente de aquellas que funcionaban a carbón, debido a la calidad relativamente baja del carbón nacional;
- aumento de las restricciones ambientales que pasaron a ser contempladas;
- agravamiento de la crisis del petróleo, en 1979, cuando todos los países importadores buscaron reducir su dependencia en relación a ese combustible; y
- factores geopolíticos que influenciaron favorablemente la decisión de implementar algunos proyectos, tales como las usinas de Itaipu y Tucuruí.

La industria de energía eléctrica también desarrolló nuevas tecnologías en el campo de la construcción y operación de grandes centrales hidroeléctricas, así como en la operación de sistemas de transmisión a grandes distancias en corriente continua. Su parque generador de electricidad fue aumentado de 11 GW en 1970, a 30,2 GW en 1979, llegando a superar los 106 GW en el 2009. Solamente en usinas hidroeléctricas, la capacidad instalada alcanzó en el 2009 un valor próximo a 79 GW. El reflejo de esas medidas puede ser observado claramente, ya sea por la reducción del grado de dependencia externa de energía, o por la evolución de la matriz energética brasileña desde el inicio de la década de 1980.

En el 2009, el mercado brasileño de energía eléctrica demandó una producción de 466,2 TWh en centrales eléctricas de servicio público y autoproductoras. De esa producción, 391 TWh, o un 84%, fueron de origen hidráulico. Debido a esos valores, el sector eléctrico brasileño asume características especiales, no solo como uno de los mayores productores mundiales de energía hidroeléctrica, sino también por la excepcional participación de la hidroelectricidad para abastecer la demanda de energía eléctrica.

Si la electricidad generada por las fuentes no emisoras de CO<sub>2</sub> fuese producida por una matriz hipotética de fuentes fósiles, las emisiones del sector de electricidad serían mucho más elevadas, como se puede observar en la Figura 1.12.

**Figura 1.12 Emisiones evitadas de CO<sub>2</sub> a partir de la generación eléctrica por usinas hidroeléctricas.**



Fuente: Brasil, 2005.

## 1.5 Situación y Perspectivas de las Nuevas Fuentes Renovables de Energía en Brasil

Las nuevas fuentes de energía renovable incluyen el “uso moderno de la biomasa”, las pequeñas centrales hidroeléctricas - PCHs, la energía eólica, la energía solar (incluyendo la fotovoltaica), la energía mareomotriz y la energía geotérmica. El “uso moderno de la biomasa” excluye los usos tradicionales de la biomasa, como la leña, e incluye el uso de residuos agrícolas, forestales y de residuos sólidos (basura), para la generación de electricidad, producción de calor y combustibles líquidos para el transporte.

Brasil se caracteriza por tener una matriz energética preponderantemente renovable y no necesariamente basada en energéticos tradicionales como la madera, y sí en energéticos como la electricidad de origen hidráulico y combustibles renovables como el etanol. En las áreas remotas, existe una demanda reprimida que hará crecer la demanda por energía solar fotovoltaica, sistemas eólicos de pequeño porte y sistemas de generación haciendo uso de aceites vegetales. Se espera que los incentivos institucionales y regulatorios introducidos en los últimos años reduzcan el espacio ocupado por los combustibles fósiles, en beneficio de fuentes renovables locales.

Se espera que esa matriz sea diversificada también por la inclusión de otras formas de biomasa, energía eólica y pequeñas centrales hidroeléctricas. Todas esas fuentes poseen un gran potencial para la elaboración de actividades de proyecto de MDL.

En agosto del 2010, las actividades de proyectos de biomasa, energía eólica y pequeñas centrales hidroeléctricas desarrolladas en el ámbito del MDL y aprobadas por la Autoridad Nacional Designada, adicionaron 4.032 MW al sector eléctrico, habiendo todavía un significativo potencial de ampliación de esa capacidad en el futuro.

Uno de los grandes obstáculos al avance de la tecnología de la energía solar es su costo. De acuerdo con el Ministerio de Minas y Energía<sup>89</sup>, en el 2013, el valor del kWh producido por módulos fotovoltaicos para residencias será similar al kWh generado por otros tipos de fuentes, en varios estados brasileños.

### *Historial Reciente de las Fuentes de energía renovables*

En Brasil, la utilización de las nuevas formas de energía renovable tuvo un mayor ímpetu después de la realización de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio

89 Vide: <[http://www.mme.gov.br/see/noticias/destaque1/destaque\\_0005.html](http://www.mme.gov.br/see/noticias/destaque1/destaque_0005.html)>

Ambiente y Desarrollo - Río-92. Desde entonces, fueron implantados, hasta el 2008, más de 12 MW<sup>90</sup> de sistemas fotovoltaicos y 247,10 MW<sup>91</sup> de sistemas eólicos, que sirvieron para demostrar la viabilidad técnica de esas alternativas, ya sea para el caso de la energía solar fotovoltaica y para atender las necesidades energéticas de ciertos nichos, o para incluir en el sistema eléctrico áreas abundantes en recursos eólicos, como en el caso de la costa marítima de la región Noreste. La utilización de la energía de los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos y del bagazo de caña, además de la biomasa de otro origen, ya tradicionales en el país, los mismos se vienen consolidando y expandiendo a partir de la reestructuración del sector eléctrico y de los incentivos ofrecidos a esas fuentes y a la cogeneración de energía.

En 1994, el MME y el MCT convocaron un "Encuentro para Definición de las Directrices para el Desarrollo de Energías Solar y Eólica en Brasil", donde fueron discutidas una serie de acciones buscando identificar mecanismos y proponer cambios de políticas gubernamentales que permitiesen la diseminación del uso de esas formas de energía. Fue establecido un Foro Permanente para garantizar la implementación de las directrices y creados Centros de Referencia para las diversas tecnologías, que posteriormente se materializaron, como por ejemplo el Centro de Referencia en Energía Solar y Eólica - CRESESB, el Centro de Referencia en Biomasa - CENBIO y el Centro de Referencia en Pequeñas Centrales Hidroeléctricas - CERPCH, establecidos en 1994, 1996 y 1997, respectivamente. El sector privado también se organizó y creó, en noviembre de 1994, la Asociación Brasileña de Empresas de Energía Renovable y Eficiencia Energética - ABEER, formada por representantes de empresas que actúan en esos segmentos en el país. Además de las fuentes ya citadas, la energía solar también presenta potencial para la elaboración de actividades de proyecto de MDL.

### **Estructura Legal y Regulatoria**

La ley<sup>92</sup> que instituyó la ANEEL, disciplinó el régimen de las concesiones de servicios públicos de energía eléctrica y dio otras providencias, entre ellas la de una reducción no inferior al 50% en los impuestos de uso de los sistemas de transmisión y distribución; la libre comercialización de energía con consumidores de carga igual o superior a 500 kW; y la exención del pago de la compensación financiera por la utilización de recursos hídricos para emprendimientos hidroeléctricos de pequeño porte (pequeñas centrales hidro-

eléctricas - PCHs). Un decreto<sup>93</sup>, también de 1996, definió y reglamentó la producción independiente y la autoproducción de energía eléctrica, modalidades importantes en la generación de energía eléctrica con fuentes alternativas y renovables.

En 1998, fueron dados incentivos particularmente importantes<sup>94</sup> para las pequeñas centrales hidroeléctricas, que quedaron exentas del pago de *royalties* a los estados y municipios, tuvieron una reducción de, por lo menos, un 50% en las tarifas de transmisión y distribución, pasaron a poder comercializar su energía directamente con cualquier consumidor arriba de 500 kW y fueron dispensadas de los procesos de licitación, siendo apenas objeto de una autorización por parte de la ANEEL.

La ANEEL<sup>95</sup> estableció, en 1999, los requisitos necesarios para la obtención del registro o autorización para la implantación, ampliación o repotenciación de centrales generadoras termoeléctricas, eólicas, fotovoltaicas y de otras fuentes alternativas de energía, destinadas a la comercialización de energía bajo la forma de producción independiente, uso exclusivo, o inclusive la ejecución de servicio público. Esa resolución fue establecida debido a la necesidad de actualizar y complementar los procedimientos contenidos en normas anteriores, buscando facilitar la entrada de nuevas fuentes de generación, simplificando las reglas y estandarizando procedimientos. Entre otras disposiciones, se establece la obligatoriedad de registro para centrales con capacidad de generación de hasta 5 MW y de autorización (otorgamiento) para centrales con capacidad superior a ese valor.

En 1999, el MME determinó que la *Eletrobrás* promoviese una convocatoria pública para identificación de excedentes de energía eléctrica provenientes de la cogeneración, con el objetivo de comercialización a corto plazo. Se determinó, además, que la misma *Eletrobrás* estableciese los mecanismos adecuados a la compra, directamente o por medio de empresas controladas, de los excedentes de energía eléctrica producidos por cogeneradores debidamente autorizados por la ANEEL.

También en 1999, la ANEEL<sup>96</sup> estableció las condiciones y los plazos para la subrogación de los beneficios de la división de la Cuenta de Consumo de Combustibles - CCC - a los proyectos a ser establecidos en sistemas eléctricos aislados para substituir la generación termoeléctrica que utilice derivados de petróleo. La resolución permitió el uso de los recursos de la CCC en substitución total o parcial para ese fin,

90 Según la estimativa del Laboratorio de Sistemas Fotovoltaicos de la Universidad de São Paulo.

91 Cf. Banco de Informaciones de Generación de la ANEEL - <http://www.aneel.gov.br>

92 Ley n° 9.427, del 26 de diciembre de 1996.

93 Decreto n° 2.003, del 10 de septiembre de 1996.

94 Ley n° 9.648, del 27 de mayo de 1998.

95 A través de la Resolución n° 112, del 18 de mayo de 1999.

96 A través de la resolución n° 245.

así como para nuevas cargas debido a la expansión del mercado. Fueron listados explícitamente: aprovechamientos hidroeléctricos de potencia superior a 1.000 kW e igual o inferior a 30.000 kW, caracterizados como pequeña central hidroeléctrica; y otros emprendimientos de generación de energía eléctrica a partir de fuentes alternativas que hagan uso de recursos naturales renovables. Fue definido el concepto de Energía de Referencia, que será establecido para cada proyecto por la ANEEL, en base al mercado atendido y a la demanda reprimida existente, así como a la disponibilidad de energía a largo plazo del emprendimiento.

En conformidad a las disposiciones legales pertinentes<sup>97</sup>, y teniendo en cuenta la compatibilidad de las PCHs y las demás fuentes y tecnologías alternativas de generación de energía eléctrica con las características de los sistemas eléctricos aislados, la ANEEL busca inducir formas de generación de energía eléctrica con un menor costo e impacto ambiental, para promover así el desarrollo socioeconómico y la reducción de las desigualdades regionales<sup>98</sup>.

La ANEEL<sup>99</sup> también reglamentó la obligatoriedad de la utilización de recursos de las concesionarias de energía eléctrica en acciones de combate al desperdicio de energía eléctrica y de investigación y desarrollo tecnológico del sector eléctrico para el bienio 1999-2000, además de establecer que, como mínimo, un décimo del presupuesto operacional anual deberá ser aplicado a proyectos de investigación y desarrollo tecnológico del sector eléctrico. La resolución estableció que, para la presentación de los programas, deberá ser obedecido el Manual para Elaboración del Programa Anual de Investigación y Desarrollo del Sector Eléctrico Brasileño, que incluye energías renovables entre las cinco líneas de investigación, además de eficiencia energética, generación de energía eléctrica, medio ambiente e investigación estratégica. Sin embargo, tal resolución, principalmente en lo relativo al presupuesto operacional anual, sufrió profundas alteraciones por medio de la Ley n° 9.991, del 24 de julio del 2000, que obliga a las empresas concesionarias, permissionarias y autorizadas del sector eléctrico a invertir un mínimo equivalente al 0,75% de su presupuesto operacional líquido, cuyo destino será para la utilización en eficiencia energética e investigación y desarrollo tecnológico.

En 1999 fueron establecidas<sup>100</sup> las condiciones generales de contratación del acceso - incluyendo el uso y la conexión -, a los sistemas de transmisión y de distribución de energía eléctrica. En términos de incentivo a fuentes alternativas, se

destaca la reducción no inferior al 50% en los impuestos de uso de los sistemas de transmisión y de distribución para emprendimientos hidroeléctricos de pequeño porte (PCHs).

Otra resolución de la ANEEL<sup>101</sup> estableció los requisitos para la calificación de centrales cogeneradoras de energía. Tales requisitos imponen un porcentaje mínimo de economía de energía en relación a la simple utilización del calor, y beneficia tanto las pequeñas unidades, de potencia inferior a 5 MW, como a aquellas superiores a 20 MW. Las usinas con combustibles con más del 25% de origen fósil deben presentar un rendimiento en la generación de energía eléctrica de, por lo menos, 24%, 27% y 31% respectivamente para las franjas de hasta 5 MW, 5 a 20 MW y más de 20 MW. Por otro lado, las usinas con combustibles renovables deben presentar un rendimiento en la generación de energía eléctrica de, por lo menos, 14%, 17% y 21% respectivamente para las mismas franjas, o sea, 10 puntos porcentuales menos que en el caso de combustibles fósiles. Ese mecanismo regulatorio fue establecido en base a las políticas de incentivo al uso racional de los recursos energéticos, ya que la cogeneración de energía contribuye a la racionalidad energética, pues posibilita un mejor aprovechamiento de los combustibles cuando es comparada a la generación individual de calor y de energía eléctrica.

La definición de los valores normativos - VN<sup>102</sup>, estableció las fórmulas para el cálculo del costo de la energía comprada a ser consideradas en los reajustes tarifarios de las distribuidoras. Esas fórmulas contienen franjas porcentuales que limitan progresivamente el aumento del precio de la energía comprada para las tarifas pagas por los consumidores finales. En una franja de hasta 5% en torno al VN, la adición será integral. Fuera de esa franja, los lucros o prejuicios derivados de los valores de la energía contratada pasan a ser asumidos por la distribuidora. Una medida de la ANEEL, de julio de 1999, que establece los valores normativos en R\$/MWh<sup>103</sup>, viabiliza nuevas inversiones para la expansión de la oferta de energía (generación), incluyendo un estímulo para las pequeñas centrales hidroeléctricas, fuentes alternativas y cogeneración.

De acuerdo al texto de la resolución, los valores normativos establecidos por la ANEEL son diferenciados por el tipo de fuente energética y se basan en los costos de los nuevos emprendimientos de generación, en los contratos bilaterales de compra de energía eléctrica y en las directrices de la Política Energética Nacional. A cada contrato de compra de energía eléctrica es asociado el VN vigente al momento de la contratación, así como la respectiva fórmula de reajuste.

101 Resolución n° 21, del 20 de enero del 2000

102 Están incluidos en la Resolución de la ANEEL n° 266, del 13 de agosto de 1998.

103 Para mayores informaciones vide <http://www.aneel.gov.br>.

97 Principalmente lo que establece el § 4° del art. 11 de la Ley no 9.648, de 1998.

98 Esa resolución fue alterada por la nueva redacción dada a la Ley n° 9.648 por la Ley n° 10.438 /2002.

99 A través de la Resolución 261, del 3 de septiembre de 1999.

100 A través de la Resolución n° 281, del 1° de octubre de 1999

Esos parámetros permanecerán constantes para el respectivo contrato durante toda su vigencia. A criterio de la ANEEL, los valores del VN podrán ser revistos anualmente o a partir de cambios estructurales relevantes en la cadena de producción de energía eléctrica, dejando de existir cuando las condiciones de mercado así lo exijan. Por lo anterior, el carácter transitorio del VN está directamente relacionado a la fecha de contratación y a las condiciones de mercado. La definición del valor normativo no tendrá ningún impacto en las actuales tarifas de energía eléctrica autorizadas por la ANEEL para las concesionarias. El consumidor final, con la competencia en el sector eléctrico, será el mayor beneficiado en este proceso.

En relación a la CCC, algunas de esas resoluciones de la ANEEL<sup>104</sup> fueron alteradas<sup>105</sup>. Tal legislación, entre otras disposiciones, crea el Programa de Incentivo a las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica - Proinfa, la Cuenta de Desarrollo Energético - CDE, dispone sobre la universalización de los servicios de energía eléctrica y altera dispositivos legales que interfieren en el aprovechamiento de fuentes alternativas y cogeneración de energía, según es descrito a seguir: a) se extienden a emprendimientos con potencia de hasta 30 MW de generación eólica, de biomasa y de cogeneración cualificada, los beneficios de la reducción (no inferior al 50%) de los impuestos de uso de los sistemas de transmisión y de distribución; b) se extienden a la energía eólica, a la solar y a la biomasa, los beneficios de la comercialización de energía con un consumidor o grupo de consumidores de carga mayor o igual a 500 kW, en el sistema eléctrico interconectado; c) se reduce a 50 kW el límite mínimo de carga para comercialización de energía, cuando el consumidor o conjunto de consumidores se sitúa en un sistema eléctrico aislado; d) se extiende por otros 20 años la sistemática de división de la CCC en los sistemas aislados, quedando sujeta, sin embargo, al establecimiento de mecanismos que induzcan a la eficiencia económica y energética, a la valorización del medio ambiente y a la utilización de recursos energéticos locales; e) se establecen nuevos procedimientos y mecanismos para la asignación de los recursos de la Reserva Global de Reversión - RGR, incluyendo la destinación de recursos para emprendimientos de generación con fuentes alternativas, particularmente de pequeño porte (de hasta 5 MW) para atender a las comunidades en sistemas eléctricos aislados.

El Proinfa<sup>106</sup> representó un marco en la estructura regulatoria del sector eléctrico por ser un esfuerzo organizado de promoción a las nuevas fuentes alternativas de energía. Coordinado por el Ministerio de Minas y Energía - MME y teniendo como su brazo de implementación a la *Eletrobrás*.

104 Incluyendo la Resolución n° 245

105 Por la nueva redacción dada a la Ley n° 9.648 por medio de la Ley n° 10.438, del 26 de abril del 2002.

106 Creado por la Ley n° 10.438/2002.

El Proinfa tiene como objetivo aumentar la participación de la energía eléctrica producida a partir de las fuentes de generación eólica, solar, de pequeña central hidroeléctrica - PCH y biomasa. El Proinfa<sup>107</sup> inauguró una nueva estrategia para la inserción sustentable de las energías alternativas renovables en la matriz energética brasileña y reforzó la política brasileña de diversificación de la matriz y del estímulo al desarrollo de fuentes renovables de energía.

En la primera fase del Proinfa fueron celebrados contratos garantizando la compra de toda la energía a ser producida por un período de 20 años por parte de la *Eletrobrás*. En febrero del 2005 el programa contrató, por medio de la *Eletrobrás*, 144 centrales generadoras, contemplando a 19 estados de la Federación, con un total de 3.299,40 MW de capacidad instalada. Los 3.299,40 MW contratados están divididos en 1.191,24 MW provenientes de 63 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas - PCHs, 1.422,92 MW de 54 usinas eólicas, y 685,24 MW de 27 usinas a base de biomasa.

El Proinfa, tiene inversiones predominantemente del sector privado, de R\$ 11 mil millones, y los principales agentes financiadores son el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social - BNDES, el Banco de la Amazonia S.A. - BASA, la Caja Económica Federal - CEF, el Banco de Brasil S.A. - BB y el Banco del Noreste de Brasil S. A. - BNB. La energía total generada por los emprendimientos es de aproximadamente 12.000 GWh/año, cantidad capaz de abastecer a cerca de 6,9 millones de residencias, siendo equivalente al 3,2% del consumo total anual del país.

Con la implantación del programa, se estima una reducción de emisión de gases de efecto invernadero de aproximadamente 2,8 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e/año, debido a la inclusión de más fuentes limpias en la producción de energía eléctrica del país. El programa permite además la distribución de la producción de energía, trayendo como resultado una mayor distribución de empleos e ingresos en los estados, propiciando paralelamente la capacitación de técnicos e industrias en nuevas tecnologías de generación de energía eléctrica. Además de la producción de energía a partir de fuentes renovables, el Proinfa, hasta su implantación completa, deberá generar más de 150 mil empleos directos e indirectos. Solamente en la región Noreste, la expectativa es de que se generen más de 40 mil empleos.

Los principales resultados del Proinfa registrados hasta el 2009 son: 144 proyectos contratados (en 19 estados), con una capacidad instalada de 3.300 GW, una generación de energía de 12.096 GWh/año, con

107 Reglamentado el 30 de marzo del 2004, momento en que se inició su implementación.

inversiones de más de 11 mil millones de reales. Paralelamente, el programa generó 150.000 empleos directos e indirectos<sup>108</sup>.

### **Pequeñas Centrales Hidroeléctricas**

En relación a las pequeñas centrales hidroeléctricas - PCHs, el país está extremadamente bien equipado, teniendo un gran conocimiento técnico, capacidad de producción y recursos naturales. De acuerdo al Centro de Referencia en Pequeñas Centrales Hidroeléctricas - CERPCH, el interés en construir nuevas usinas aumentó considerablemente en los últimos años, con un número creciente de solicitudes anuales. Ese crecimiento se debió primordialmente a la introducción de los incentivos regulatorios, incluyendo al MDL, haciendo despegar un sólido programa por parte del sector privado.

Varias medidas vienen siendo tomadas para atraer la participación del sector privado para el desarrollo de la hidroelectricidad, incluyendo medidas regulatorias para agilizar el proceso, así como una nueva política de financiamiento ya implementada, con el BNDES pasando a financiar hasta el 80% de los costos.

De acuerdo con la ANEEL, están actualmente en operación 285 PCHs, con un total de 1.728 MW. Hay además 64 emprendimientos en construcción (1.137 MW) y otros 180 otorgados (2.700 MW). Se estima que en el 2030, se tendrá una capacidad instalada de cerca de 7.700 MW, de acuerdo al Plan Nacional de Energía - (PNE 2030<sup>109</sup>, apud Brasil, 2008a).

En el horizonte decenal, la evolución esperada en potencia instalada es de cerca de 1.800 MW hasta el final del 2015 (PDEE 2006-2015), considerando 700 MW sumados a los 1.191,24 MW de PCHs contratados en el Proinfa. La adhesión a gran escala de los Productores Independientes Autónomos - PIA<sup>110</sup> significó la entrada de nuevos actores al sector.

En todo el territorio brasileño fue identificado un potencial de PCHs de aproximadamente 15.000 MW, en cerca de

108 Vide: <[http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/galerias/arquivos/apresentacao/Situaxo\\_usinas\\_PROINFA\\_AGO-2009.pdf](http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/galerias/arquivos/apresentacao/Situaxo_usinas_PROINFA_AGO-2009.pdf)>.

109 El Plan Nacional de Energía 2030-PNE es el Primer estudio integrado de planificación de recursos energéticos elaborado por el gobierno brasileño. El estudio fue dirigido por la Empresa de Investigación Energética-EPE, en estrecha colaboración con el Ministerio de Minas y Energía-MME

110 Conforme definición de la Ley n°. 10.438/02. Productor Independiente Autónomo - PIA: un productor independiente de energía eléctrica es considerado como autónomo cuando su sociedad no es concesionaria de cualquier tipo, no es controlada o coligada a concesionaria de servicio público o de uso de bien público de generación, transmisión o distribución de energía eléctrica, ni de sus controladores o de otra sociedad controlada o coligada con el controlador común, conforme lo establece el § 1º del art. 3º de la Ley n° 10.438, de 2002.

3.000 aprovechamientos de 1 a 30 MW, de acuerdo al PDEE 2006/15.

Además, debe ser considerado que las PCHs en operación en Brasil tienen una edad media de 60 años. Como en su época de implantación los proyectos y regímenes de operación no disponían de las informaciones hidrológicas hoy existentes, hay en aquellos aprovechamientos un razonable potencial de optimización. A corto plazo, una inversión relativamente pequeña ampliaría su capacidad en 200 MW. Las PCHs hoy fuera de operación podrían adicionar otros 156 MW de capacidad al sistema.

En total son 1.466 PCHs con 684 MW de potencia que podrían ser repotencializadas. Se estima que el potencial hídrico restante que podría ser explotado por medio de las pequeñas centrales hidroeléctricas es de aproximadamente de 7.000 MW. (BRASIL, 2008a).

La elaboración de actividades de proyectos de MDL a través de la construcción de PCHs presenta en Brasil resultados considerables. Hasta el primer semestre del 2010, habían sido registradas en el país 63 actividades de proyecto de PCHs en el ámbito del MDL, teniendo como resultado una reducción total de 23.366.955 tCO<sub>2</sub>e. La implementación de esos proyectos generó en el país una capacidad adicional instalada de 807 MW.

### **Uso Moderno de la Biomasa y la Cogeneración**

La introducción de algunos de los incentivos mencionados arriba deberá revertir la tendencia histórica del desperdicio de los residuos agrícolas y forestales, con la incorporación de tecnologías ya desarrolladas o en diversas fases de desarrollo para la utilización eficiente de la biomasa energética. Los residuos agrícolas, exceptuados los de la caña de azúcar, representan una disponibilidad energética de aproximadamente 37,5 millones de tep anuales, equivalentes a 747 mil barriles diarios de petróleo que no son aprovechados.

Cualquier materia orgánica que pueda ser transformada en energía mecánica, térmica o eléctrica es clasificada como biomasa. De acuerdo a su origen, la misma puede ser: forestal (madera, principalmente), agrícola (soja, arroz y caña de azúcar, entre otras) y residuos urbanos e industriales (sólidos o líquidos, como la basura).

La biomasa es una de las fuentes para la producción de energía con mayor potencial de crecimiento en los próximos años. Tanto en el mercado internacional como en el interno, la biomasa es considerada una de las principales alternativas para la diversificación de la matriz energética

y la consecuente reducción de la dependencia de los combustibles fósiles. De esa materia es posible obtener energía eléctrica y biocombustibles, como el biodiesel y el etanol, cuyo consumo es creciente para la sustitución de derivados de petróleo como el diesel y la gasolina.

En Brasil, en el 2009, la biomasa, con una participación del 32% en la matriz energética, fue la segunda principal fuente de energía, superada apenas por el petróleo y sus derivados. Ella ocupó la misma posición entre las fuentes de energía eléctrica de origen interno, al responder por un 5,4% de la oferta. Solo fue superada por la hidroelectricidad, que fue responsable por la producción del 77,4% de la oferta total, (BRASIL, 2010).

Se estima que una gran cantidad de energía puede ser obtenida por la plantación de bosques, caña de azúcar y otras fuentes de biomasa. Muchos estudios han mostrado que la energía generada por la gasificación de la biomasa puede ser favorablemente comparada a aquella generada por los recursos hídricos en Brasil, en relación a costos y potencial energético. Además, la energía generada por la biomasa puede también contribuir a la descentralización de la producción de electricidad.

La utilización de la biomasa como fuente de energía eléctrica ha sido creciente en Brasil, principalmente en sistemas de cogeneración (por la cual es posible obtener energía térmica y eléctrica) de los sectores industrial y de servicios. En el 2009, la biomasa fue responsable por la oferta de 27,4 TWh (Terawatts hora), según el Balance Energético Nacional (BRASIL, 2010). Este volumen fue 17,5% superior al del 2008 y, al corresponder a 5,4% de la oferta total de energía eléctrica, obtuvo la segunda posición en la matriz de electricidad nacional. En el ámbito de las fuentes internas, la biomasa solo fue superada por la hidroelectricidad, con una participación del 84% (incluyendo la importación). De acuerdo al Banco de Informaciones de Generación de la ANEEL, en noviembre del 2008 existían en el país 302 termoeléctricas movidas a biomasa, correspondiendo a un total de 5,7 mil MW instalados<sup>111</sup>.

El bagazo de caña y la lixivia están entre las fuentes de energía más importantes en los sectores sucroalcoholero y de papel y celulosa, respectivamente, además de diversos tipos de sistemas híbridos con combustibles fósiles. El Plan Nacional de Energía - PNE 2030<sup>112</sup>, estimó que en el 2010 la producción de bagazo y paja de caña será de aproximadamente 140 millones de toneladas (materia seca), en partes

iguales. El Plan Decenal de Expansión 2000-2009 estimó el potencial técnico de cogeneración, en esos dos sectores, en 5.750 MW, con un potencial de mercado de poco más de 2.800 MW en el 2009. En el sector sucroalcoholero, la potencia actualmente instalada es de aproximadamente 1,15<sup>113</sup> mil MW. Por otro lado, en el sector de papel y celulosa existen 718 MW en operación, siendo que otros 930 MW podrían ser obtenidos en el sector.

Hasta el primero semestre del 2010, había registradas en Brasil 42 actividades de proyecto de MDL, basadas en el uso de la biomasa (sin contar aquí los proyectos que utilizan bagazo de caña), con un potencial de emisiones evitadas de 8.412.774 tCO<sub>2</sub>e, y una reducción total de 60.223.404 tCO<sub>2</sub>e. Paralelamente, la capacidad total instalada de las actividades de proyecto en el ámbito del MDL, ya aprobadas en el país en el área de cogeneración a partir de la biomasa, suma 1.211MW.

### *Bagazo de Caña de Azúcar*

En Brasil, debido a la gran producción de caña de azúcar y a las experiencias relativas al uso del etanol, vienen siendo desarrollados estudios de viabilidad técnica y económica para una utilización más expresiva del bagazo y de la paja de la caña en proyectos de generación de energía.

Las usinas necesitan poca energía eléctrica y mecánica en sus procesos en relación a la térmica; además, hasta el inicio de esta década, la legislación prácticamente imposibilitaba la venta de excedentes de energía. Por esos motivos, los sistemas de cogeneración actuales convierten apenas cerca del 4%<sup>114</sup> de la energía del bagazo a energía eléctrica y mecánica, usando la mayor parte de las sobras como energía térmica. Esa situación está cambiando rápidamente debido a la posibilidad de vender excedentes de energía.

Análisis de sistemas convencionales (a vapor) de generación de energía en las usinas y destilerías brasileñas muestran la posibilidad de aumentar los actuales niveles de conversión del 4% al 16% o más, incluyendo la posibilidad de cogeneración durante todo el año utilizando los residuos (hojas y puntas). La tecnología de gasificación/turbina a gas - BIG/GT puede elevar los niveles de conversión del bagazo para electricidad a valores superiores al 27% (BRASIL, 2008a). Adicionalmente, el potencial de generación de energía podría transformarse en una fracción substancial de la facturación total de las destilerías brasileñas.

111 Vide: [http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas\\_par2\\_cap4.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas_par2_cap4.pdf).

112 El Plan Nacional de Energía - PNE 2030, es el primer estudio de planificación integrado de los recursos energéticos realizado en el ámbito del gobierno brasileño. El trabajo fue llevado a cabo por la Empresa de Investigación Energética - EPE, en estrecha vinculación con el Ministerio de Minas y Energía. Vide: <http://www.epe.gov.br/PNE/Forms/Empreendimento.aspx>.

113 Cf. Banco de Informaciones de Generación de la ANEEL - <http://www.aneel.gov.br> >

114 Considerando 28 kWh/t caña de generación de electricidad (siendo 12 kWh/t caña para energía eléctrica y 16 kWh/t caña para energía mecánica) y 644 kWh/t caña (energía térmica) de la utilización de 90% del bagazo de caña (280 kg de bagazo/t caña).

Una evaluación del potencial de cogeneración a bagazo de caña puede ser vista en el cuadro 1.8. Los valores de Energía Total y Potencia Efectiva calculados para Brasil, fueron estimados para la producción de caña del 2009 (630 millones de toneladas). Ese potencial podrá ser gradualmente alcanzado a lo largo de la década para las tecnologías comerciales (cogeneración con ciclos de vapor); el avance de los ciclos con gasificación depende de desarrollos tecnológicos, pudiendo comenzar en la próxima década.

**Cuadro 1.8 Cogeneración en usinas: convencional y con gasificación (a)**

	Consumo en el proceso		Energía Excedente 80% Brasil (TWh) <sup>(e)</sup>	Potencia Efectiva, Brasil (GW)	
	Actual 500 (kg. de vapor /t. caña) <sup>f</sup>	Reducido 340 (kg. de vapor /t. caña)		Zafra <sup>(d)</sup>	Anual <sup>(d)</sup>
	Energía, (kWh/t. caña)				
Cogeneración, vapor 100% del bagazo	57	69	29.9 - 16.6	6.8 - 8.4	
Cogeneración, vapor Bagazo + 25% paja <sup>(b)</sup>	88	100	46.4 - 52.8		5.3 - 5.9
Cogeneración, vapor Bagazo + 40% paja	115	126	60.7 - 66.4		6.8 - 7.5
BIG - GT (parcial) <sup>(a,c)</sup> Bagazo + 40% paja		167	88.0		10.1

(a) Cogeneración convencional: ciclos a vapor, condensación-extracción, 80 bar; usando todo el bagazo y en algunos casos complementando con paja. Gasificación: ciclos incluyendo gasificación del bagazo y uso de turbinas a gas; tecnología aún no disponible comercialmente.

(b) Paja: aún no disponible totalmente; valores crecientes en los próximos años.

(c) BIG/GT parcial: parte del bagazo todavía es quemado en calderas, no gasificado. Sistemas con gasificación total podrían tener mayor eficiencia.

(d) Operación solamente en la zafra (4.400 h/año) y anual (8.760 h/año).

(e) 80%: se considera que un 20% del potencial no será utilizado, por varios motivos.

(f) Energía térmica, hoy ~ 500 kg vapor/t caña (330 kWh/t. caña).

Fuente: Elaborado por MACEDO<sup>115</sup>.

El Centro de Tecnología Coopersucar - CTC, completó en el 2005 el proyecto *Biomass Power Generation: Sugar Cane Bagasse and Trash*<sup>116</sup>, desarrollado bajo la coordinación del Ministerio de Ciencia y Tecnología y do Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD, contando con el apoyo financiero del Fondo Global para el Medio Ambiente - GEF (sigla en inglés de *Global Environment Facility*). Ese proyecto tuvo como objetivo el desarrollo de tecnología en todo el

ciclo de producción de energía eléctrica con sistemas avanzados de conversión (gasificación/turbinas a gas), a partir de la biomasa de la caña de azúcar. Para eso, fue establecida una programación extensiva que pretendió evaluar todas las etapas del proceso, desde la cosecha de la caña y la recuperación de la paja (calidad, disponibilidad), hasta los procesos de gasificación en desarrollo, y su integración con usinas e impactos ambientales.

El referido proyecto, identificado en el PNUD Brasil como BRA/96/G31 demostró un significativo potencial de impacto, ya que el excedente de la generación eléctrica en usinas de azúcar/alcohol puede ser aumentado 5 veces con el uso de la tecnología BIG-GT (sigla en inglés de *Biomass Integrated Gasification - Gas Turbine*)<sup>117</sup> y los residuos pueden ser usados como combustible suplementar al bagazo. La tecnología podría ser replicada rápida y ampliamente, considerando el tamaño de la industria de la caña de azúcar en el país y en el mundo.

En relación a la evaluación de emisión de CO<sub>2</sub>, el proyecto consideró como base la cosecha de la caña quemada (escenario de referencia: 100% de la caña es quemada antes de la cosecha; 10t (MS)/ha cosechada de paja; autosuficiencia en energía) y estipuló un escenario futuro (55% de la caña sin quemar, recuperación del 100% o del 50% de la paja referente a esa caña sin quemar, dependiendo de la ruta de cosecha). Fueron establecidas tres hipótesis de ruta de cosecha, las cuales son especificadas en el Cuadro 1.9.

**Cuadro 1.9 Diferencias en la emisión de CO<sub>2</sub> entre la situación futura y la de referencia.**

Rutas	Diesel usado en la agricultura (kg CO <sub>2</sub> /t. caña)	Substitución de combustible fósil (kg CO <sub>2</sub> /t. caña)	Diferencia en la emisión total (kg CO <sub>2</sub> /t. caña)	Brasil: 300 x 10 <sup>6</sup> t. caña/año (10 <sup>6</sup> t. CO <sub>2</sub> /año)
Ruta 1 *	+2,1	- 139	-137	-41,1
Ruta 2 **	+7,3	-139	-132	-39,6
Ruta 3 ***	+2,3	-87,5	-85	-25,5

\* caña entera con paja, 100% transportada a la usina.

\*\* caña picada (extractor apagado), 100% de la paja transportada a la usina.

\*\*\* caña picada (extractor prendido), enfardada, 50% de la paja transportada a la usina.

Fuente: Biomass Power Generation: Sugar Cane Bagasse and Trash Project. Disponible en <<http://www.gefonline.org/projectDetailsSQL.cfm?projID=338>>.

<sup>117</sup> Tecnología de gasificación integrada a una turbina a gas, operando en ciclo combinado. El proceso de gasificación es la transformación de residuo sólido en combustible en forma gaseosa (gas), semejante al gas natural, por medio de reacciones termoquímicas que previenen al estado de equilibrio de las reacciones básicas involucradas en la gasificación por los parámetros de presión, temperatura, humedad del combustible y el tenor de oxígeno en el agente gasificador. El sistema BIG-GT posibilita una alta eficiencia eléctrica (superior al 40%) con gasificación de biomasa en un sistema de alta presión, además del ciclo combinado que maximiza el uso del bagazo - disminuyendo el consumo de vapor en el proceso de la usina. En el sistema convencional de ciclo a vapor de mediana presión, la eficiencia eléctrica queda entre un 15% y un 30%.

<sup>115</sup> MACEDO, I. C. - Universidad de Campinas - UNICAMP.

<sup>116</sup> Vide: <<http://www.gefonline.org/projectDetailsSQL.cfm?projID=338>>.

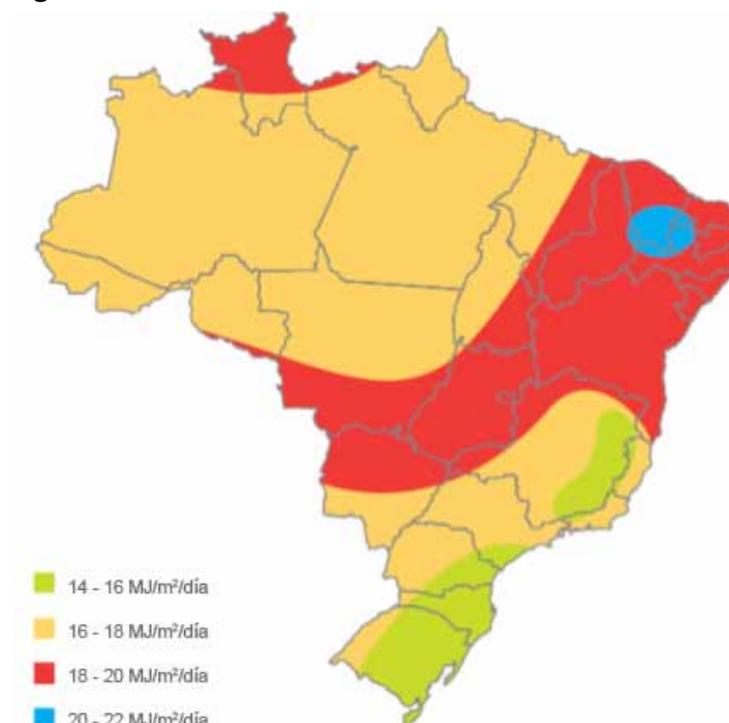
En la última columna del Cuadro 1.9 se verifica la reducción hipotética de emisiones de CO<sub>2</sub> que podría ser alcanzada en Brasil con la tecnología BIG-GT implantada, de acuerdo a los escenarios adoptados. Los escenarios consideraron además las reducciones de emisiones de metano y otros gases con la reducción de la quema de caña. Los factores de emisión para la quema de la paja fueron medidos en un túnel de viento específicamente para la caña de azúcar<sup>118</sup>; aunque los valores del IPCC fueron utilizados para estimar la reducción de emisión de CH<sub>4</sub>, CO y N<sub>2</sub>O con una cosecha parcial (55%) de la caña sin quema. Los resultados son para 300 millones de t caña/año; hoy la producción llega a los 600 millones de t/año.

El bagazo de caña de azúcar representa una excelente oportunidad para las actividades de proyecto de MDL, siendo la principal fuente entre los tipos de biomasa. Brasil posee 77 actividades de proyecto, las cuales corresponden a una emisión evitada de 2.683.056 tCO<sub>2</sub>e/año, lo que, hasta el primer semestre del 2010, representaba una reducción total de 19.452.342 tCO<sub>2</sub>e.

### Energía Solar Fotovoltaica

Así como ocurre con los vientos, Brasil es un privilegiado en términos de radiación solar. El Plan Nacional de Energía 2030 reproduce datos del "Atlas Solarimétrico de Brasil" y registra que esa radiación varía de 8 a 22 MJ/m<sup>2</sup> durante el día, mientras que las menores variaciones se dan en los meses de mayo a julio, variando de 8 a 18 MJ/m<sup>2</sup>. La región Noreste se destaca en el estudio por poseer una radiación comparable a las mejores regiones del mundo, lo que no pasa en otros lugares más distantes de la línea del Ecuador, como las regiones Sur y Sudeste, donde está concentrada la mayor parte de la actividad económica. La Figura 1.13 ilustra esta variación.

**Figura 1.13 Variación de la Radiación Solar en Brasil.**



Fuente: BRASIL, 2007.

A pesar de este potencial y de que el uso de calentadores solares esté bastante difundido en ciudades del interior y en la zona rural, la participación de la energía solar en la matriz energética nacional es bastante reducida, lo que hizo, inclusive, que esa energía no llegue a ser citada en la relación de fuentes que integran el BEN 2009. También en el Banco de Informaciones de Generación - BIG, de la ANEEL, consta apenas una usina fotovoltaica - Araras, en el municipio de Nova Mamoré, en el estado de Rondônia, con una potencia instalada de 20,48 kW<sup>119</sup>. El BIG no registra cualquier otro emprendimiento fotovoltaico en construcción o ya otorgado. Lo que existe en el país son investigaciones y la implantación de proyectos piloto de con esa tecnología. Uno de ellos es el proyecto Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios, de la Universidad de São Paulo - USP, que instaló 19 sistemas fotovoltaicos en la comunidad de São Francisco de Aiuca, localizada en la Reserva de Desarrollo Sustentable Mamirauá, en el estado de Amazonas, con una producción de 13 kWh mensuales. La expectativa es que la expansión del número de usinas solares se dé exactamente en la zona rural, como parte de proyectos de universalización del servicio con foco en comunidades más pobres y localizadas a gran distancia de las redes de distribución.

El Programa Luz para Todos<sup>120</sup>, lanzado en el 2003 por el Ministerio de Minas y Energía, instaló diversos sistemas fotovoltaicos en el estado de Bahia. Con el objetivo de llevar

118 Hay un único estudio completo, realizado con la metodología adecuada, en un túnel de viento (Jenkins, 1994). El IPCC recomienda usar valores "generales" para las emisiones de la quema de residuos agrícolas ante la ausencia de datos específicos. Esos valores son más elevados que los medidos para la caña, según el estudio mencionado.

119 Vide: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas\\_par2\\_cap5.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas_par2_cap5.pdf)>.

120 Vide en esta Parte, la sección 1.6, sobre el Programa Luz para Todos.

energía eléctrica a una población superior a los 10 millones de personas que residen en el interior del país, el programa contempla atender las demandas del medio rural por medio de tres tipos de iniciativas: extensión de la red de las distribuidoras, sistemas de generación descentralizada con redes aisladas y sistemas de generación individuales.

Otras iniciativas de uso de la energía solar fotovoltaica que merecen mención están siendo coordinadas por algunas concesionarias de energía. La CEMIG implantó un modelo en el cual es cobrada una tarifa para cubrir parte de los costos para atender a los domicilios aislados, siendo la otra parte de las inversiones cubierta por la obligatoriedad de una asignación de parte de los lucros de la empresa en programas sociales. La COPEL viene incorporando los sistemas renovables solares como una opción a su programa de electrificación rural, mientras que la CESP implantó un proyecto piloto en el que es cobrada una tarifa por el servicio prestado a sistemas residenciales solares.

Se espera que haya un crecimiento significativo de esa participación de la energía solar en la generación de energía eléctrica en los próximos años, sobre todo en los sistemas interconectados, a partir del avance de la tecnología. Se debe mencionar que los sistemas interconectados a la red operan con un factor de capacidad superior a los observados en sistemas aislados. En Brasil se puede obtener, para esos sistemas, factores de capacidad de entre 15 y 19% (productividad anual entre 1.300 y 1.700 kWh/kWp).

### **Energía Termo-Solar**

La tecnología termo-solar se destaca como una de las soluciones potencialmente más interesantes para Brasil por ser proveniente de una fuente abundante, renovable y limpia. En relación a la utilización de la energía solar para el calentamiento de agua de uso doméstico (en habitaciones individuales y en edificios) y comercial (principalmente en la hotelería), debe ser mantenido un crecimiento medio anual no inferior al 30% verificado en los últimos años.

### **Energía Eólica**

La dinámica de la tecnología de producción de energía eólica en Brasil se distribuye en acciones de universidades, centros de investigación y concesionarias, con una producción científica y tecnológica que solamente ganó destaque a partir del final de la década de 1970 y a lo largo de la década de 1980. Las actividades se intensificaron en el final de la década de 1990, buscando responder a una fase de mayor madurez alcanzado por las tecnologías de aprovechamiento de la energía eólica.

A lo largo de todo ese período fueron creados diversos grupos y proyectos, teniendo destaque el Centro Técnico Aeroespacial - CTA, la Universidad Federal de Paraíba - UFPB, la Universidad de Campinas - UNICAMP, la Universidad Federal de Minas Gerais - UFMG y el CEPEL. Al mismo tiempo, las concesionarias de energía iniciaron la elaboración de inventarios de potencial eólico.

Más recientemente, en el área de la energía eólica, varios estados iniciaron mediciones de viento, como por ejemplo Minas Gerais, Ceará, Bahia, Paraná y Santa Catarina, los cuales se encuentran en diferentes fases de negociación para la implantación de proyectos eólicos conectados a la red. Los proyectos más promisoros están localizados en Ceará, Rio Grande do Norte y Paraná.

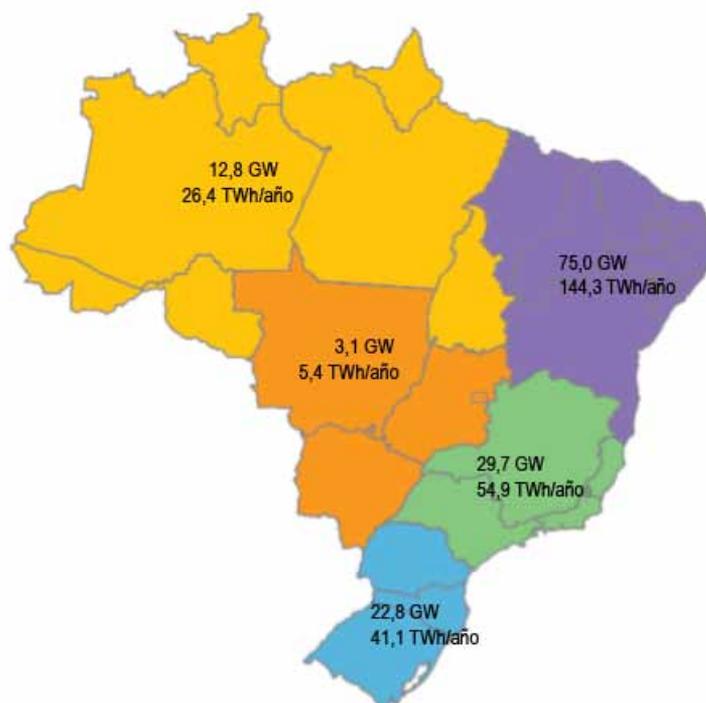
Buenas oportunidades para el país están en la integración al sistema interconectado de grandes bloques de generación en la costa marítima de las regiones Norte y Noreste. En la región Sur de Brasil, en particular en Rio Grande do Sul, también fueron identificados excelentes vientos para la producción de energía. En el análisis de las oportunidades de aplicación de la energía en Brasil, se debe llevar en cuenta la posibilidad de una operación integrada al sistema hidráulico del país.

Brasil está favorecido en relación a los vientos, que se caracterizan por una presencia dos veces superior a la media mundial y por tener una volatilidad del 5% (oscilación de la velocidad), lo que le da una mayor previsibilidad al volumen a ser producido. Adicionalmente, como la velocidad generalmente es mayor en períodos de sequía, es posible operar las usinas eólicas en un sistema complementario a las usinas hidroeléctricas, con el objetivo de preservar el agua de los embalses en períodos de pocas lluvias. Su operación permitiría, por lo tanto, crear un "stock" de energía eléctrica.

Estimativas constantes en el "Atlas del Potencial Eólico"<sup>121</sup>, del año 2001 (último estudio realizado al respecto), señalan un potencial de generación de energía eólica de 143 mil MW en Brasil.

La Figura 1.14 muestra que las regiones con mayor potencial eólico medido son la región Noreste, principalmente en la costa marítima (75 GW); en el Sudeste, particularmente en el Valle de Jequitinhonha (29,7 GW); y en el Sur (22,8 GW), región en que está instalado el mayor parque eólico del país, en Osório, Rio Grande do Sul, con 150 MW de potencia. Debe destacarse que en el país el viento es utilizado principalmente para producir energía mecánica utilizada en el bombeo de agua para la irrigación.

121 Ver: <[http://130.226.17.201/extra/web\\_docs/windmaps/brasil\\_wind\\_map.pdf](http://130.226.17.201/extra/web_docs/windmaps/brasil_wind_map.pdf)>

**Figura 1.14 Potencial eólico brasileño por región geográfica.**

Fuente: BRASIL, 2007.

En el 2008 Brasil presentaba cerca de 247 MW de potencia eólica instalada, un valor bastante modesto si es comparado con el potencial estimado. El “Atlas del Potencial Eólico” brasileño, elaborado por el CEPEL, con financiamiento del MME y la *Eletrobrás*, muestra un enorme potencial natural, de aproximadamente 143 GW, que puede transformarse en una alternativa importante para la diversificación del *mix* de generación de electricidad en el país.

La energía eólica es una de las fuentes alternativas que más crece en el mundo y cuyos avances tecnológicos están rápidamente entrando en el mercado. El país precisa acompañar más agresivamente estos avances<sup>122</sup>.

En Brasil hay registradas 9 actividades de proyecto de MDL basadas en energía eólica, las cuales representan una reducción de emisiones de 3.438.566 tCO<sub>2</sub>e.

### **Generación de Electricidad a partir de Aceites Vegetales**

La provisión de energía eléctrica a las comunidades aisladas es un importante desafío a ser enfrentado por la sociedad brasileña, en el camino a la construcción de una mejoría de las condiciones de vida de la población más carente y a la supresión de las fuertes disparidades regionales existentes. La electrificación de pequeñas comunidades enfrenta como escollo los altos costos de las líneas de transmisión, el trans-

<sup>122</sup> Vide Parte IV, sección 1 sobre transferencia de tecnología.

porte de diesel y el bajo poder adquisitivo de los integrantes de esas comunidades.

Para la región Norte del país, que posee las propiedades rurales menos atendidas por energía eléctrica - debido fundamentalmente a la dispersión de pequeñas comunidades localizadas lejos de los centros generadores de energía eléctrica y donde las líneas convencionales de transmisión de energía eléctrica son inviables económicamente - la generación de electricidad a partir de aceites vegetales aparece como una alternativa local, viable y sustentable en términos socioeconómicos y ambientales. Esa región dispone, sobretudo, de una enorme diversidad de plantas oleaginosas nativas y de condiciones edafoclimáticas favorables para el cultivo de especies exóticas altamente productivas en aceites, posibilitando así el empleo de mano de obra local, la dinamización de las actividades económicas y la mejoría de las condiciones de habitación, salud y educación. De esa forma, esfuerzos aislados vienen siendo desarrollados por empresas e instituciones brasileñas orientadas al uso energético de los aceites vegetales.

Un ejemplo de esos esfuerzos aislados fue un proyecto con el objetivo de generar y distribuir energía eléctrica para la comunidad Vila Boa Esperança, en el Municipio de Moju - PA, constituida por 200 casas y con un número total de 1.000 habitantes, por medio de la implantación de una micro-usina de extracción de aceite de *dendê* (*Elaeis guineensis*), producido en la propia comunidad, usado como combustible en un grupo electrógeno “multicombustible”. La instalación permitió la electrificación de las residencias, de la escuela pública, además de la instalación de iluminación pública. Debido a esos servicios, pueden ser constatadas significativas mejorías en la vida socioeconómica y cultural de la comunidad. La electrificación de la escuela pública permitió su funcionamiento en período nocturno para ofrecer un curso de alfabetización de adultos, además de la alteración de algunos hábitos sociales.

La opción por el aceite de *dendê* se debe al hecho de que la planta es una oleaginosa de mayor rendimiento por hectárea plantada, con una productividad de 3 a 5t aceite/ha/año, mientras que la productividad de la soja, por ejemplo, es de aproximadamente de 0,4 a 0,5t aceite/ha/año. Paralelamente, las condiciones edafoclimáticas de la región Amazónica permiten una fácil adaptación de esa oleaginosa de origen africano.

Recientemente el programa nacional de biocombustibles pasó a buscar aglutinar esas iniciativas.

## Biogás y Gestión de Residuos

Los rellenos sanitarios son unidades de disposición final de residuos urbanos, constituidos principalmente por basura doméstica. Esta basura, a la vez, contiene cerca del 50% de su peso de materia orgánica húmeda, siendo en principio restos de alimentos y de preparación de alimentos, por lo tanto, residuos de descomposición biológica relativamente rápida. Entre el 50% restante, denominado como basura seca, se encuentran, además de metales, vidrios y plásticos (basura no biodegradable), papeles, cartones, maderas y trapos, que son productos orgánicos constituidos básicamente por celulosa, y por eso, sujetos a una degradación muy lenta. Esos residuos, colocados en ambientes cerrados, inician un proceso de descomposición aerobia - mientras haya oxígeno, el que será cada vez menor dependiendo del nivel de compactación de los residuos en el relleno - pasando sucesivamente por fases dominadas por bacterias y hongos facultativos y anaerobios. El metano aparece pocos días o semanas después de la disposición de la basura en el relleno, una vez que el oxígeno ya se consumió.

En el sector de biomasa comienza a tornarse realidad el aprovechamiento de energía termoeléctrica generada a partir del biogás, particularmente del metano generado en rellenos sanitarios y en digestores de lodo de estaciones de tratamiento que se abastecen de las cloacas urbanas; existe también un potencial aún no cuantificado de biogás en los lodos provenientes de los procesos agroindustriales.

La principal innovación que se incorporó en la técnica de operación de rellenos fue la ejecución de drenajes horizontales convergentes a los pozos de drenaje, con la doble función de drenar substancias para los caños de fondo y gases para captación en la superficie superior de los rellenos. Esos drenajes horizontales son implantados en la superficie de cada nueva capa de basura con aproximadamente cinco metros de espesura, siendo comunes los rellenos con entre diez y veinte capas, reuniendo de quince a treinta millones de toneladas de basura.

La Municipalidad de São Paulo, por medio de la Secretaría Municipal del Verde y de Medio Ambiente, inició en 1998 un proceso licitatorio buscando la concesión de áreas de rellenos sanitarios municipales (considerando que existen 7 rellenos) para la explotación del metano en ellos generado. Fueron licitados dos proyectos de rellenos en operación, con una capacidad máxima instalada de aproximadamente 20 MW cada uno, estando previsto que la mitad de esa potencia deba ser destinada para la provisión del 50% de la energía consumida por la Municipalidad de São Paulo.

El proceso anaerobio que se da en los digestores de lodo de las estaciones de tratamiento que se abastecen de las cloacas urbanas, genera el mismo biogás de los rellenos sanitarios y su aprovechamiento energético utiliza los mismos principios tecnológicos y equipamientos de los aprovechamientos energéticos de los rellenos. La captación del gas es, sin embargo, más simple, pues su generación se da en ambientes confinados, diferentemente de los rellenos, incluyendo una operación de succión del interior de los rellenos con mayores grados de complejidad técnica. La desventaja de ese aprovechamiento es el porcentaje aún bajo de los residuos cloacales tratados en el país.

Aún deberá ser evaluado el potencial de generación de biogás de los residuos agroindustriales, como el bagazo de cebada de la fabricación de cerveza o las muchas formas de lodos orgánicos. Las industrias no precisan necesariamente invertir en la construcción de digestores, sino simplemente bombearlos o transportarlos para unidades ociosas de digestión de residuos cloacales, o pueden formar un *pool* de industrias para extracción de la fracción energética de sus lodos antes de la disposición final de los lodos digeridos, que puede ser utilizado en la alimentación de animales, como pasa con el residuo no digerido de la cebada de cervecerías. Los lodos orgánicos pueden también ser procesados en secadores, teniendo como resultado un polvo posteriormente compactado y peletizado, adecuándolo para la quema en calderas para generación de vapor o termoelectricidad.

Como tecnología de punta, el mercado está ofreciendo la destrucción térmica por medio de plasma, a altísimas temperaturas, con alta eficiencia de tratamiento de lodos y residuos (inclusive los no biodegradables) y alto rendimiento energético.

Empresas industriales y de saneamiento ambiental están también intentando viabilizar el aprovechamiento de la enorme cantidad de lodo generado en sus estaciones de tratamiento de efluentes y residuos cloacales para la generación de energía. Ya hay estudios iniciales que muestran la sustentabilidad de ese aprovechamiento y su viabilidad ambiental y económica.

Los rellenos sanitarios y el tratamiento anaerobio de efluentes y aguas residuales son las dos mayores fuentes de este tipo de producción de metano. En cada caso, la materia orgánica contenida en los residuos es descompuesta por la acción de bacterias metanogénicas, que producen el biogás compuesto principalmente de metano y gas carbónico.

El biogás recuperado durante el proceso de digestión anaerobia puede ser quemado reduciendo las emisiones de

gases de efecto invernadero o también sufrir una combustión en motores específicos para la generación de energía.

El aprovechamiento de biogás en rellenos sanitarios en el país se transformó en una realidad a partir de la oportunidad del MDL. Hasta agosto del 2010, había 36 actividades de proyecto de MDL en rellenos sanitarios en Brasil, correspondiendo al 8% del número de actividades de proyecto de MDL en el país, con una reducción anual de emisiones de 11.327.606 de tCO<sub>2</sub>e, y con una reducción de emisión en el 1º período de obtención de crédito de 84.210.095 de tCO<sub>2</sub>e<sup>123</sup>. Además de las actividades de proyecto de MDL en rellenos sanitarios, 74 actividades de proyecto y un programa de actividades de MDL realizadas en el área de la porcicultura presentaban una reducción de 39 millones de tCO<sub>2</sub>e, y otras 17 actividades de proyecto de MDL relacionadas al tratamiento de residuos sólidos y efluentes líquidos representaban una reducción de 5 millones de tCO<sub>2</sub>e.

Así, esas 127 actividades de proyecto del MDL ya totalizan una reducción de 128 millones de tCO<sub>2</sub>e y una reducción anual de 16,1 millones de tCO<sub>2</sub>e, promoviendo el manejo responsable de efluentes y la concientización del empresario en tornar sus negocios sustentables<sup>124</sup>.

## 1.6 Programa Nacional de Universalización del Acceso y Uso de Energía Eléctrica - Programa Luz para Todos

Siguiendo la evolución del desarrollo de programas para la universalización del acceso y uso de energía eléctrica en Brasil, el Gobierno Federal lanzó, en noviembre del 2003, el programa *Luz para Todos*, que tuvo como meta inicial llevar energía eléctrica para más de 10 millones de personas del medio rural hasta el 2008. Esa meta fue alcanzada en el 2009. Durante la ejecución del Programa, algunas familias sin energía eléctrica en casa fueron localizadas, y debido al surgimiento de un gran número de demandas, el Programa Nacional de Universalización del Acceso y Uso de la Energía Eléctrica fue prorrogado para ser concluido en el año 2010<sup>125</sup>, habiendo aumentado su meta para alcanzar a 12 millones de personas.

El *Luz para Todos* fue implementado para substituir el Programa "Luz en el Campo", que tuvo como objetivo llevar energía eléctrica a 1 millón de familias en áreas rurales hasta el 2003. Adicionalmente, el *Luz para Todos* incorporó otro

programa, el Programa de Desarrollo Energético de Estados y Municipios - PRODEEM, que fue instituido en 1994 y buscaba atender las localidades aisladas no abastecidas de energía eléctrica por la red convencional, obteniendo esa energía de fuentes renovables locales, buscando promover el desarrollo social y económico de esas localidades<sup>126</sup>.

El programa *Luz para Todos* es coordinado por el Ministerio de Minas y Energía, operacionalizado por la *Eletrobrás* y ejecutado por las concesionarias de energía eléctrica y las cooperativas de electrificación rural. La gestión del *Luz para Todos* está dividida entre todos los órganos interesados: gobiernos estatales, distribuidoras de energía, ministerios<sup>127</sup>, agentes del sector y comunidades. Con los gobiernos estatales fueron firmados protocolos de adhesión al programa. Además de participar en la gestión del programa, los gobiernos estatales también entran con recursos para la electrificación de las comunidades. Los agentes comunitarios tienen la responsabilidad de ayudar a identificar las demandas y las vocaciones productivas de la región, informar sobre el programa, dar asistencia y orientar sobre el uso de la energía y también auxiliar en la fiscalización.

Para alcanzar la meta inicial, fueron invertidos R\$ 20 mil millones. El Gobierno Federal destinó R\$ 14,3 mil millones y el resto fue dividido entre los gobiernos estatales y las empresas de energía eléctrica. Los recursos federales provienen de fondos sectoriales de energía, de la Cuenta de Desarrollo Energético - CDE y de la Reserva Global de Reversión - RGR.

El mapa de la exclusión eléctrica en el país revela que las familias sin acceso a energía están mayoritariamente en las localidades de menor Índice de Desarrollo Humano - IDH y en las familias de bajos ingresos. Cerca del 90% de estas familias tienen un ingreso inferior a tres salarios mínimos y el 80% están en el medio rural. Por eso, el objetivo del gobierno es utilizar la energía como vector de desarrollo social y económico de esas comunidades.

La llegada de la energía eléctrica está contribuyendo al desarrollo económico y social de las áreas beneficiadas. El programa también ha facilitado la integración de las iniciativas públicas en el medio rural, tanto en lo relativo a los programas sociales y a las acciones de atención de servicios básicos (educación, salud, abastecimiento de agua) como en lo tocante a las políticas de incentivo a la agricultura fa-

123 Vide:< <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/77650.html> >.

124 Vide:<<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/4007.html>>.

125 Vide:< [http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/o\\_programa.asp](http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/o_programa.asp)>.

126 El PRODEEM fue descrito en la Comunicación Nacional Inicial de Brasil para la CMNUCC.

127 El Ministerio de Minas y Energía ya firmó protocolos con los ministerios de Desarrollo Agrario; Agricultura, Ganadería y Abastecimiento; Desarrollo Social y Combate al Hambre; Educación; Salud; Defensa; y Ciencia y Tecnología para que el acceso a la energía sea acompañado por programas sociales y de desarrollo económico.

miliar, a los pequeños productores y comerciantes locales. El objetivo del programa es que el acceso a la energía eléctrica contribuya a la disminución de la pobreza y al aumento de los ingresos de las familias contempladas.

La *Eletrobrás* estima que aproximadamente 300 mil empleos directos e indirectos son generados como consecuencia de la implementación del *Luz para Todos*, ya que es dada prioridad al uso de la mano de obra local y a la compra de materiales y equipamientos nacionales fabricados en las regiones próximas a las localidades atendidas.

Deben ser destacados también los resultados en términos de las reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero derivados de este programa. Casi la mitad de los atendidos por el *Luz para Todos* dejó de utilizar otras fuentes de energía, malas emisoras, como el diesel, la gasolina, el querosene o el carbón.

En el plano internacional, el programa *Luz para Todos* es considerado un modelo de referencia, principalmente por países en desarrollo, y sigue la línea de las posiciones defendidas por Brasil en los más diversos foros, en las áreas de energía y de desarrollo sustentable.

## 1.7 Hidrógeno

El hidrógeno es el elemento más simple y más abundante del universo. Posee la mayor cantidad de energía por unidad de masa que cualquier otro combustible conocido: 61.000 BTU/lb (o 33,8 kcal/kg). Normalmente el hidrógeno existe combinado con otros elementos, tales como el oxígeno y el carbono. Como es químicamente muy activo, raramente permanece solo como un único elemento.

Actualmente, el hidrógeno es producido y utilizado para fines no energéticos. La experiencia de esta producción y su uso trae informaciones para el análisis de las posibilidades futuras del hidrógeno como vector energético, a ser usado en las células de combustibles para generación de energía eléctrica.

Brasil posee un programa de P&D para sistemas de Célula de Combustible, el cual tiene, como una de las líneas de investigación prioritaria, a la producción de hidrógeno a partir de fuentes renovables.

### 1.7.1 ProH<sub>2</sub> - Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Economía de Hidrógeno

En el 2002 el Ministerio de Ciencia y Tecnología creó el Programa Brasileño de Hidrógeno y Sistemas de Células

de Combustible - ProCaC, hoy denominado Programa de Ciencia y Tecnología para la Economía de Hidrógeno - ProH<sub>2</sub>.

Ese programa fue estructurado en la forma de redes cooperativas de P&D, promoviendo la coordinación de las acciones y proyectos de cada institución, buscando compartir la infraestructura ya establecida, fomentar la capacitación de recursos humanos, garantizar el intercambio de conocimientos a partir de sistemas de información e incentivar la participación de las empresas.

El Instituto de Investigaciones Energéticas y Nucleares - IPEN<sup>128</sup>, participa activamente del ProH<sub>2</sub>. En su Centro de Células de Combustible y Hidrógeno son desarrollados estudios estratégicos en cuatro áreas de investigación:

- Célula a Combustible tipo Membrana Conductora de Protones - PEMFC (de la sigla en inglés *Próton Exchange Fuel Cell*) - En ese segmento las investigaciones incluyen el dominio de la tecnología de células combustibles tipo PEMFC a escala laboratorial, evaluando la influencia de varios parámetros en el desempeño de las células unitarias. Por otro lado, las investigaciones en marcha están direccionadas para el desarrollo de prototipos de baja potencia para aplicaciones estacionarias;
- Células a Combustible de Óxidos Sólidos - SOFC (de la sigla en inglés *Solid Oxid Fuel Cell*) - En esa área los estudios son orientados al desarrollo de materiales con propiedades optimizadas para SOFC; al desarrollo de procesos de elaboración y fabricación de componentes; y a la investigación y desarrollo de nuevos materiales para SOFC;
- Reforma - Esa área de investigación está orientada a la reforma de combustibles primarios para generación de hidrógeno destinada al uso en células de combustible. Tres grandes proyectos están siendo ejecutados: un proceso para la obtención de hidrógeno por descomposición catalítica de amonio para aplicación en una célula de combustible; la obtención de hidrógeno a partir de la reforma a vapor del etanol a ser usado en una célula de combustible; y la producción de biogás a partir de la biomasa; y
- Desarrollo de sistemas asociados a la tecnología de células de combustible, junto a sus periféricos y accesorios.

<sup>128</sup> Autarquía del gobierno del estado de São Paulo, vinculada a la Secretaría de Desarrollo. El IPEN es gerenciado técnica, administrativa y financieramente por la Comisión Nacional de Energía Nuclear - CNEN, autarquía federal vinculada al Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Después de siete años del inicio de las investigaciones, el IPEN cuenta, actualmente, con más de 50 profesionales en régimen integral o parcial, entre investigadores, especialistas en tecnología, becarios de iniciación científica, alumnos de maestría, doctorado y posdoctorado. Seis laboratorios están en operación actuando en P&D, en las áreas de células de combustible polimérico (2) y de óxidos sólidos (2), sistemas de células de combustible (1) y producción de hidrógeno (1). Son ofrecidos ocho cursos de posgraduación, habiendo ya diplomado a 10 alumnos de maestría y 7 alumnos de doctorado, y teniendo en marcha más de 30 orientaciones académicas. Los desarrollos del programa ya tuvieron como resultado 11 patentes depositadas y más de 50 de publicaciones en revistas indexadas, además de varias participaciones en eventos nacionales e internacionales.

### 1.7.2 Proyectos de Ómnibus Brasileño a Hidrógeno

Lanzado en el 2006, el Proyecto Ómnibus Brasileño a Hidrógeno consiste en la adquisición, operación y mantenimiento de hasta cinco ómnibus con célula de combustible a hidrógeno. Es contemplada además la instalación de una estación de producción de hidrógeno por electrólisis a partir del agua, el abastecimiento de los ómnibus y el acompañamiento y verificación del desempeño de esos vehículos, que serán utilizados en el Corredor Metropolitano de la ciudad de São Paulo. En el 2009 fueron iniciados las pruebas operacionales. La próxima etapa, en el segundo semestre del 2010, es la de testar el ómnibus en el Corredor Metropolitano con pasajeros.

La Empresa Metropolitana de Transporte Urbano de São Paulo – EMTU/SP es la coordinadora nacional del proyecto, el cual es dirigido por el Ministerio de Minas y Energía y cuenta con el apoyo de recursos financieros del GEF, aplicados por medio del PNUD, y de la Financiadora de Estudios y Proyectos – Finep<sup>129</sup>. El valor total del proyecto es cerca de US\$ 21 millones.

El proyecto y la fabricación del ómnibus fueron desarrollados por un consorcio formado por ocho conceptuadas empresas, nacionales e internacionales, coordinado por la EMTU/SP. Integram el consorcio: AES Eletropaulo, Ballard Power Systems, Epri, Hydrogenics, Marcopolo, Nucellsys, Petrobras Distribuidora y Tuttotrasporti.

Las características del proyecto hacen que la iniciativa brasileña sea un caso singular en todo el mundo, pues está

<sup>129</sup> Empresa pública, vinculada al Ministerio de Ciencia y Tecnología, que tiene como misión promover el desarrollo económico y social de Brasil por medio del fomento público a la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en empresas, universidades, institutos tecnológicos y otras instituciones públicas o privadas.

integrado por lo mejor y más avanzado de la tecnología del uso de hidrógeno en el planeta; la tecnología transferida será la base para su posterior disseminación en el país, transformando a Brasil en un exportador de ómnibus a hidrógeno; o ómnibus brasileño será híbrido, o sea, funcionará con células de combustible de hidrógeno y baterías recargables, con recuperación de energía; y tendrá capacidad para cargar igual número de pasajeros que sus similares a combustible fósil, y con un desempeño igual o superior.

Durante el segundo semestre del 2010, además de la fabricación de los prototipos del ómnibus, el proyecto prevé una Estación de Producción y Abastecimiento de Hidrógeno que se encuentra en la fase final de construcción y contempla la instalación e interconexión de los equipamientos de producción y abastecimiento de hidrógeno.

El Proyecto Ómnibus Brasileño a Hidrógeno fue elegido por el PNUD y por el GEF como piloto en América Latina, con el objetivo de auxiliar a los países en desarrollo en la adopción de proyectos que busquen soluciones para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y sus impactos en los cambios climáticos.

En Rio de Janeiro, el primer ómnibus a hidrógeno con tecnología 100% brasileña, fue lanzado en mayo del 2010. El vehículo fue desarrollado por el Instituto Alberto Luiz Coimbra de Posgraduación e Investigación en Ingeniería de la Universidad Federal de Rio de Janeiro – COPPE/UFRJ, en cooperación con la Federación de las Empresas de Transporte de Pasajeros del Estado – Fetranspor, y las Secretarías Estadual y Municipal de Transporte.

El proyecto contó con financiamiento de la Finep, de la Petrobras, del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico – CNPq, y de la Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de Rio de Janeiro – FAPERJ. Ya existe una planificación para la industrialización y comercialización del vehículo.

En el período del 2010 al 2011, tres ómnibus a hidrógeno circularán por la ciudad de Rio de Janeiro para hacer una comparación con los ómnibus convencionales. El objetivo es que los nuevos ómnibus se constituyan como una opción de transporte sustentable y que ya puedan ser utilizados en el transporte de pasajeros durante la Copa del Mundo de la FIFA del 2014 y la Olimpíadas del 2016.

Desde el punto de vista teórico y comercial, existen barreras a nivel mundial para el uso a gran escala del ómnibus a célula de combustible de hidrógeno. En general, son factores condicionados a los costos de producción tanto de los ve-

hículos como del propio hidrógeno. El objetivo del proyecto del PNUD/GEF a nivel mundial es exactamente identificar y dimensionar esas dificultades, mostrando los caminos para el uso de la tecnología en los sistemas de transporte de pasajeros.

Desde la firma del protocolo que posibilitó la institución del proyecto del ómnibus brasileño a hidrógeno, hubo una importante evolución en tecnología y reducción de costos, tanto en los sistemas de célula de combustible como en la producción de hidrógeno.

En ese aspecto, la tecnología desarrollada para la construcción del ómnibus brasileño tiene mucho para dar, tanto en innovación tecnológica como en los factores relacionados a los costos finales del vehículo, que podrán, tal vez, sino posibilitar de forma inmediata una adopción competitiva con otros sistemas de propulsión, reducir significativamente los costos de fabricación. Con la verificación del éxito de la construcción del prototipo se puede afirmar que el costo de producción de los vehículos ya es menor en términos mundiales.

## 1.8 Reciclaje

Considerando las ventajas económicas, sociales y ambientales, el reciclaje está ganando un espacio cada vez mayor en Brasil. Además, el gobierno ha estimulado esas iniciativas. Anteriormente, apenas eran verificadas algunas iniciativas aisladas de municipalidades, comunidades y entidades empresariales en el sentido de promover una recolección selectiva de residuos.

La generación de residuos sólidos urbanos creció debido al aumento del consumo por parte de los brasileños. En el país, la tasa de generación de residuos por habitante varía entre 0,4 y 0,7 kg/hab.día.

Según datos de la Asociación Brasileña de Empresas de Limpieza Pública y Residuos Especiales - Abrelpe, un 40% de los residuos sólidos urbanos recolectados en Brasil tienen una destinación adecuada, mientras que el 60% restante no recibe una destinación correcta. De cualquier forma, el volumen destinado al reciclaje creció un 4% entre el 2003 y el 2004, pasando de un volumen de 5 millones de toneladas en el 2003 a los 5,2 millones de toneladas en el 2004<sup>130</sup>.

Actualmente, un gran número de materiales es reciclado en Brasil. Algunos Centros de Residuos<sup>131</sup> se ocupan del reciclaje de residuos industriales, pero aún de forma limitada, sin explotar todas las posibilidades comerciales. Apenas materiales cuya economicidad del proceso es claramente viable (aluminio, papel, vidrio, plástico, etc.) han despertado un interés en relación a su reciclaje. Los materiales que más son usados para reciclaje en Brasil son el papel de oficina, papel ondulado, film plástico, latas de aluminio, latas de acero, vidrio, plástico rígido, neumáticos, embalajes PET, embalajes de cartón larga vida, aceite lubricante usado y baterías de plomo-acero.

En los últimos años, con el gran avance en Brasil en términos de reciclaje, varios materiales presentan niveles de reciclaje (Cuadro 1.10) próximos a los niveles de países desarrollados. Merecen destaque en Brasil los indicadores en relación al reciclaje de latas de aluminio, cuyo índice de reciclaje pasó del 37% en 1991 al 91,5% en el 2008. Los números brasileños superan los de países industrializados como Japón y Estados Unidos. En el 2004, Estados Unidos recuperaron un 54,2% de sus latas, mientras que Argentina y Japón recuperaron 90,8% y 87,3%, respectivamente.

**Cuadro 1.10 Reciclaje en Brasil.**

Material	Nivel de reciclaje %	
Latas de Aluminio	91,5	
Embalajes de Vidrio	47	
Papel	Oficina	43,7
	Ondulado	79,6
	Film	21,2
Plástico	Rígido	21,2
	PET	54,8
Latas de Acero	46,5	
Neumáticos <sup>1</sup>	58*	
Embalaje de cartón larga vida	26,6	
Aceite lubricante usado	26,57*	
Compuesto urbano <sup>2</sup>	3	
Batería de plomo-acero	99,5	

Nota: \*Datos del 2006.

1 Según datos de la Asociación Nacional de las Empresas de Reciclaje de Neumáticos y Artefactos de Goma - Arebop, Brasil recicló cerca de 270 mil toneladas en el 2007. En el 2008, fueron cerca de 290 mil.

2 Compuesto Urbano es la denominación que se da a un proceso de transformación de residuos sólidos orgánicos no peligrosos - restos vegetales y animales - en un abono de calidad y bajo costo.

Fuente: Cempre, 2010132.

131 Los Centros de Residuos son servicios de información a nivel nacional e internacional, concebidas con la finalidad de identificar mercados para los residuos generados en las operaciones industriales y estimular su reaprovechamiento de forma racional y económica. Las Bolsas de Residuos sirven como guía para la promoción de oportunidades de negocios, con el fin de propiciar nuevas alternativas de mercado y ocupar la capacidad ociosa eventualmente existente en algunos campos de los procesos industriales de producción. Vide: < [http://www.abcm.org.br/xi\\_creem/resumos/SA/CRE04-SA01.pdf](http://www.abcm.org.br/xi_creem/resumos/SA/CRE04-SA01.pdf)>.

132 Vide < <http://www.cempre.org.br/>>. Fichas técnicas.

130 Vide: < <http://www.cempre.org.br/>>.

De acuerdo a la Asociación Brasileña del Aluminio - ABAL<sup>133</sup>, en el 2008, Brasil recicló más de 12,3 mil millones de latas de aluminio, representando 165,8 mil toneladas. En el 2008 el mercado brasileño de la chatarra de latas de aluminio tuvo un movimiento de aproximadamente R\$ 1,6 mil millones y generó cerca de 55 mil empleos directos. El Compromiso Empresarial para el Reciclaje - Cempre informa que el material es recolectado y almacenado por una red de aproximadamente 130 mil chatarreros, responsables por un 50% de la provisión de la chatarra de aluminio para la industria. Otra parte es recolectada por supermercados, escuelas, empresas y entidades filantrópicas.

El Reciclaje se relaciona al reaprovechamiento de materiales y residuos que son, en su gran mayoría, vistos como restos. Así, es de fundamental importancia la implementación de un sistema de recolección selectiva de basura para que se pueda hacer una selección de material sujeta al reciclaje.

En 2006 el Cempre levantó informaciones sobre los programas de recolección selectiva desarrollados por gobiernos municipales en 405 comunas en todo Brasil (aunque la mayor concentración sea en localidades de las regiones Sudeste y Sur del país). Se descubrió que cerca de 26 millones de brasileños tienen acceso a programas de recolección selectiva y que el 43% de los programas tiene relación directa con cooperativas de recolectores. A pesar de las ventajas incuestionables del reciclaje, el levantamiento del CEMPRE puso en evidencia que el precio de la recolección selectiva aún es bastante elevado (US\$ 221/tonelada como promedio) siendo cinco veces mayor que el costo de la recolección convencional.

Debe destacarse que el Gobierno Federal instituyó el programa "Residuos Sólidos Urbanos", como parte integrante del Plan Brasil de Todos - Plan Plurianual - PPA - 2004/2007, que se constituyó como un programa interministerial que comparte acciones en el área de los residuos sólidos. Ese nuevo programa unificó y substituyó los antiguos programas "Brasil Juega Limpio" del Ministerio de Medio Ambiente, "Residuos Sólidos Urbanos" del Ministerio de las Ciudades y "Saneamiento Básico - Acción Residuos Sólidos" de la Fundación Nacional de Salud - Funasa.

El programa "Residuos Sólidos Urbanos" tiene su foco orientado para el apoyo al desarrollo de los procesos de gestión, de gerenciamiento y de manejo de residuos sólidos urbanos, con el objetivo de garantizar soluciones para los problemas ambientales y de salud derivados de procesos inadecuados de descarte, con énfasis en la inclusión de componentes socioeconómicos. Su objetivo es el de aumentar la cober-

tura y la eficiencia de los servicios municipales de limpieza urbana dentro de la perspectiva de la universalización y de la sustentabilidad de los emprendimientos, con foco en la inclusión social, el cierre de los basurales, y en la calidad ambiental, o sea, incentivar la reducción, la reutilización y el reciclaje de residuos sólidos urbanos; ampliar la cobertura y aumentar la eficiencia y la eficacia de los servicios de limpieza pública, de recolección, de tratamiento y de disposición final; y promover la inserción social de recolectores paralelamente a la eliminación del trabajo infantil.

El Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de las Ciudades, el Ministerio de Salud - Fundación Nacional de Salud, el Ministerio de Trabajo y Empleo, el Ministerio de Desarrollo Social y Combate al Hambre y el Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior, por intermedio del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social, forman parte del Programa.

Todos los recursos son provenientes del Presupuesto General de la Nación (esfera fiscal, enmiendas parlamentarias) o provenientes de agencias multilaterales de crédito, como la CEF y el BNDES, por medio de líneas de crédito.

La coordinación del programa quedó a cargo del Ministerio de Medio Ambiente, por medio de la Secretaría de Recursos Hídricos y Ambiente Urbano - SRHU, que además de promover la articulación de las acciones entre los ministerios que lo integran, desarrolla acciones específicas relevantes.

Además, el Gobierno Federal instituyó<sup>134</sup> la separación de los residuos reciclables descartados por los órganos y entidades de la administración pública federal directa e indirecta, en la fuente generadora, y su posterior destinación a las asociaciones y cooperativas de recolectores de materiales reciclables.

De acuerdo al citado decreto, para recibir el material recolectado, las asociaciones y las cooperativas deben ser formal y exclusivamente constituidas por recolectores de materiales reciclables que tengan a la recolección como su única fuente de ingresos; no poseer fines lucrativos; poseer infraestructura para realizar el levantamiento y la clasificación de los residuos descartados; y presentar el sistema de división entre los asociados y cooperados.

La Política Nacional de Residuos Sólidos<sup>135</sup>, recientemente aprobada, determinó que fabricantes, importadores, distribuidores y comerciantes deben realizar inversiones para colocar en el mercado artículos reciclables y que generen la

<sup>134</sup> Por medio del Decreto n°. 5.940, del 25 de octubre del 2006.

<sup>135</sup> Ley n° 12.305, del 2 de agosto de 2010.

<sup>133</sup> Ver: <<http://www.abal.org.br/reciclagem/latas.asp>>

menor cantidad posible de residuos sólidos. El dispositivo también se aplica a embalajes. Además, otras medidas deben ser implementadas para recibir embalajes y productos después del uso por parte del consumidor: de agrotóxicos, sus residuos y embalajes; pilas y baterías; neumáticos; aceites lubricantes, sus residuos y embalajes; lámparas fluorescentes; y productos electro-electrónicos y sus componentes.

La ley también dispone sobre la recolección selectiva. Otros materiales reciclables descartados al final de su vida útil deben ser reaprovechados, bajo la responsabilidad del servicio público de limpieza urbana y manejo de residuos sólidos. Para hacer eso, el Poder Público debe establecer la recolección selectiva, implantar un sistema de compostaje (transformación de residuos sólidos orgánicos en abono y dar destino

final ambientalmente adecuado a los residuos de la limpieza urbana (barrido de las calles). Las empresas de limpieza urbana deben dar prioridad al trabajo de cooperativas de recolectores formadas por personas de bajos ingresos.

Los municipios que implanten la recolección con la participación de asociaciones y cooperativas de recolectores tienen prioridad en el acceso a recursos de la Nación en líneas de crédito, en el ámbito del Plan Nacional de Residuos. Son prohibidas las prácticas como el lanzamiento de residuos en playas, en el mar o en ríos y lagunas; el lanzamiento a cielo abierto sin tratamiento, excepto en el caso de la minería; y la quemada a cielo abierto o en equipamientos no licenciados. El texto prohíbe también la importación de residuos peligrosos o que causen daños al medio ambiente y la salud pública.

## 1.9 Uso de Carbón Vegetal en la Industria

En Brasil, la mayor parte de la producción nacional de carbón vegetal es consumida por la industria de hierro y acero<sup>136</sup> (Cuadro 1.11). Brasil es el único país que aún mantiene una significativa producción de hierro y acero utilizando el carbón vegetal como agente reductor del mineral de hierro. En el resto del mundo, así como en la mayor parte de la producción siderúrgica brasileña, se utiliza el coque de carbón mineral, desde que, a mediados del siglo XIX, con la creciente escasez de los recursos forestales en Europa, se encontró en él una alternativa para la industria en expansión.

Para la obtención del carbón vegetal se utilizan madera y leña<sup>137</sup> en un proceso químico conocido como “pirólisis”, que consiste en la descomposición térmica de la biomasa en ausencia de oxígeno. La carbonización de la madera permite que se eleve el poder calorífico de la fuente original, que en la madera es de aproximadamente 4.320 kcal/kg, mientras que en el carbón vegetal ese número sube a aproximadamente 6.750 kcal/kg.

La abundancia de recursos naturales encontrados en Brasil desde su descubrimiento favoreció el desarrollo de la producción de carbón vegetal de bosques nativos que, entre otras cosas, abasteció la demanda de la industria de hierro y acero hasta la década de 1940, cuando el uso del coque de carbón mineral fue introducido por las grandes siderúrgicas que estaban surgiendo en esa época, en respuesta al estímulo del Estado para crear un parque industrial nacional.

**Cuadro 1.11 Consumo de carbón vegetal en los principales sectores de la industria**

Consumo (1000 metros de carbón)								
Segmentos	1999		2000		2001		2002	
	Consumo	%	Consumo	%	Consumo	%	Consumo	%
Usinas Integradas Acero	4.200	15,6	3.750	14,8	3.900	14,9	3.681	13,7
Producción Independiente de Arrabio	18.300	68,0	16.400	64,6	17.580	67	18.032	67,2
Producción de Hierros de Alta Liga	2.300	8,6	2.250	8,9	2.800	10,7	2.874	10,7
Tubos de Hierro Nodular	-	-	-	-	365	1,4	233	0,9
Otros (*)	2.100	7,8	3.000	11,8	1.575	6,0	2.000	7,5
<b>TOTALES</b>	<b>26.900</b>	<b>100</b>	<b>25.400</b>	<b>100</b>	<b>26.220</b>	<b>100</b>	<b>26.820</b>	<b>100</b>
Segmentos	2003		2004		2005		2006	
	Consumo	%	Consumo	%	Consumo	%	Consumo	%
Usinas Integradas Acero	3.383	11,6	3.984	10,8	4.499	11,8	4.579	13
Producción Independiente de Arrabio	20.220	69,2	27.590	74,7	27.817	73,1	25.116	71,5
Producción de Hierros de Alta Liga	3.164	10,8	3.002	8,1	3.191	8,4	3.091	8,8
Tubos de Hierro Nodular	302	1,0	357,2	1,0	318	0,9	278	0,8
Otros (*)	2.133	7,3	1.987	5,4	2.226	5,8	2.061	5,9
<b>TOTALES</b>	<b>29.202</b>	<b>100</b>	<b>36920,2</b>	<b>100</b>	<b>38051,5</b>	<b>100</b>	<b>35.125</b>	<b>100</b>
Consumo de Carbón por los Diversos Segmentos - Brasil 1000 mdc								
Segmentos	2007		2008**		2009		2010	
	Consumo	%	Consumo	%	Consumo	%	Consumo	%
Usinas Integradas Acero	5.527	15	5.710	17,3	4850,1	24		
Producción Independiente de Arrabio	25.706	69,9	23826,5	72,3	12462,2	61,7		
Producción de Hierros de Alta Liga	3.097	8,4	3152,7	9,6	2574,7	12,7		
Tubos de Hierro Nodular	288	0,8	280	0,8	319	1,6		
Otros (*)	2.160	5,9	-	-	-	-		
<b>TOTALES</b>	<b>36.778</b>	<b>100</b>	<b>32969,2</b>	<b>100</b>	<b>20.206</b>	<b>100</b>		

Notas: \*Carbón para uso doméstico, restaurantes, producción artesanal, calcificación, acetileno, etc.

\*\* A partir del 2008 solo fue computado el carbón vegetal consumido por las siderúrgicas y por los hierros de liga.

Fuente: Silvminas. Disponible en < <http://www.silvminas.com.br/>>.

136 En el 2006, la producción siderúrgica a carbón vegetal representó un 35% del total, mientras que la producción a coque de carbón mineral representó un 65% (SINDIFER).

137 Por definición, “madera” es la parte leñosa de los troncos y ramas de los árboles. La “leña” es la parte de ramas o fragmentos de troncos de árboles reservados para servir como combustible.

A lo largo de los años, sin embargo, la creciente preocupación con la continua degradación de los bosques nativos hizo necesario buscar medios para realizar un plantío de bosques energéticos<sup>138</sup> capaces de abastecer la demanda de la industria. En la década de 1960, coincidiendo con la creación de incentivos fiscales para el plantío de bosques<sup>139</sup>, hubo también incentivos a la industria nacional y restricciones a las importaciones, lo que aumentó el interés por el uso del carbón vegetal como alternativa a la práctica ya consolidada de uso del coque de carbón mineral por parte del sector siderúrgico. Sin embargo, los incentivos fiscales para los plantíos fueron interrumpidos a finales de la década de 1980<sup>140</sup>, desacelerando, e inclusive paralizando, el establecimiento de nuevos bosques.

Además, la ola de apertura del mercado nacional a las importaciones permitió el crecimiento de la producción a coque, estimulada por la disponibilidad inmediata del insumo y su costo competitivo menor, al ser comparado con el costo de implantación y mantenimiento de un bosque. Al mismo tiempo, a lo largo de la década de 1990, la privatización de varias siderúrgicas integradas ocasionó la desactivación o conversión de sus hornos a carbón vegetal a hornos abastecidos por coque. Ese escenario también llevó al cierre de varias pequeñas siderúrgicas independientes, debido a la dificultad de encontrar carbón vegetal suficiente para mantener sus altos hornos a pleno funcionamiento.

Paralelamente a la situación en que el uso del coque aumentó, hubo un crecimiento de la actividad de producción de carbón vegetal proveniente de bosques nativos. Esa actividad, emprendida en gran medida en condiciones precarias por parte de las poblaciones de bajos ingresos de las áreas rurales del país, utiliza métodos bastante rudimentarios de carbonización. Además de acarrear una pérdida de diversidad biológica y altas emisiones de gases de efecto invernadero, las actividades de carbonización utilizando bosques nativos incluyen, frecuentemente, condiciones precarias de trabajo, generando pérdidas sociales. Hasta mediados de la década del 2000, la producción de carbón vegetal a partir de bosques plantados se mantuvo relativamente activa por el uso de los árboles plantados remanecientes de la época de los incentivos fiscales, y que generalmente obedecen a un ciclo de productividad que se divide en hasta 3 rotaciones de siete años, entre la cosecha y el rebrote, como en el caso del eucalipto, que es la especie más usada para la producción de energía. En ese contexto de cosecha de la madera plantada con incentivos fiscales, de 1991 al 2006 el uso de carbón vegetal renovable permitió la reducción de aproximadamente 249 millones de tCO<sub>2</sub>e (Cuadro 1.12).

138 Generalmente se utilizan árboles de rápido desarrollo, como el eucalipto y el pino.

139 Ley n° 5106, del 2 de septiembre de 1966.

140 Ley n° 7714, del 29 de diciembre de 1988.

Los plantíos de bosques pueden producir la madera necesaria para la producción de carbón vegetal renovable, capaz de abastecer a buena parte de la demanda de la industria. Con eso, se puede evitar parte del uso de coque de carbón mineral y el uso de bosques nativos para ese mismo fin. De esa forma, se suman a los stocks de carbono de áreas nativas, nuevos y adicionales plantíos forestales, incrementando las remociones como un todo.

Además, la adopción de una reglamentación y criterios socioambientales adecuados para la silvicultura tienen como resultado la observancia de importantes parámetros, tales como la creación de corredores ecológicos, protección de nacientes y fuentes de agua, protección del suelo, entre otros ítems, garantizando la preservación de la biodiversidad, de los recursos hídricos y otros indicadores de sustentabilidad de las regiones de los plantíos. Considerando las rotaciones de las plantaciones y la naturaleza a largo plazo de las inversiones necesarias, la actividad de producción de carbón vegetal renovable puede constituir un importante vector de desarrollo rural integrado a la producción industrial, en conformidad con las condiciones de seguridad y dignidad para los trabajadores del campo.

El desarrollo de la tecnología nacional de producción de mudas prácticamente triplicó la capacidad productiva por árbol. Por lo tanto, actualmente, se utiliza cerca de 1/3 del área necesaria para obtenerse el mismo resultado productivo en relación a cuando se iniciaron los plantíos de bosques energéticos en Brasil. Esa misma tecnología, aplicada a tierras degradadas o con cobertura de plantíos agotados, disminuye significativamente la necesidad del uso de nuevas áreas para el establecimiento de los plantíos para abastecimiento energético de la industria.

La producción del carbón vegetal renovable presenta beneficios en varias etapas de su cadena productiva, desde el plantío y mantenimiento del bosque, pasando por la mejoría de la eficiencia del proceso de carbonización, hecho que genera una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, hasta la consecuente mitigación de emisiones en los usos finales del producto. Por lo tanto, el dominio de la tecnología de reforestación en el país indica un potencial significativo de mitigación por medio del uso de carbón vegetal renovable, siempre y cuando se desarrollen programas de estímulo e incentivos específicos para que el país supere el actual déficit de bosques plantados para usos energéticos.

El MDL posee un gran potencial para auxiliar al sector siderúrgico a vencer estos desafíos. Actualmente existen metodologías aprobadas por el Consejo Ejecutivo del MDL que contemplan a toda la cadena productiva del sector, que va

desde el establecimiento de plantíos forestales adicionales (beneficio vinculado a la remoción de CO<sub>2</sub>), hasta el uso del carbón vegetal renovable en las usinas de hierro y acero (reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>).

Sin embargo, los números del sector demuestran que los desafíos a ser enfrentados son a gran escala. En el caso del sector de hierro y acero, por ejemplo, un 49% de todo el carbón vegetal consumido todavía es proveniente de bosques nativos. Sin embargo, como las legislaciones aplicables han restringido cada vez más el uso de carbón vegetal de matas nativas, la tendencia que ya se observa en ausencia de nuevos bosques plantados e incentivos adicionales, es el uso del coque de carbón mineral, insumo más competitivo y que

tiene menores costos de transacción, como lo confirma una tendencia ya consolidada a nivel mundial.

Los números presentados en el Cuadro 1.12 muestran la relevancia que el carbón vegetal renovable tuvo en el pasado, basado en los incentivos fiscales. En ese contexto, es importante destacar tanto la ganancia ambiental resultante de la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, por medio de la reducción de emisiones y remociones líquidas (el período que va del 2001 al 2006 registró emisiones reducidas de aproximadamente 100 mil toneladas de CO<sub>2</sub>e), como el factor de alivio indirecto a la presión sobre los bosques nativos.

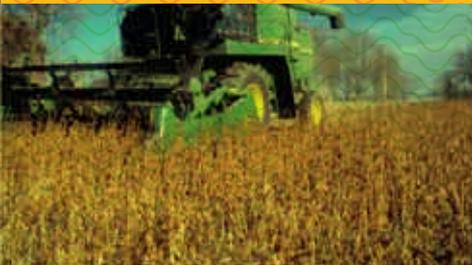
**Cuadro 1.12 Consumo de carbón vegetal, participación del carbón vegetal proveniente de la reforestación, consumo de carbón vegetal renovable y emisiones reducidas provenientes del sector en Brasil<sup>141</sup>.**

Año	Consumo de Carbón Vegetal (10 <sup>3</sup> t)	Participación Reforestación	Carbón Vegetal Renovable	Emisiones Reducidas (tCO <sub>2</sub> )
1991	7.745	42,3	3.276	12.174
1992	7.294	38,9	2.838	10.547
1993	7.925	43,5	3.444	12.802
1994	8.250	54,0	4.455	16.558
1995	7.771	52,0	4.041	15.020
1996	6.500	70,0	4.550	16.911
1997	5.900	75,4	4.450	16.540
1998	6.600	67,4	4.450	16.540
1999	6.725	70,0	4.708	17.497
2000	6.350	70,5	4.475	16.633
2001	6.555	65,2	4.276	15.894
2002	6.705	63,5	4.257	15.821
2003	7.301	58,2	4.247	15.783
2004	9.230	47,2	4.358	16.196
2005	9.513	50,4	4.797	17.830
2006	8.781	51,1	4.484	16.666

Nota: Factores de emisión utilizados 0,63 tep/t CV y 1,609 tC/tep.  
Fuente: AMS, 2007.

141 Esos números apenas contemplan las reducciones de emisiones asociadas al uso del carbón vegetal renovable por el sector. Vide: <<http://www.silviminas.com.br/>>.





## Capítulo 2

Programas y Acciones que Contienen  
Medidas que Contribuyen a Mitigar  
el Cambio Climático y Sus Efectos  
Adversos

## 2 Programas y Acciones que Contienen Medidas que Contribuyen a Mitigar el Cambio Climático y Sus Efectos Adversos

Esta sección tiene como objetivo analizar la sustitución, en Brasil, de fuentes fósiles de energía, con un alto contenido de carbono por unidad de energía generada, por otras de menor contenido. Los programas y acciones presentados tienen como objetivo ayudar a mitigar el cambio climático y contribuir a que sea alcanzado el objetivo final de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, o sea, alcanzar la estabilización de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera en un nivel que impida una interferencia antrópica peligrosa en el sistema climático.

Cabe resaltar que el CH<sub>4</sub> generado en el tratamiento de residuos puede ser aprovechado como fuente de energía o puede ser quemado cuando no fuese posible su aprovechamiento, evitándose su liberación en la atmósfera y generando emisiones de gas carbónico, con menor potencial de calentamiento global que el metano. Dada la naturaleza predominantemente orgánica de residuos en Brasil, esa reducción de emisión fue tratada en la sección 1.5 sobre Bio-gás y Gestión de Residuos.

Esta sección presenta, además, el desarrollo de la energía nuclear en Brasil, que debido a su carácter de energía proveniente de un recurso mineral, y por lo tanto agotable, no puede ser caracterizada como sustentable a largo plazo. Además, el impacto ambiental de las usinas termonucleares también ha sido muy enfatizado en las últimas décadas, constituyéndose en una gran preocupación de los movimientos ambientalistas. Por otro lado, las centrales nucleares no emiten gases de efecto invernadero, pudiendo, por lo tanto, contribuir a la mitigación del cambio climático y a sus efectos adversos.

### 2.1 Papel del Gas Natural en la Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Brasil

#### 2.1.1 Trayectoria y Participación del Gas Natural en la Matriz Energética Brasileña

Además de ser el insumo básico de la industria petroquímica, el gas natural se ha mostrado cada vez más competitivo en relación a varios otros combustibles, tanto en el sector industrial como en el de transporte y en la generación de energía eléctrica. En este último caso, la inclusión del gas natural en la matriz energética nacional, conjugada a la necesidad de expansión del parque generador de energía eléctrica y a la búsqueda de alternativas en relación a los potenciales hidráulicos del país, ha despertado el interés de analistas y emprendedores para ampliar su uso en la generación termoeléctrica.

La versatilidad es la principal característica del gas natural. Este energético puede ser utilizado tanto en la generación de energía eléctrica, como en motores de combustión del sector de transportes, en la producción de llamas (como sustituto al gas licuado de petróleo, GLP), calor y vapor. Por eso, la aplicación es posible en todos los sectores de la economía: industria, comercio, servicios y residencias. Otros elementos positivos son la capacidad de dispersión en casos de fuga y la pequeña emisión de contaminantes en toda la cadena productiva, al ser comparado a los demás combustibles fósiles.

El interés por el gas natural está directamente relacionado a la búsqueda de alternativas al petróleo y de fuentes menos agresivas al medio ambiente. La explotación del gas natural en el país comenzó timidamente en la década de 1940, con descubrimientos de gas asociado al petróleo en el estado de Bahia. Inicialmente, la producción atendió apenas a las industrias del *Recôncavo Baiano*. Después de algunos años, la exploración y producción se extendieron también a las regiones de Sergipe y Alagoas. El gran salto de las reservas ocurrió en la década de 1980, con el descubrimiento en la Cuenca de Campos. Finalmente, el inicio de la operación del gasoducto Bolivia/Brasil, en 1999, con una capacidad para transportar 30 millones de m<sup>3</sup> por día, aumentó significativamente la oferta del gas natural en relación a la oferta interna bruta de energía en el país, que subió del 2,4% en 1990 al 8,1% en el 2005.

A partir de 1990, el continuo desarrollo de las actividades de exploración permitió ampliar el total de reservas comprobadas de gas natural al ritmo de un 4,36% al año en el período de 1990 al 2005, hasta alcanzar el nivel de 326.084 millones de m<sup>3</sup> en el 2005, como ilustra el Cuadro 2.1.

**Cuadro 2.1 Evolución de las reservas comprobadas y de la producción de gas natural en Brasil**

Año	Reservas Comprobadas (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Producción Anual (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )*	Reserva/Producción (años)
1990	172.019	6.279	27,4
1991	181.724	6.597	27,5
1992	192.534	6.976	27,6
1993	191.051	7.355	26,0
1994	198.760	7.756	25,6
1995	207.964	7.955	26,1
1996	223.562	9.156	24,4
1997	227.650	9.865	23,1
1998	225.944	10.788	20,9
1999	231.233	11.898	19,4
2000	220.999	13.283	16,6
2001	219.841	13.998	15,7
2002	244.547	15.525	15,8
2003	245.340	15.792	15,5
2004	306.395	16.971	19,2
2005	326.084	17.699	18,1

Notas: \*El valor total de la producción incluye los volúmenes de gas reinyectado, quemas y pérdidas.

Fuente: BRASIL, 2007; ANP, 2010b; ANP, 2010c.

De acuerdo a los datos del BEN, en el 2005 la participación en la oferta interna bruta, del 8,1%, colocó al gas natural en la cuarta posición en la matriz energética nacional, superado por el petróleo y líquidos de gas natural (41,1%), biomasa y otros renovables (30,4%), y energía hidráulica (13,4%).

En el 2005, el país consumió 24 mil millones de m<sup>3</sup>, la producción local fue de 17,7 mil millones de m<sup>3</sup> y las importaciones permanecieron en 9 mil millones de m<sup>3</sup>. Así, el país contó con una oferta total de 26,7 mil millones de m<sup>3</sup> (la diferencia entre la oferta total y el consumo corresponde a las pérdidas del proceso), y la mayor parte fue destinada al sector industrial (8,2 mil millones de m<sup>3</sup>) y a usinas termoeléctricas (4,5 mil millones de m<sup>3</sup>). Sin embargo, el consumo en el sector residencial y de transporte viario también aumentaron, con destaque para este último, que registró una variación de 971,3% al ser comparado a los números de 1990, como muestra el Cuadro 2.2.

**Cuadro 2.2 Consumo de Gas Natural por sector de actividad en Brasil en 1990 y el 2005**

Gas Natural Identificación	Millones de m <sup>3</sup>	
	1990	2005
Producción	6.279	17.699
Importación	0	8.998
Var. Est. Pérdidas y Ajustes (*)	-2.030	-5.729
Consumo total	4.607	24.006
Transformación	1.193	6.720
Prod. Derivados petróleo	1.107	2.215
Generación Eléctrica	86	4.505
Consumo final	3.414	15.044
Consumo final no energético	1.010	849
Consumo final energético	2.404	14.195
Sector energético	859	3.500
Residencial	5	217
Comercial/público	3	321
Transportes	2	1.945
Viario	2	1.945
Industrial	1.310	8.209

(\*) Inclusive no aprovechada y reinyección.

Fuente: BRASIL, 2008.

En Brasil, la única compañía que opera en el área de exploración y transporte de gas natural es la Petrobras, sola o en sociedad con la iniciativa privada (como es el caso del gasoducto Bolivia/Brasil). Para la distribución, contrariamente, el país tiene 27 empresas, de las cuales la mayoría cuenta con participación de la Petrobras en el capital accionario. Esas empresas poseen el monopolio de actuación en sus regiones de concesión. De acuerdo al balance anual de la Petrobras referente al 2007, el país contaba con una red total de 6.511 kilómetros de conductos.

### 2.1.2 Perspectivas de la Utilización del Gas Natural

Las perspectivas de utilización del gas natural en la generación termoeléctrica son promisoras y atraen un número cada vez mayor de emprendedores interesados en la explotación de ese nicho energético. La disponibilidad de grandes reservas en el país y el establecimiento de condiciones para la importación de gas natural por parte de la iniciativa privada - fruto del actual proceso de liberalización del sector de hidrocarburos - aumentan la posibilidad de la oferta de gas natural para el mercado interno a mediano plazo, lo que contribuye de forma decisiva a la inversión en centrales térmicas a gas natural.

En el 2008, Brasil era dependiente de las importaciones de Bolivia. El descubrimiento del Campo de Júpiter, rico en gas natural y localizado en la capa de pre-sal de la Cuenca de Santos, podrá darle al país, a mediano plazo, la autosuficiencia. La estimativa de reservas aún está en la fase de levantamiento, aunque, según la Petrobras, las dimensiones del Campo de Júpiter son similares a las del Campo de Tupi, descubierto en el 2007 también en la Cuenca de Santos, y cuyas reservas son estimadas entre 176 mil millones e 256 mil millones de m<sup>3</sup>. Hasta el 2010 deberá entrar en operación, también, el Campo de Mexilhão, primer emprendimiento de la Petrobras de gas natural no asociado al petróleo. Descubierto en el 2003 en la Cuenca de Santos, el campo tiene una capacidad estimada para producir 15 millones de m<sup>3</sup> por día. Brasil también posee importantes reservas en el estado de Amazonas. En la cuenca de Urucu, las reservas son estimadas en 52,8 mil millones de m<sup>3</sup>, y en el lugar la Petrobras construye el gasoducto Urucu-Coari-Manaus, que busca transportar gas natural para la generación de energía eléctrica en Manaus, atendida en el 2008 por termoeléctricas movidas a aceite combustible y a diesel.

Además de sus reservas comprobadas de gas natural, Brasil cuenta con un vasto mercado proveedor en América Latina, en particular en los países fronterizos, como Bolivia, Argentina y Venezuela. Otra opción de refuerzo del abastecimiento de gas en el país es la importación de gas natural líquido - GNL, por vía marítima, de países exportadores como Argelia (con reservas de 4.520 mil millones de m<sup>3</sup>), Nigeria (3.510 mil millones de m<sup>3</sup>), Australia (1.260 mil millones de m<sup>3</sup>) y Trinidad y Tobago (600 mil millones de m<sup>3</sup>).

Por medio de la generación termoeléctrica, el gas natural actúa tanto como un agente promotor de la descentralización de la operación del sistema eléctrico, cuanto como factor de integración energética de Brasil con los países vecinos. Ejemplo de eso es la importación de gas natural para abastecer termoeléctricas en las regiones Sur y Sudeste, como la Usina Termoeléctrica de Uruguaiana de 600 MW, abastecida con gas de la Argentina. Además, el abastecimiento de gas natural a usinas termoeléctricas es importante para viabilizar financieramente la operación de los gasoductos en construcción en el país, garantizando niveles mínimos de consumo y, consecuentemente, la atención de potenciales centros consumidores de gas natural.

El papel estratégico asumido por el gas natural en la expansión de la capacidad generadora de los autoprodutores, productores independientes, e inclusive de las concesionarias privadas de servicio público, también resulta en gran parte de sus ventajas comparativas frente al aceite combustible y los demás combustibles fósiles utilizados en la

generación termoeléctrica, tales como su menor poder de corrosión, la reducción en la frecuencia de mantenimiento de equipamientos, el mayor control de la quema en el proceso productivo y la eliminación de stocks de combustibles.

Debe acrecentarse que las usinas termoeléctricas a gas natural y los sistemas de cogeneración de energía traerán grandes beneficios a la estabilidad del abastecimiento futuro de energía eléctrica, debido a la mayor capacidad de adaptación de la oferta a la demanda, a partir de la característica de modularidad de los mismos y de la rapidez de construcción de esos emprendimientos, además del mejor gerenciamiento de la curva de carga del sistema eléctrico, que reduce la demanda de punta del sistema, evitando así la instalación de capacidad generadora adicional. Otra ventaja a destacar es la posibilidad de la instalación cercana a los grandes centros de carga, evitando gastos con costos en la transmisión, contribuyendo a la reducción de los niveles de pérdidas eléctricas y aumentando la confiabilidad de la operación.

Por el lado de la demanda, el gas natural muestra una gran versatilidad, adaptándose a una amplia gama de aplicaciones, que incluye la producción de GLP y de gasolina natural; la sustitución del GLP y del gas manufacturado en el uso residencial, comercial, industrial y para otros usos; la utilización como materia prima en la industria petroquímica y de fertilizantes; la sustitución del diesel en las flotas de ómnibus y de utilitarios de servicios públicos; la sustitución de derivados de petróleo en la industria; y la generación de calor industrial.

Sin embargo, entre las principales tendencias de penetración del gas está su uso como combustible en la generación termoeléctrica, factor determinante para reducir el riesgo de posibles restricciones en la oferta de electricidad en períodos hidrológicos desfavorables.

En lo tocante a la sustentabilidad global, la sustitución de derivados de petróleo y de otros combustibles fósiles por el gas natural es positiva, ya que la emisión de gases responsables por el efecto invernadero provenientes de la utilización del gas natural es menor. Ese cambio es esperado, principalmente, en los sectores transporte e industria. Sin embargo, en la generación de energía eléctrica, donde la gran participación de la energía hidráulica le da al país condiciones favorables en relación a la emisión de gases de efecto invernadero, el aumento de la participación de la generación termoeléctrica, previsto para los próximos años, aportará nuevos elementos para el debate de las cuestiones ambientales, relativas a la expansión de la oferta de energía eléctrica, considerando el probable aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, al considerar este elemento de forma aislada.

### 2.1.3 Comparación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Termoeléctricas a Gas Natural y a Otros Combustibles Fósiles

Con la multiplicación del número de plantas termoeléctricas, el foco de las atenciones pasará a ser, cada vez más, la cuestión del control de la calidad del aire, debido a las emisiones de contaminantes, como los óxidos sulfúricos ( $\text{SO}_2$  e  $\text{SO}_3$ ), óxido y dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}$  y  $\text{NO}_2$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), partículas de carbono (C), monóxido de carbono (CO) y metales pesados, todos originarios de la combustión incompleta (a excepción del  $\text{CO}_2$ ), de combustibles fósiles y de sus impurezas, además de otros derivados de reacciones secundarias ocurridas en la atmósfera, como el ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y el ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ).

Los impactos derivados del cambio global del clima son los que más imponen obstáculos al crecimiento de la termoelectricidad en el país, en términos de costos y de viabilidad técnico-económica de la implantación de usinas termoeléctricas convencionales. Sin embargo, debe considerarse que el uso del gas natural en sustitución a las demás fuentes de origen fósil tradicionalmente utilizadas en la generación termoeléctrica, se presenta, entre las fuentes fósiles, como la alternativa más adecuada para el pleno desarrollo de la termoelectricidad en el país, pues permite incrementar la eficiencia energética de generación y, principalmente, mitigar gran parte de los impactos adversos causados por las otras fuentes fósiles al medio ambiente.

De hecho, la comparación de las emisiones de carbono contenidas en el  $\text{CO}_2$ , basada únicamente en las características químicas de los combustibles y en sus contenidos energéticos, muestra que la quema de gas natural emite 218 mg C/kcal, posibilitando una reducción del 44,5% en relación a la emisión proveniente de la quema de carbón europeo, que corresponde a 393 mg C/kcal. En relación al aceite combustible pesado, que emite 307 mg C/kcal, la disminución de las emisiones proveniente de la adopción del gas natural se sitúa en un 29,0%. En contrapartida al uso del aceite combustible liviano (290 mg C/kcal), la quema de gas natural permite una reducción del 24,8% de la emisión total de carbono.

Esos resultados difieren un poco a las emisiones calculadas en base a la energía eléctrica generada, que dependen también de la eficiencia de los estándares tecnológicos utilizados en las plantas termoeléctricas. No obstante, el gas natural se mantiene como alternativa real de reducción del ritmo de crecimiento de las emisiones de gases responsables por el efecto invernadero, presentando coeficientes de emisión de gas carbónico por kWh generado inferiores a los

del aceite combustible y del carbón mineral en la generación termoeléctrica en las principales tecnologías utilizadas, que son el ciclo a vapor convencional, la turbina a gas y el ciclo combinado.

Comparada a la quema de aceite combustible, la opción por el gas natural posibilita la reducción de un 27%<sup>142</sup> en la emisión total de gas carbónico en las usinas proyectadas con tecnología de generación basada en el ciclo a vapor convencional. En los emprendimientos con turbinas a gas, la disminución en las emisiones de  $\text{CO}_2$  obtenida con la utilización del gas natural en sustitución al aceite combustible alcanza el 31%. Para la generación termoeléctrica proveniente del ciclo combinado, la sustitución de fuentes energéticas propuesta arriba implicaría una reducción del 28% de las emisiones de  $\text{CO}_2$  (ROSA & SCHECHTMAN, 1996).

### 2.1.4 Programas de la Petrobras para mejorar el aprovechamiento del gas natural en la Cuenca Marina de Campos

La Cuenca Marina de Campos es la principal región productora petrolífera de Brasil, respondiendo por cerca del 80% del petróleo nacional. La misma se extiende desde la costa del estado de Espírito Santo, pasando por todo el estado de Rio de Janeiro, hasta llegar al estado de São Paulo. El liderazgo en el desarrollo de la tecnología de producción en aguas profundas utilizada en esos campos de petróleo es motivo de varios premios y de reconocimiento internacional.

Debido al aumento de la producción en esa región, y con la perspectiva de crecimiento del mercado de gas natural, fue creado, en 1997, el Proyecto Quema Cero - PQC, compuesto por acciones para mejorar el aprovechamiento del gas en la Cuenca Marina de Campos. El proyecto tenía como objetivo aumentar la disponibilidad de gas al mercado, mejorar el aprovechamiento del recurso energético y reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

En el 2000, frente a la posibilidad de una crisis en el sector energético en Brasil, fue intensificado el control sobre la quema de gas en la Cuenca Marina de Campos por parte de la Petrobras y de la ANP, teniendo como resultado acciones adicionales al PQC, dando origen en el 2001 al Plan de Optimización del Aprovechamiento de Gas Natural de la Cuenca Marina de Campos - POAG.

<sup>142</sup> Se consideró la eficiencia en base al poder calorífico superior - PCS. En el ciclo a vapor convencional, se consideró una eficiencia del 38,1% para el gas natural, de un 39,2% para el aceite pesado, del 38,8% para carbones europeo y colombiano, y de un 33% para los carbones nacionales. En la turbina a gas y en el ciclo combinado, se adoptaron respectivamente las eficiencias de un 30,1% y un 42,7% para el gas natural, y de un 27,7% y un 41,1% para el aceite liviano.

El POAG incluyó la instalación y el redimensionamiento de compresores y la construcción de nuevos gasoductos marítimos, liberando así la capacidad de compresión para la exportación de gas al continente. También hacen parte del POAG acciones que buscan la revisión de procedimientos, el control de stocks y el entrenamiento de personal. Con la realización de 94 acciones previstas en 24 plataformas, se registró una significativa reducción de la quema de gas en la Cuenca Marítima de Campos y un mayor aprovechamiento del gas producido, permitiéndole a la Petrobras aumentar la oferta del combustible para el mercado. Las inversiones de ese proyecto ya superaron la marca de los 200 millones de dólares, con una ganancia potencial en la utilización de gas de 4,2 millones de metros cúbicos por día. Serán invertidos otros R\$ 180 millones para la reducción adicional de la quema de gas, con una ganancia esperada de 800 mil metros cúbicos por día.

Además de ese programa, US\$ 98 millones fueron invertidos en dos proyectos de inyección de gas en la Cuenca Marítima de Campos, que permiten hacer un stock en la propia roca del pozo de petróleo, con un reservorio de hasta 2,4 millones de metros cúbicos por día de gas asociado. Ese gas podrá ser utilizado cuando sea necesario. La reducción de la quema del gas, aliada a la capacidad de almacenamiento, contribuyó significativamente para poder atender las demandas de gas provenientes del mercado.

El POAG tuvo un papel importante en la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, considerando que entre el 2002 y el 2005, el programa evitó que aproximadamente 15 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> fuesen emitidas para la atmósfera.

### 2.1.5 Reducción de las Emisiones Fugitivas de Metano en la Distribución del Gas Natural en São Paulo

Las emisiones fugitivas de gas natural canalizado en sistemas de distribución ocurren sobre todo en las cañerías, por medio de escapes en las juntas y componentes. Ocurren también por medio de accidentes y en el final de la línea de consumo, tanto residencial como comercial o industrial.

En el 2005, con un mercado estimado en 90 millones de m<sup>3</sup>/día de gas natural, el país registró una pérdida equivalente al consumo de una termoeléctrica de 1.000 MW, representando no apenas un perjuicio económico, sino también un considerable costo ambiental debido al metano fugitivo y su impacto en el calentamiento global.

La Compañía de Gas de São Paulo - Comgas, implementó medidas para reducir las emisiones de gas metano en el sistema de distribución de gas natural canalizado, concen-

trándose en el combate al desperdicio que ocurre en el sistema, tanto en la red como en el consumidor residencial y no residencial.

La Comgas elaboró un inventario de las emisiones fugitivas de metano en los sistemas de distribución de gas natural canalizado en Brasil, realizado en 1997, según la metodología del IPCC, conforme recomendación del MCT. Ese inventario norteó las acciones de la Comgas en la reducción de fugas en el sistema, contribuyendo así a la reducción de las emisiones de metano para la atmósfera.

No hay mediciones relativas al monitoreo de emisiones fugitivas de gas canalizado. Para que se puedan evaluar los avances en las acciones de reducción de emisiones, es fundamental que se implemente el monitoreo de forma continua y consistente. Así, la realización del inventario es, de hecho, una etapa fundamental para el inicio de un proceso a largo plazo.

Desde que fue privatizada en 1999, la empresa pudo reducir la parte del gas no contabilizado, de un 5,2% a un 2,1%, principalmente por medio de la renovación de las redes, substituyendo tubos de hierro fundido - que datan del inicio de las actividades de la distribuidora, a finales del siglo XIX - por tubos de polietileno, los cuales, además de ser más fáciles de instalar, minimizan las pérdidas en el sistema, con niveles mayores de veda y durabilidad.

Para los sistemas instalados en acero o polietileno, el mantenimiento periódico es eficaz en el control de escapes, dándose atención especial a las instalaciones singulares (válvulas, estaciones de regulado de presión, conjuntos de medición, etc.).

Además, los escapes de pequeña magnitud pueden no ser percibidos por el olor. En ese caso, un equipamiento, formado por un vehículo al cual le son acoplados colectores de aire, es utilizado en análisis *on line* para verificación de la cantidad de gas presente en el aire. Una vez detectado el escape, el *bypass* es aplicado en actividades de mantenimiento programado, o sea, siempre que exista la posibilidad técnica, el gas contenido en un determinado trecho es transferido a otro, sin purga para la atmósfera.

Según los resultados de la investigación para el inventario de emisiones fugitivas de gas natural canalizado provenientes del sistema de distribución, el valor encontrado para Brasil es prácticamente marginal en el balance total de emisiones antrópicas anuales de metano en el mundo. Sin embargo, son deseables medidas adicionales para el control de emisiones de esa naturaleza, entre las cuales, se puede citar:

- implantación y operación del sistema de gerenciamiento de riesgos, para reducir escapes por accidentes o, en caso de que ocurran, que puedan ser contenidos a tiempo;
- realización de operaciones de mantenimiento o de maniobras en la red en que sea necesario un vaciado de trecho de la red para evitar la purga de gas en la atmósfera;
- programa de mantenimiento continuado de equipamientos de la red;
- campañas educativas junto a consumidores residenciales, industriales y comerciales;
- apoyo técnico a los consumidores para regulado de equipamientos de quema y mantenimiento de la red interna; y
- programa de recuperación de redes en hierro fundido.

## 2.2 Programas en el Estado de São Paulo para Reducción de las Emisiones Vehiculares en el Transporte Urbano

La polución del aire es uno de los impactos ambientales más sentidos por la población del estado de São Paulo, principalmente en los centros urbanos. En las décadas de 1970 y 1980, las fuentes industriales fueron objeto de la mayor parte de las acciones de control. El rigor en el control de las emisiones industriales, aliado al aumento de la flota de vehículos en circulación tuvo como resultado, principalmente a partir de los años de 1990, la necesidad de un control más efectivo de las emisiones provenientes de los vehículos automotores, considerando que las mismas pasaron a representar la mayor fuente de contaminación del aire en las regiones más densamente urbanizadas.

Algunas de las acciones del gobierno de São Paulo, por intermedio de la Compañía Ambiental del Estado de São Paulo – Cetesb<sup>143</sup> se dan como contribuciones a los programas a nivel federal, como en los casos del Proconve y Promot<sup>144</sup>, participando como agente técnico vinculado por convenio al Ibama.

Otras acciones complementares relevantes, desarrolladas por la Cetesb son la implantación de programas de gestión ambiental en flotas de transporte de carga y pasajeros; la capacitación de talleres - destinados a la mejoría de la calidad de los

<sup>143</sup> Vide: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>.

<sup>144</sup> Vide Parte III.A sección 3.7, sobre el Proconve.

servicios de la red de reparación de vehículos de los ciclos Otto y Diesel; el incentivo a la mejoría continua de la calidad de los combustibles automovilísticos y a las alternativas energéticas para el transporte; y la intensificación de la fiscalización de la emisión excesiva de humo negro por parte de los vehículos a diesel en circulación en el estado de São Paulo.

En el ámbito legal, se destacan las contribuciones en la elaboración del Proyecto de Ley del Transporte Sustentable; del Plan de Control de la Polución por Vehículos en el estado de São Paulo – PCPV; y de la Política Estadual de Cambios Climáticos que involucra a otros sectores del gobierno y de la sociedad civil – en especial a los órganos de transporte, tránsito, energía y planificación – en las cuestiones relacionadas al impacto de la movilidad motorizada en la calidad ambiental.

En el 2007, fue creado en el ámbito de la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de São Paulo, el Proyecto Respira São Paulo, con el objetivo de implantar nuevos programas de control de la polución atmosférica, especialmente en las regiones metropolitanas; establecer metas de reducción de las fuentes más contaminantes y evaluar resultados; intensificar la fiscalización de la emisión de contaminantes con apoyo de la fiscalización ambiental; mejorar el diagnóstico de la calidad del aire y de las emisiones atmosféricas en el estado de São Paulo, inclusive las causadoras del calentamiento global.

Desde el punto de vista estratégico, el Proyecto Respira São Paulo fue concebido tanto para proveer herramientas estructurales para la mejoría de la gestión de la calidad del aire, como para promover acciones directas e indirectas de control de las fuentes de polución del aire. En el primero caso, se puede destacar: mejoría del inventario de emisiones, ampliación de la red de monitoreo de la calidad del aire, elaboración de escenarios con estimativas de las reducciones de emisiones resultantes de acciones de control, introducción de nuevos dispositivos legales, entre otras acciones.

### 2.2.1 Operación Invierno

A partir del 2007, la Operación Invierno fue incorporada al Respira São Paulo, lo que posibilitó la ampliación de las actividades. Se destacan aquí las megaoperaciones de fiscalización de emisión de humo negro, realizados simultáneamente en diversas rutas del estado por los agentes de la Cetesb, en colaboración con las Policías Militar, Caminera y Ambiental. Fueron distribuidos millones de folletos de orientación a los conductores en los peajes, *shopping-centers*, estacionamientos y talleres, incentivando la realización del regulado de los motores y la consecuente reducción de la emisión de contaminantes. Paralelamente, los folletos in-

centivan a la población a denunciar vehículos con exceso de humo negro. Para atender a una demanda que aumentó cerca de 10 veces, fue instalado un novo sistema de atención telefónica (Llame Humo Negro) y un sistema para recepción de denuncias por la Internet. Otra innovación fue la implementación de un programa de incentivo al mantenimiento de los vehículos, permitiendo un descuento de un 90% del valor de la multa recibida por el vehículo. Los principales resultados obtenidos en las últimas Operaciones Invierno son demostrados en el Cuadro 2.3.

**Cuadro 2.3 Principales actividades realizadas en el ámbito de la Operación Invierno en el estado de São Paulo en el período del 2005 al 2009**

Acción	2005	2006	2007	2008	2009
Multas de las operaciones	145	320	2.322	1.628	2.965
Operaciones de fiscalización	3	7	13	18	4
Megaoperaciones	0	0	3	3	2
Vehículos Inspeccionados	84	300	438	461	ND

ND: No disponible.

Fuente: Elaborado por Cetesb<sup>145</sup>.

### 2.2.2 Monitoreo de la Calidad del Aire

La red de monitoreo de calidad del aire de la Cetesb genera informaciones que son disponibilizadas a la población en tiempo real, colaboran con el licenciamiento ambiental, los programas de control de las fuentes de emisión, la planificación y gestión de la calidad del aire, además de estudios epidemiológicos. En el 2008, fueron instaladas 12 nuevas estaciones automáticas, un aumento de cerca del 30% en la red de monitoreo, lo que permitió una mejor evaluación de la calidad del aire en otras áreas del estado, notadamente en las regiones oeste y noroeste, acompañando la expansión del sector sucroalcoholero. También fueron instaladas estaciones donde datos anteriores mostraban la necesidad de un acompañamiento más sistemático por parte de la Cetesb.

En el 2009 fue lanzado un nuevo sistema en ambiente *web* (sistema *qualar*), para disponibilización de las informaciones de la calidad del aire medidas por las redes de monitoreo de la Cetesb.

### 2.2.3 Operación Rotación

La rotación municipal de vehículos de São Paulo, también llamada como Operación Horario de Pico por la Compañía de Ingeniería de Tránsito - CET, es una restricción a la circulación de vehículos automotores en la ciudad de São Paulo.

<sup>145</sup> Datos provenientes de la Compañía Ambiental del Estado de São Paulo - Cetesb, para elaboración de la Segunda Comunicación Nacional de Brasil a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Implantada en 1997 con el propósito de mejorar las condiciones ambientales reduciendo la carga de contaminantes en la atmósfera, inmediatamente pasó a reducir el congestionamiento en las principales avenidas de la ciudad en los horarios de mayor movimiento. Sin embargo, los congestiones de la ciudad continúan empeorando, con un record histórico de 266 km de embotellamiento alcanzado en abril del 2008. La situación está agravada por el acelerado y continuo crecimiento de la flota vehicular, un reflejo del dinamismo económico de la ciudad. Para mitigar sus efectos en el tránsito y en la calidad del aire de la ciudad, el Gobierno Municipal de São Paulo extendió la rotación para la circulación de los camiones a partir del día 30 de junio del 2008. La rotación no se aplica a toda la ciudad, siendo limitada a una región denominada "Centro Expandido", que es delimitado por un conjunto de avenidas<sup>146</sup>.

La restricción de circulación alcanza a vehículos particulares y de empresas de cualquier ciudad, exceptuándose aquellos que realizan funciones esenciales, transporte urbano y escolar, atención médica, que transporten productos perecibles, personas portadoras de deficiencia física o conducidos por estas últimas, y es aplicada de acuerdo a una escala y en dos franjas de horario del día: de las 7 a las 10 horas y de las 17 a las 20 horas.

La escala determina en que días de la semana determinados vehículos no pueden circular. Esta escala es regida por el último dígito de la placa de registro del vehículo. Los conductores que son sorprendidos violando la restricción de circulación son multados, además de perder puntos en el registro de habilitación para conducir.

## 2.3 El Papel de la Energía Nuclear en la Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Brasil

### 2.3.1 El Sector Energético Brasileño y la Energía Nuclear

La instalación de usinas nucleares en territorio nacional fue decidida hacia el final de la década de 1960. Con esas usinas, el Gobierno Federal pretendía adquirir conocimiento sobre la nueva tecnología que se expandía rápidamente por el mundo y, al mismo tiempo, resolver un problema localizado: la necesidad de la complementación térmica para el abastecimiento de electricidad en Rio de Janeiro.

<sup>146</sup> Las avenidas Marginal del Rio Tietê, Marginal del Rio Pinheiros, Avenida dos Bandeirantes, Avenida Afonso D' Escagnole Taunay, Complexo Viário Maria Maluf, Avenida Presidente Tancredo Neves, Avenida das Juntas Provisorias, Viaduto Grande São Paulo, Avenida Professor Luís Inácio de Anhaia Melo y Avenida Salim Farah Maluf.

La construcción de la Usina Angra 1 tuvo inicio en 1972, con tecnología de la norteamericana *Westinghouse* adquirida en sistema *turn key* (sin transferencia tecnológica). Tres años después, en 1975, el país firmó, con la República Federal de Alemania, el Acuerdo de Cooperación para el Uso Pacífico de la Energía Nuclear. En julio del mismo año, adquirió las usinas de Angra 2 y Angra 3 de la empresa *Kraftwerk Union A.G. - KWU*, subsidiaria de la *Siemens*, también alemana. El contrato preveía la transferencia parcial de tecnología.

Angra 1, con una potencia instalada de 640 MW, entró en operación comercial en 1985. Angra 2, con una potencia instalada de 1.350 MW, en el 2000. La construcción de Angra 3, también con 1.350 MW, por una serie de razones, fue paralizada durante muchos años. Considerando la necesidad de diversificación de las fuentes primarias de energía en el país, el Consejo Nacional de Política Energética - CNPE aprobó la propuesta de retomada y conclusión de la usina nuclear de Angra 3. Actualmente, su construcción está incluida en el Plan Decenal de Expansión de Energía Eléctrica 2019, teniendo en cuenta que, en el 2008, el Ibama expidió la licencia previa, autorizando así la retomada de las obras. Se estima que Angra 3 deberá entrar en operación en el 2015, con un precio proyectado por el MME para el MWh a ser producido por la usina, que será competitivo en relación al precio medio del MWh producido por usinas térmicas.

En el 2009, la generación nuclear de 13 TWh fue responsable por el 2,6% de la oferta total de energía eléctrica de Brasil (505,8 TWh). Aunque con una participación modesta en la generación de energía eléctrica, considerando el escenario nacional, las usinas nucleares actualmente en operación son responsables por más del 50% de la energía consumida en el estado de Rio de Janeiro, que es un importante estado del país en términos de formación del PBI. En el 2019, con el aumento previsto, la energía nuclear mantendrá la participación del 1,9% en la potencia instalada nacional, prevista para llegar a 178 GW.

### 2.3.2 Aspecto Institucional del Sector Nuclear

En 1997, el área nuclear de Furnas, empresa responsable por la mayor parte del abastecimiento de electricidad en la región más desarrollada de Brasil, se fundió con la empresa estatal de ingeniería Nuclebras Ingeniería - Nuclen, responsable por el proyecto, gerenciamiento de la construcción y licitación de equipamientos para usinas nucleares. La nueva empresa, llamada Eletrobras Termonuclear S.A. - Eletronuclear, es responsable por el proyecto, licitación, acompañamiento de equipamientos nacionales y extranjeros, gerenciamiento de construcción, montaje y comisionamiento de usinas nucleares, además de ser la única propietaria y operadora de usinas nucleares en el país. Es responsable

también por la adquisición del *know-how* necesario y por la promoción de la industria privada.

Otros actores del sector nuclear son la Eletrobras, responsable por la coordinación y financiamiento del programa eléctrico en el país; la Comisión Nacional de Energía Nuclear - CNEN, la autoridad de licenciamiento; las Industrias Nucleares de Brasil - INB, proveedora de combustible; la Nuclebras Equipamientos Pesados S.A. - NUCLEP, fabricante brasileña de componentes pesados; las empresas privadas brasileñas de ingeniería y los proveedores privados brasileños de equipamiento mecánico y eléctrico.

### 2.3.3 La Contribución de la Energía Nuclear en la Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

La energía nuclear es la única tecnología energética que trata, gerencia, contiene y aísla sus residuos para proteger completamente la salud humana y el medio ambiente. Las soluciones para la deposición final de residuos radioactivos de niveles bajo, mediano y alto existen y están en uso en varios países .

Además, las tecnologías de gerenciamiento y de disposición de residuos están en continuo avance, incluyendo el reciclaje de combustible. La implementación de esas tecnologías perfeccionadas podría ayudar a aumentar la aceptación pública de la energía nuclear. Inclusive, debido al hecho de que la energía nuclear es una forma altamente concentrada de energía, las usinas de energía nuclear y las instalaciones de ciclo del combustible no precisan grandes áreas. Así, el impacto ambiental de la energía nuclear sobre la tierra, los bosques y las aguas, es mínimo y no requiere la erradicación de grandes poblaciones.

Debido al aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, gobiernos y empresas en todo el mundo están considerando cada vez más la posibilidad de construir un número substancial de nuevas usinas nucleares.

La evaluación del impacto de la introducción de la energía nuclear en Brasil en la emisión de gases de efecto invernadero debe ser hecha en comparación a la situación que existiría en caso de que esa fuente de energía no estuviese disponible. Así, esta evaluación, como cualquier otra evaluación de sustitución, adopta una hipótesis de cuál sería el escenario existente en ausencia de la alternativa implementada (comunmente llamada como "línea de base").

A pesar de la fuerte predominancia de la energía hidroeléctrica en la generación de electricidad en Brasil, se verifi-

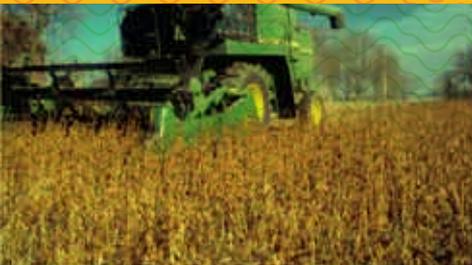
có, a partir de la segunda mitad de la década de 1990, un aumento en términos absolutos y relativos de la participación de las térmicas. Fue en ese cuadro de crecimiento de la participación de la energía térmica en la generación de electricidad, que la energía nuclear pasó a tener un papel más importante en esa generación. Ese hecho justifica el uso de las térmicas existentes para estimar el impacto en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> debido al uso de energía nuclear, ya que la probable alternativa en su ausencia sería el incremento de la participación de las térmicas para suplir la energía eléctrica necesaria. Se adoptó, así, la hipótesis de que la energía nuclear, en caso de que fuese una opción existente, sería substituida por otros combustibles fósiles usados en la generación térmica en centrales de servicio público a cada año.

De 1984 (año en que Angra 1 comenzó a generar electricidad) al 2009 fueron generados 152 TWh de origen nuclear, energía equivalente a 32,7 millones tep, considerándose una eficiencia térmica del 40%. Asumiendo la hipótesis de que esa energía haya sido generada por medio del carbón mineral, el uso de energía nuclear en Brasil habría evitado la emisión de 127 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, montante correspondiente al 37% de las emisiones totales por el uso de energía en el 2009.

Por lo expuesto, se debe vislumbrar el uso de la energía nuclear como una opción a ser considerada para la producción de energía con baja emisión de gases de efecto invernadero.







# Capítulo 3

Integración de las Cuestiones sobre Cambio Climático en la Planificación a Mediano y Largo Plazo



### 3 Integración de las Cuestiones sobre Cambio Climático en la Planificación a Mediano y Largo Plazo

Los programas descritos en esta sección, en la mayoría de los casos, no tiene como objetivo directo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, pero podrán tener efectos sobre las emisiones provenientes de diferentes fuentes.

#### 3.1 Legislación Ambiental Brasileña

La Constitución Federal promulgada en 1988 representó un significativo progreso para el área ambiental al dedicar, de forma inédita, un capítulo especial para el medio ambiente, y al incluir la defensa de éste entre los principios de orden económico, se buscó articular la promoción del crecimiento socioeconómico con la necesaria protección y preservación ambiental.

Así, el art. 225 de la Constitución Federal, que trata sobre medio ambiente, establece que: "Todos tienen derecho a un medio ambiente ecológicamente equilibrado, bien de uso común del pueblo y esencial a la sana calidad de vida, imponiéndose al Poder Público y a la colectividad el deber de defenderlo y preservarlo para las presentes y las futuras generaciones." De esa forma, el medio ambiente está caracterizado como un derecho inherente de cada individuo y de toda la sociedad, cabiéndole al Poder Público y a la colectividad, indistintamente, el deber de preservar y de garantizar el equilibrio ambiental.

Además de las medidas y providencias que le incumben tomar al Poder Público, la Constitución Federal impone conductas a aquellos que puedan directa o indirectamente generar daños al medio ambiente. Paralelamente, la Constitución<sup>147</sup> declara al Bosque Amazónico brasileño, a la Mata Atlántica, a la Sierra del Mar, al Pantanal de Mato Grosso y a la Zona Costera, como patrimonio nacional, disponiendo que su utilización sea hecha en la forma establecida por la ley, dentro de las condiciones que garanticen la preservación del medio ambiente.

A pesar de que la Constitución da una especial atención a las actividades preventivas, también hace referencia a las medidas represivas. El párrafo 3° del artículo 225 prevé sanciones penales y administrativas a los infractores, perso-

147 Párrafo 4° del artículo 225.

nas físicas o jurídicas, cuyas conductas o actividades sean consideradas como lesivas al medio ambiente, independientemente de la obligación de reparar los daños causados.

En 1996 hubo una importante alteración del Código Forestal<sup>148</sup>. Esa alteración, por medio de medida provisoria, trata sobre la prohibición del incremento de la conversión de áreas forestales en áreas agrícolas en la región Norte y en la parte norte de la región Centro-Oeste. La nueva redacción del artículo 44 del Código Forestal dispone que en esas regiones la explotación a corte raso solo sea permitida siempre y cuando se permanezca con una cobertura arbórea de, por lo menos, un 50% del área de cada propiedad. Además, de acuerdo a la nueva redacción adoptada, en las propiedades donde la cobertura arbórea esté conformada por fitofisionomías forestales, no será admitido el corte raso en, por lo menos, un 80% de esas topologías forestales. La medida provisoria arriba mencionada viene siendo reeditada desde entonces<sup>149</sup>.

En el 2000, el Sistema Nacional de Unidades de Conservación - SNUC<sup>150, 151</sup>, actualizó el concepto de unidad de conservación, introduciendo la cuestión social y el uso para otros fines. La importancia de la definición de un Sistema Nacional de Unidades de Conservación está en la uniformización y consolidación de criterios para el establecimiento y la gestión de esas unidades, posibilitando, con eso, una mejor gestión del patrimonio ambiental brasileño.

Fueron priorizados los aspectos relacionados a las concesiones forestales y a la destinación de bosques públicos a las comunidades<sup>152</sup>, creando así la base legal para la preparación de las concesiones en el menor espacio de tiempo posible. La reglamentación incluye el Registro Nacional de Bosques Públicos, gerenciado por el Servicio Forestal, e interconectado al Sistema Nacional de Registro Rural. El Registro Nacional integra los registros de bosques públicos de

148 La Medida Provisoria n° 1.511, del 26 de julio de 1996, le dio nueva redacción al artículo 44 de la Ley n° 4.771, del 15 de septiembre de 1965.

149 Otra Medida Provisoria también altera significativamente los artículos 1°, 4°, 14°, 16° y 44°, y agrega dispositivos a la Ley n° 4.771, del 15 de septiembre de 1965, que instituye el Código Forestal, así como altera el artículo 10° de la Ley n° 9.393, del 19 de diciembre de 1996, que dispone acerca del impuesto sobre la propiedad territorial rural - ITR, y da otras providencias. Tal medida provisoria dispone que los bosques y otras formas de vegetación nativa, excluidas las situadas en área de preservación permanente, así como aquellas no sujetas al régimen de utilización limitada u objeto de legislación específica, están abiertas a ser suprimidas, siempre y cuando sean mantenidas, a título de reserva legal, un mínimo del 80% en la propiedad rural situada en área de bosque localizada en la Amazonia Legal (para las otras regiones, el porcentaje del área a ser mantenida también es determinado). La vegetación de la reserva legal no puede ser suprimida, pudiendo apenas ser utilizada bajo el régimen de manejo forestal sustentable, de acuerdo a los principios y criterios técnicos y científicos establecidos en la legislación vigente. La medida provisoria también reglamenta la conducta del propietario o poseedor de inmueble rural con área de bosque nativo, natural, primitivo o regenerado.

150 Vide en esta Parte, sección 3.11, sobre el SNUC.

151 Ley n° 9.985, del 18 de julio del 2000.

152 Decreto n° 6.063, del 20 de marzo del 2007.

los estados y municipios, el Registro de Tierras Indígenas, y el Registro Nacional de Unidades de Conservación. También están incluidos los bosques localizados en áreas de la Unión, autarquías, fundaciones, empresas públicas y sociedades de economía mixta ya matriculadas o en proceso de recaudación. Las áreas militares son incluidas mediante autorización del Ministerio de Defensa. El registro contiene informaciones suficientes sobre esos bosques para facilitar su gestión, incluyendo su delimitación geográfica, tipo de bosque, existencia de conflictos y también eventuales recomendaciones de uso ya formuladas por el Zoneamiento Ecológico Económico - ZEE.

La legislación brasileña referente a la defensa del medio ambiente está compuesta por numerosas leyes esparcidas. En este documento, en otras secciones, diversos instrumentos legales son citados en relación a asuntos específicos. Ese fenómeno, como en casi todas las áreas del derecho, deriva, entre otros motivos, de los diferentes momentos políticos e institucionales que han marcado la historia reciente del país.

En síntesis, es reconocido que la legislación ambiental brasileña es una de las más avanzadas del mundo, incorporando en el plan jurídico directrices claras para la búsqueda de un desarrollo sustentable, a pesar de que haya dificultades institucionales y administrativas para su amplia implementación.

Sin embargo, debe reconocerse que, en muchos casos, tal legislación no es aplicada de forma correcta. Hay, en cierta medida, dificultades, en un país de dimensiones continentales, para controlar factores que impulsan el desarrollo económico y que se alejan del desarrollo sustentable.

### 3.2 Agenda 21 Brasileña

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo - Río-92 -, fue un marco histórico, teniendo en vista que representó un esfuerzo planetario para el establecimiento de nuevas directrices de desarrollo que se pautasen a partir de la protección ambiental, la justicia social y la eficiencia económica. Esta conferencia tuvo como resultado cinco documentos: la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo, la Agenda 21, la Declaración de Principios sobre el Uso de Bosques, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

La Declaración de Río reúne un conjunto de directrices adoptadas por consenso por dirigentes de todo el mundo, con el propósito de garantizar el desarrollo en bases

sustentables para el próximo siglo. Debe entenderse como desarrollo sustentable "al desarrollo que satisface las necesidades presentes, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para suplir sus propias necesidades"<sup>153</sup>.

La Agenda 21, así, muestra las estrategias para perseguir el desarrollo sustentable, recomendando acciones, actores, colaboraciones, metodologías y mecanismos institucionales necesarios para su implementación y monitoreo.

La tónica de los debates en la formulación de la Agenda no se basó apenas en estrategias globales, sino que buscó un enfoque simultáneamente global y local. Las estrategias esbozadas en la Agenda 21 para la solución de los problemas combinan cooperación descentralizada y acción localizada, por medio de la implementación de políticas y programas que movilicen al mismo tiempo a instituciones locales, nacionales, regionales e internacionales.

Considerando la necesidad de establecer prioridades específicas de desarrollo, los países signatarios de los acuerdos resultantes de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo asumieron el compromiso de elaborar e implementar sus respectivas Agendas 21 nacionales.

Las Agendas 21 nacionales tienen como objetivo elaborar los parámetros de una estrategia para el desarrollo sustentable, definiendo las prioridades nacionales y viabilizando el uso sustentable de los recursos naturales. Deben llevarse en consideración las ventajas comparativas de cada país para producir de forma más eficiente los bienes y servicios para la sociedad, así como las fragilidades ambientales específicas.

En Brasil, en el inicio de 1997, se buscó la instalación de una comisión orientada al desarrollo sustentable y vinculada a la Cámara de Políticas de los Recursos Naturales del Consejo del gobierno. Ese nuevo arreglo institucional tenía como objetivo aglutinar, alrededor de la Presidencia de la República, la coordinación de los varios órganos y entidades gubernamentales comprometidos directamente con la elaboración de la Agenda 21 Nacional.

Así, fue creada la Comisión de Políticas de Desarrollo Sustentable y de la Agenda 21 Nacional - CPDS<sup>154</sup>, en el ámbito de la Cámara de Políticas de los Recursos Naturales, con la finalidad de proponer estrategias de desarrollo sustentable y coordinar, elaborar e implementar aquella Agenda.

<sup>153</sup> Definición utilizada en el documento *Nuestro Futuro Común*, 1987, conocido con el Informe Brundtland, elaborado por la Comisión sobre Medio Ambiente y Desarrollo, creada por las Naciones Unidas y presidida por la entonces Primera Ministra de Noruega, Gro-Brundtland.

<sup>154</sup> Decreto del 26 de febrero de 1997

La primera fase de la Agenda 21 nacional fue la construcción del documento Agenda 21 Brasileña. Ese proceso, que se dio de 1996 al 2002, fue coordinado por la CPDS, involucrando a cerca de 40.000 personas de todo Brasil.

La Agenda 21 Brasileña fue concluida en el 2002. A partir del 2003, la Agenda 21 Brasileña no solamente entró en la fase de implementación, asistida por la CPDS, sino que también fue elevada por el gobierno a la calidad de Programa del Plan Plurianual - PPA<sup>155</sup> 2004-2007. El programa Agenda 21, en el ámbito del PPA, fue compuesto por tres acciones estratégicas realizadas con la sociedad civil: implementar la Agenda 21 Brasileña; elaborar e implementar las Agendas 21 Locales; y la formación continuada en Agenda 21. La prioridad fue orientar para la elaboración e implementación de Agendas 21 Locales con base en los principios de la Agenda 21 Brasileña que, en consonancia con la Agenda global, reconoció la importancia del nivel local en la concretización de políticas públicas sustentables.

La Agenda 21 también fue incluida en el PPA 2008-2011, fundamentada en la ejecución de tres acciones finalísticas: elaboración e implementación de las Agendas 21 Locales; formación continuada en Agenda 21 Local; y fomento a proyectos de Agendas 21 Locales (por medio del FNMA).

### 3.3 Plan Nacional sobre Cambio Climático

Aunque Brasil no tenga compromisos cuantificados de limitación o reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, de acuerdo al régimen multilateral de cambio climático, el país no se omite y está actuando de forma decisiva, contribuyendo concretamente a la lucha contra el cambio del clima. Conforme es relatado en esta Comunicación Nacional, son varios los programas gubernamentales y las iniciativas en Brasil que están acarreado reducciones importantes de las emisiones de gases de efecto invernadero, algunos de los cuales son responsables por el hecho de que Brasil tenga una matriz energética limpia, comparativamente a la de los demás países, con bajos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de energía producida o consumida. Brasil avanza, cada vez más, en el sentido de contemplar los compromisos voluntarios que re-

presentan una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero o una protección de sumideros.

En ese sentido, con la intención de que eso fuese hecho de forma ordenada, en el 2007 el Presidente de la República colocó en la pauta de actividades del gobierno la elaboración de un plan, inicialmente denominado "Plan de Acción Nacional de Enfrentamiento de los Cambios Climáticos", orientado a estructurar y coordinar las acciones de gobierno concernientes a las repercusiones del calentamiento global derivado de las actividades antrópicas.

Como forma de atender esa demanda, la Secretaría Ejecutiva del Fórum Brasileño de Cambios Climáticos - FBCC<sup>156</sup> promovió diversas reuniones que culminaron con la elaboración de un documento de referencia intitulado "Propuesta del FBCC para el Plan de Acción Nacional de Enfrentamiento de los Cambios Climáticos", el cual fue entregado al Presidente de la República.

En el 2007, el gobierno creó el Comité Interministerial sobre Cambio Climático - CIM, coordinado por la Casa Civil de la Presidencia de la República, con la función de elaborar la Política Nacional sobre Cambio Climático y el Plan Nacional sobre Cambio Climático.

La responsabilidad por la elaboración, implementación, monitoreo y evaluación del Plan Nacional sobre Cambio Climático quedó a cargo del Grupo Ejecutivo sobre Cambio Climático - Gex, coordinado por el Ministerio de Medio Ambiente, subordinado al CIM. Como resultado del trabajo del GEx, se envió al Poder Legislativo la propuesta de la Política Nacional sobre Cambio Climático<sup>157</sup>.

Otro resultado práctico de los trabajos do GEx fue la minuta del Plan Nacional sobre Cambio Climático. En su fase inicial de elaboración, fueron enviados cuestionarios-consulta a los ministerios que componen el CIM con el objetivo de reunir las acciones que ya fueron puestas en práctica por cada uno de ellos y sus entidades vinculadas, como programas y proyectos que contribuyen a evitar el cambio del clima.

El proceso incluyó consultas públicas de extrema relevancia: la III Conferencia Nacional de Medio Ambiente<sup>158</sup> y las

<sup>156</sup> Vide Parte IV sección 3.3, sobre el Fórum Brasileño de Cambios Climáticos.

<sup>157</sup> Proyecto de Ley nº 3535, del 10 de junio del 2008. Tal proyecto se tornó la base para las negociaciones en el Congreso Nacional que tuvieron como resultado la Ley nº 12.187, sancionada por el Presidente de la República el 29 de diciembre de 2009, como será detallado en la próxima sección.

<sup>158</sup> Las Conferencias Nacionales de Medio Ambiente hacen parte de la política del Gobierno Federal de movilización social en los procesos de toma de decisión. Estas vienen siendo realizadas desde el 2003, cuando fue realizada la I Conferencia Nacional de Medio Ambiente, configurándose como fuente de legitimación social y de estabilidad democrática.

<sup>155</sup> El Plan Plurianual, en Brasil, - previsto en el artículo 165 de la Constitución Federal, y reglamentado por el Decreto 2.829, del 29 de octubre de 1998 - establece las medidas, gastos y objetivos a ser seguidos por el Gobierno Federal a lo largo de un período de cuatro años. Es aprobado por ley quadrienal, sujeta a plazos y ritos diferenciados de tramitación. Tiene vigencia desde el segundo año de un mandato presidencial hasta el final del primer año del mandato siguiente. También prevé la actuación del gobierno, durante el período mencionado, en programas de duración continuada ya instituidos o a instituir a mediano plazo.

reuniones del Fórum Brasileño de Cambios Climáticos, denominadas "Diálogos Sectoriales"<sup>159</sup>.

El objetivo general del Plan Nacional sobre Cambio Climático es identificar, planificar y coordinar las acciones y medidas que puedan ser emprendidas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en Brasil, así como otras acciones necesarias para la adaptación de la sociedad a los impactos que ocurren debido al cambio climático. El Plan debe ser constantemente guiado por la Política Nacional de Cambios Climáticos.

### 3.4 Política Nacional sobre Cambio Climático - PNCC

En el 2009 fue instituida la Política Nacional sobre Cambio Climático - PNCC<sup>160</sup>, estableciendo sus principios, objetivos, directrices e instrumentos.

La Política Nacional sobre Cambio Climático - PNCC busca, entre otros puntos, la compatibilización del desarrollo económico-social con la protección del sistema climático; la reducción de las emisiones antrópicas de gases de efecto invernadero en relación a sus diferentes fuentes; el fortalecimiento de las remociones antrópicas por sumideros de gases de efecto invernadero en el territorio nacional; y la implementación de medidas para promover la adaptación al cambio climático por las 3 (tres) esferas de la Federación, con la participación y la colaboración de los agentes económicos y sociales interesados o beneficiarios, en particular aquellos especialmente vulnerables a sus efectos adversos.

Los objetivos de la Política Nacional sobre Cambio Climático deben estar en consonancia con el desarrollo sustentable, con el fin de buscar el crecimiento económico, la erradicación de la pobreza y la reducción de las desigualdades sociales.

Son considerados como instrumentos de la Política Nacional sobre Cambio Climático: el Plan Nacional sobre Cambio Climático; el Fondo Nacional sobre Cambio Climático<sup>161</sup>; los Planes de Acción para la prevención y control de la deforestación en los biomas; la Comunicación Nacional de Brasil para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, de acuerdo a los criterios establecidos

por la Convención y por las Conferencias de las Partes; las resoluciones de la Comisión Interministerial de Cambio Global del Clima<sup>162</sup>; las medidas fiscales y tributarias destinadas a estimular la reducción de las emisiones y la remoción de gases de efecto invernadero, incluyendo alícuotas diferenciadas, exenciones, compensaciones e incentivos, a ser establecidos en ley específica; las líneas de crédito y financiamiento específicas de los agentes financieros públicos y privados; el desarrollo de líneas de investigación por agencias de fomento; las dotaciones específicas para acciones en cambio climático en el presupuesto de la Unión; los mecanismos financieros y económicos referentes a la mitigación del cambio climático y a la adaptación a los efectos del cambio climático que existan en el ámbito de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y del Protocolo de Kyoto; y los mecanismos financieros y económicos, en el ámbito nacional, referentes a la mitigación y a la adaptación al cambio del clima<sup>163</sup>.

Son también instrumentos de la PNCC las medidas existentes, o a ser creadas, que estimulen el desarrollo de procesos y tecnologías, que contribuyan a la reducción de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero, así como a la adaptación, entre las cuales está el establecimiento de criterios de preferencia en las licitaciones y concursos públicos, estando ahí comprendidas las sociedades público-privadas y la autorización, permiso, otorgamiento y concesión para la explotación de servicios públicos y recursos naturales, para las propuestas que posibiliten una mayor economía de energía, agua y otros recursos naturales, y una reducción de la emisión de gases de efecto invernadero y de residuos.

Los instrumentos institucionales para implementar la Política Nacional de Cambio Climático incluyen:

- I - el Comité Interministerial sobre Cambio Climático<sup>164</sup>;
- II - la Comisión Interministerial de Cambio Global del Clima;
- III - el Fórum Brasileño de Cambio del Clima;
- IV - la Red Brasileña de Investigaciones sobre Cambios Climáticos Globales - Red Clima<sup>165</sup>;
- V - la Comisión de Coordinación de las Actividades de Meteorología, Climatología e Hidrología.

<sup>159</sup> En los diálogos sectoriales realizados en esta primera fase del Plan, fueron escuchados diversos sectores de la sociedad, como, por ejemplo, la industria, la silvicultura, el sector financiero, la agricultura, el sector de bosques y cambio del uso de la tierra, el movimiento municipalista, además de la sociedad civil y las ONGs.

<sup>160</sup> Por medio de la Ley n° 12.187, del 29 de diciembre del 2009, sancionada por el Presidente de la República.

<sup>161</sup> Vide en esta Parte la sección 3.14.3, sobre FNCC.

<sup>162</sup> Vide Parte I sección 3.1.3, sobre la Comisión Interministerial de Cambio Global del Clima.

<sup>163</sup> Vide en esta Parte la sección 3.14, sobre Medidas de Carácter Financiero y Tributario.

<sup>164</sup> Vide Parte I sección 3.1.4, relativa al Comité Interministerial sobre Cambio Climático.

<sup>165</sup> Vide Parte IV sección 4.4, sobre la Red Brasileña de Investigaciones sobre Cambios Climáticos Globales - Red Clima.

Las instituciones financieras oficiales disponibilizarán líneas de crédito y financiamiento específicas para desarrollar acciones y actividades que atiendan a los objetivos de la ley sobre Cambio Climático y estén orientadas a inducir la conducta de los agentes privados a la observancia y ejecución de la PNCC, en el ámbito de sus acciones y responsabilidades sociales.

Los principios, los objetivos, las directrices y los instrumentos de las políticas públicas y programas gubernamentales deberán compatibilizarse con los principios, los objetivos, las directrices y los instrumentos de la Política Nacional sobre Cambio Climático.

Conforme fue anunciado por el Presidente de la República durante el Segmento de Alto Nivel de la 15ª Conferencia de las Partes de la Convención - COP-15, y de la 5ª Conferencia de las Partes sirviendo como Reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto - CMP-5, realizadas en Copenhague, el texto de la ley dispone que, para alcanzar los objetivos de la PNCC, el país adoptará, como compromiso nacional voluntario, acciones de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, con el objetivo de reducir sus emisiones proyectadas entre un 36,1% y un 38,9% hasta el año 2020.

En ese sentido, el Gobierno de Brasil le comunicó al Secretariado de la Convención, en enero del 2010, las acciones de mitigación nacionalmente apropiadas que desea emprender, para la información de las Partes a ese instrumento internacional. Tales acciones son las siguientes:

- Reducción de la deforestación en la Amazonia (amplitud de reducción estimada: 564 millones de toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> en el 2020);
- Reducción de la deforestación en el *Cerrado* (amplitud de reducción estimada: 104 millones de toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> en el 2020);
- Recuperación de pastos (amplitud de reducción estimada: 83 a 104 millones de toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> en el 2020);
- Integración plantío-pecuaria (amplitud de reducción estimada: 18 a 22 millones de toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> en el 2020);
- Plantío directo (amplitud de reducción estimada: 16 a 20 millones de toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> en el 2020);
- Fijación biológica de N<sub>2</sub> (amplitud de reducción estimada: 16 a 20 millones de toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> en el 2020);

- Eficiencia energética (amplitud de reducción estimada: 12 a 15 millones de toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> en el 2020);
- Incremento del uso de biocombustibles (amplitud de reducción estimada: 48 a 60 millones de toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> en el 2020);
- Expansión de la oferta de energía por usinas hidroeléctricas (amplitud de reducción estimada: 79 a 99 millones de toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> en el 2020);
- Fuentes alternativas de energía (amplitud de reducción estimada: 26 a 33 millones de toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> en el 2020); y
- Siderurgia (substitución del carbón proveniente de la deforestación por carbón de bosques plantados) (amplitud de reducción estimada: 8 a 10 millones de toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> en el 2020).

Debe resaltarse la naturaleza voluntaria de las acciones indicadas, destacando además que las mismas serán implementadas de acuerdo a los principios y disposiciones de la Convención, en particular con el artículo 4º párrafo 1º, artículo 4º párrafo 7º, artículo 12º párrafo 1º(b), artículo 12º párrafo 4º, y artículo 10º párrafo 2º(a). No está excluido el uso del MDL del Protocolo de Kyoto.

LA PNCC dispone que la proyección de las emisiones para el 2020, así como el detalle de las acciones para alcanzar el objetivo de reducción arriba mencionado, serán dispuestos por decreto, teniendo como base el segundo Inventario Brasileño de Emisiones Antrópicas por Fuentes y Remociones por Sumideros de Gases de Efecto Invernadero no Controlados por el Protocolo de Montreal<sup>166</sup>.

En el 2010 se iniciaron las medidas para la implementación de la PNCC, buscando establecer los siguientes planes sectoriales para alcanzar el objetivo expresado en la PNCC en relación a las acciones de mitigación:

- Plan de Acción para la Prevención y Control de la Deforestación en la Amazonia Legal;
- Plan de Acción para la Prevención y Control de la Deforestación en el *Cerrado*;
- Energía;
- Agropecuaria;
- Substitución del Carbón de Deforestación utilizado en el ámbito de la Siderurgia, por Bosques Plantados.

166 Vide Parte II

## 3.5 Política de Ciencia, Tecnología e Innovación - CT&I y Cambio Climático

### 3.5.1 Plan de Acción 2007-2010: Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Nacional y el Cambio Climático

El MCT, en sintonía con el Gobierno Federal, elaboró y presentó a la comunidad científica, tecnológica y empresarial, así como a la sociedad brasileña como un todo, su Plan de Acción para el período 2007-2010, intitulado “Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo”.

El principal objetivo del plan es definir un amplio espectro de iniciativas, acciones y programas que posibiliten tornar más decisivo el papel de la ciencia, la tecnología y la innovación - C,T&I en el desarrollo sustentable del país. Varias de las iniciativas previstas están orientadas a estimular a las empresas para incorporar las actividades de investigación, desarrollo e innovación - P,D&I.

El Plan de Acción fue dividido en prioridades que están directamente relacionadas a los cuatro ejes estratégicos que nortean la actual Política Nacional de C,T&I:

- Eje I: Expansión y Consolidación del Sistema Nacional de C,T&I;
- Eje II: Promoción de la Innovación Tecnológica en las Empresas;
- Eje III: Investigación, Desarrollo e Innovación en Áreas Estratégicas;
- Eje V: C,T&I para el Desarrollo Social.

Dentro del contexto del eje III: Investigación, Desarrollo e Innovación en Áreas Estratégicas, fue incluido un programa para el área de cambio climático, denominado “Programa Nacional de Cambios Climáticos”, que tiene como objetivo expandir la capacidad científica, tecnológica e institucional de Brasil en el área de cambio global del clima, para ampliar el conocimiento sobre la cuestión, identificar los impactos sobre el país, y subsidiar políticas públicas de enfrentamiento al problema en el plano nacional e internacional. Para tanto, fueron establecidas acciones específicas para la implementación durante el período 2007 - 2010, y una de esas acciones está direccionada al apoyo directo para la preparación de la Segunda Comunicación Nacional de Brasil.

El Plan de Acción 2007-2010 asignó recursos por un valor cercano a R\$ 179 millones, oriundos del gobierno y de la iniciativa privada, a ser destinados al área de cambio climático,

dentro del Programa Nacional de Cambios Climáticos, lo que demuestra la importancia del tema para el gobierno brasileño. La mayor parte de esos recursos fue destinada a la adquisición de una nueva supercomputadora del INPE<sup>167</sup>, así como para la expansión de la capacidad científica, tecnológica e institucional de Brasil en el área de cambio climático.

### 3.5.2 Programa de Meteorología y Cambios Climáticos en el Ámbito del Plan Plurianual (2008-2011) del Gobierno Federal

La Ciencia, la Tecnología y la Innovación - CT&I, son cuestiones de Estado que superan a los gobiernos y deben ser tratadas como compromisos que se transfieren de un período gubernamental a otro. Por su propia naturaleza, las políticas públicas del área son desarrolladas en varios ministerios. Para coordinar y dar la necesaria unicidad a estas actividades, el gobierno utiliza la elaboración de planes que compatibilicen las diversas líneas de acción, que señalen los instrumentos para su ejecución y que presenten las directrices que deben ser seguidas.

El desarrollo con distribución de la riqueza y educación de calidad son prioridades centrales del Gobierno Federal, y muchos de los resultados alcanzados en relación a esas prioridades son reflejo del Programa de Aceleración del Crecimiento - PAC<sup>168</sup>, del Plan de Desarrollo de la Educación - PDE, y de las demás políticas implementadas en el área social. Estas políticas son, por consecuencia, el fundamento de las Orientaciones Estratégicas del Gobierno - OEG<sup>169</sup>, y por lo tanto, del Poder Ejecutivo, previstas en el Plan Plurianual 2008-2011 (MCT, 2008).

En el ámbito del Plan Plurianual del Gobierno Federal 2008-2011, el programa denominado Meteorología y Cambios Climáticos tiene como objetivo entender los mecanismos

<sup>167</sup> Con la nueva supercomputadora (Cray Inc.), cuya velocidad de pico es de 244 Teraflops por segundo, será posible correr modelos de mayor resolución espacial. La compra de la nueva supercomputadora coincide con el momento en que el CPTEC/INPE recibe de la Organización Meteorológica Mundial - OMM, la recomendación para ser un Global Producing Center - GPC, o Centro Productor Global, de previsiones a largo plazo, en reconocimiento a la calidad internacional de la producción de sus previsiones climáticas estacionales. La nueva supercomputadora, por su lado, permite dar continuidad a un conjunto de actividades, hecho que le dio este reconocimiento al CPTEC, avalado por especialistas de la OMM.

<sup>168</sup> El PAC es más que un programa de expansión del crecimiento. Se trata de un nuevo concepto de inversión en infraestructura que, aliado a medidas económicas, tiene por objetivo estimular a los sectores productivos, y al mismo tiempo, llevar beneficios sociales a todas las regiones del país. Para mayores informaciones Vide: <<http://www.brasil.gov.br/pac/>>.

<sup>169</sup> En este contexto, las OEG representan una estrategia de desarrollo e inversiones a largo plazo, siendo otro paso en la dirección de un proyecto de desarrollo nacional inspirado en la visión de futuro, en los valores y objetivos preconizados por la Agenda Nacional de Desarrollo, definida por el Consejo de Desarrollo Económico y Social.

que determinan el cambio global del clima y mejorar la capacidad de previsión meteorológica, climática, hidrológica y ambiental. En este programa están definidas las acciones específicas del área de cambio climático, como por ejemplo, el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, la operacionalización del Mecanismo de Desarrollo Limpio y la Investigación y Desarrollo sobre Cambio Global del Clima.

Las orientaciones estratégicas para el PPA 2008-2011 en el área de Cambio Climático son:

- fortalecer el protagonismo brasileño en el enfrentamiento global del cambio climático;
- fomentar estudios e investigaciones sobre cambio climático, buscando diseminar conocimientos científicos y tecnológicos y dar apoyo a las políticas públicas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero;
- implementar la Red Brasileña de Investigaciones sobre Cambios Climáticos Globales - Red-Climática, para realizar estudios e investigaciones sobre las causas y efectos del cambio global del clima, buscando diseminar conocimientos para capacitar al país para responder a los desafíos de ese cambio, principalmente en los aspectos vinculados al desarrollo nacional; y
- promover el desarrollo de tecnologías que impliquen menores emisiones líquidas (emisiones menos remociones) antrópicas de gases de efecto invernadero (MCT, 2008).

### 3.6 Programa Nacional de Control de Calidad del Aire - Pronar

El desarrollo industrial y urbano, el crecimiento de la flota automovilística, los actuales estándares de consumo, la deforestación y las quemadas, entre otros factores, tienen como consecuencia el aumento de las emisiones de contaminantes del aire. El creciente aumento de las concentraciones de sustancias contaminantes en el medio aéreo, su deposición en el suelo, en los vegetales y en los materiales, es responsable por daños a la salud, por reducciones importantes en la producción agrícola y de una forma general, por generar desequilibrios en los ecosistemas.

Las acciones de gestión necesarias para la prevención o la reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos y de los efectos de la degradación del medio ambiente

ya demostraron ser compatibles con el desarrollo económico y social. La gestión de la calidad del aire incluye, así, medidas mitigadoras que tengan como base la definición de límites permisibles de concentración de los contaminantes en la atmósfera, restricción de emisiones, así como un mejor desempeño en la aplicación de los instrumentos de comando y control, entre los cuales se destaca el licenciamiento y el monitoreo. Teniendo en cuenta la compatibilización entre el crecimiento económico del país y la preservación de la calidad ambiental, se percibió la importancia de la creación de una política nacional orientada a las acciones de carácter normativo y de fortalecimiento institucional cuyo objetivo es la prevención y el control de la calidad del aire en el país.

En ese contexto de demandas institucionales y normativas, el Conama<sup>170</sup> creó el Programa Nacional de Control de Calidad del Aire - Pronar, con la intención de "permitir el desarrollo económico y social del país de forma ambientalmente segura, por medio de la limitación de los niveles de emisión de contaminantes por fuentes de contaminación atmosférica, con la intención de mejorar la calidad del aire, la atención de los estándares establecidos y el no comprometimiento de la calidad del aire en las áreas consideradas no degradadas".

Para alcanzar los objetivos del Pronar, se definió como estrategia básica el establecimiento de límites nacionales para las emisiones, por tipología de fuentes y contaminantes prioritarios, reservando el uso de los estándares de calidad del aire como acción complementaria de control. Fueron previstas, además, medidas de clasificación de las áreas según el nivel deseado de calidad del aire, de monitoreo, de licenciamiento ambiental, de elaboración del inventario nacional de fuentes contaminantes del aire, de interface con otras medidas de gestión y de capacitación de los órganos ambientales.

El Pronar también trajo metas de perfeccionamiento de la gestión de la calidad a ser cumplidas a corto, mediano y largo plazo, sin definir, con eso, los límites temporales de cada categoría. Así, las metas a corto plazo serían: (i) definición de los límites de emisión para fuentes contaminantes prioritarias y de los estándares de calidad del aire; (ii) encuadramiento de las áreas en la clasificación de usos pretendidos; (iii) apoyo a la formulación de programas similares en los estados; y (iv) capacitación laboratorial y capacitación de recursos humanos.

Las medidas a mediano plazo deberían contemplar: (i) la definición de los demás límites de emisión para fuentes

<sup>170</sup> Resolución nº 05, del 15 de junio de 1989.

contaminantes; (ii) la implementación de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Aire; (iii) la creación del Inventario Nacional de Fuentes y Emisiones; y (iv) la continuidad de la capacitación laboratorial y de recursos humanos, esta última también colocada como meta a largo plazo.

El primer dispositivo legal derivado del Pronar<sup>171</sup> estableció los estándares nacionales de calidad del aire, y se encuentra aún en vigor. Otro avance de esa resolución fue el establecimiento de criterios nacionales para la elaboración del plan de emergencia para episodios agudos de polución del aire, antes existentes apenas en el estado de São Paulo.

Bajo una óptica orientada a la gestión, y como medio de instrumentalizar sus medidas, otros programas fueron incorporados al Pronar: (i) Programa de Control de la Polución por Vehículos Automotores - Proconve; (ii) Programa Nacional de Control de la Polución Industrial - Pronacop; (iii) Programa Nacional de Evaluación de la Calidad del Aire; (iv) Programa Nacional de Inventario de Fuentes Contaminantes del Aire; y (v) Programas Estaduales de Control de la Polución del Aire.

### 3.7 Programa de Control de Polución del Aire por Vehículos Automotores - Proconve

En 1986 fue creado el Programa de Control de Polución del Aire por Vehículos Automotores - Proconve, coordinado por el Ibama, que definió los primeros límites de emisión para vehículos livianos y contribuyó al cumplimiento de los patrones de calidad del aire instituidos por el Pronar. En 1993, la Ley nº 8.723 endosó la obligatoriedad de reducir los niveles de emisión de los contaminantes de origen vehicular, contribuyendo a inducir el desarrollo tecnológico de los fabricantes de combustibles, motores y autopartes, y permitiendo que vehículos nacionales e importados pasen a cumplir los límites establecidos.

El cumplimiento de esas exigencias es medido por medio de ensayos estandarizados en dinamómetro y con "combustibles de referencia". Además, el Proconve también impone la certificación de prototipos y el acompañamiento estadístico

en vehículos en la fase de producción (ensayos de producción); la autorización del Ibama para el uso de combustibles alternativos; la retirada o reparación de vehículos y motores encontrados en disconformidad con la producción o proyecto; así como la prohibición de la comercialización de modelos de vehículos no homologados.

La homologación de prototipos es, de hecho, el mayor sustentáculo del Proconve, y hace que los fabricantes apliquen conceptos de proyectos que garanticen un bajo potencial contaminador a los vehículos nuevos, junto a una tasa de deterioro de las emisiones a lo largo de su vida útil lo más baja posible.

Otro punto importante a resaltar es que el control por el programa se da a partir de la clasificación de los vehículos debido a su Peso Bruto Total - PBT (Cuadro 3.1), siendo que las fases caracterizadas por "L" para vehículos livianos (Cuadro 3.2) y "P" para vehículos pesados (Cuadro 3.5), vienen siendo implantadas según cronogramas diferenciados.

**Cuadro 3.1 Clasificación de los vehículos adoptada por el Proconve, según el Peso Bruto Total**

Vehículos livianos de pasajeros (automóviles)	Con masa total de hasta 3.856 Kg
Vehículos comerciales livianos ( <i>pick-ups</i> y <i>vans</i> )	Categoría subdividida en vehículos con masa para ensayo de hasta 1.700 kg y superior a 1.700kg
Vehículos pesados (ómnibus y camiones)	Con masa total superior a 3.856 kg

Fuente: Elaborado por ZAMBONI, A.; SILVA, L. A.; DIAS, J. B.

#### *Cronograma de Implementación del Proconve*

Por tratarse de un programa cuyos resultados dependen de proyectos e inversiones en tecnología y líneas de producción, la implantación de sus fases se da de forma negociada entre los órganos reguladores y los sectores involucrados. En lo relativo a los límites de emisión para vehículos livianos, la Figura 3.1 muestra la síntesis de su evolución en cada fase ya implantada o en marcha.

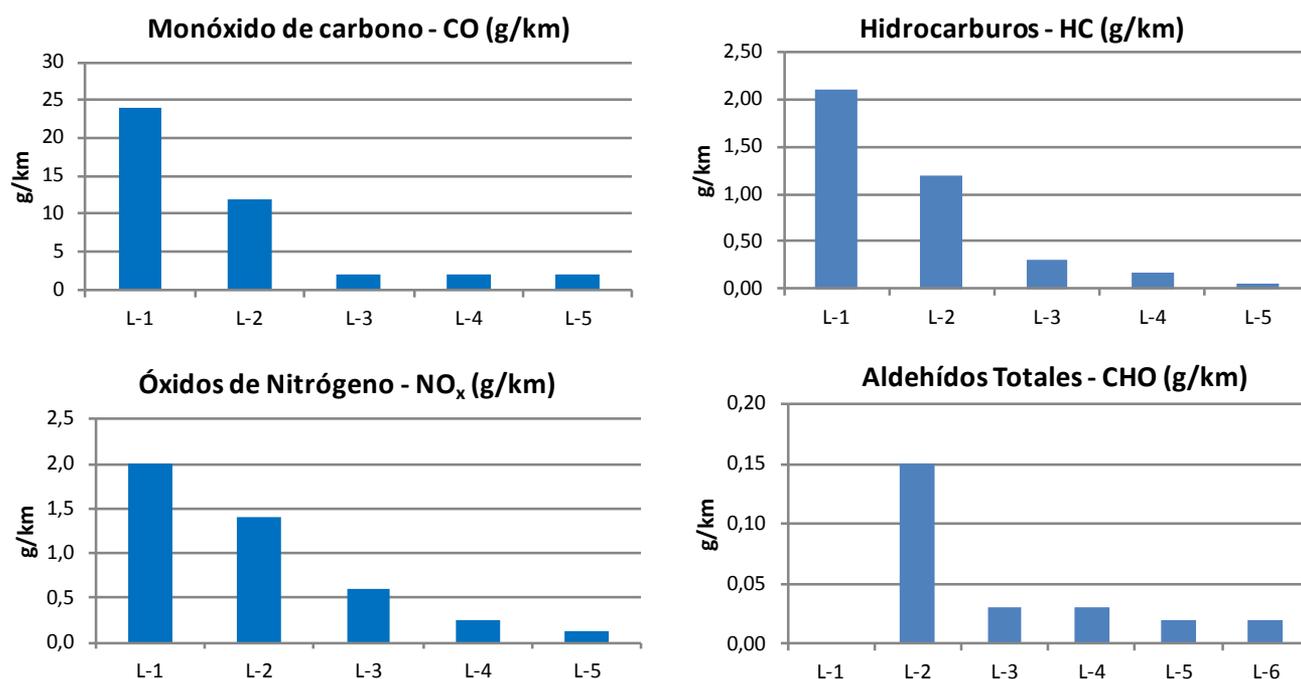
171 Resolución del Conama nº 03, del 28 de junio de 1990.

**Cuadro 3.2 Estrategia de implantación del Proconve para vehículos livianos (Fases "L")**

Fase	Implantación	Característica / innovación
Fase L-1	1988-1991	Caracterizada por la eliminación de los modelos más contaminantes y perfeccionando los proyectos de los modelos ya en producción. Fue iniciada también en esta fase el control de las emisiones evaporativas. Las principales innovaciones tecnológicas que ocurrieron en esta fase fueron: reciclaje de los gases de escape para control de las emisiones de NO <sub>x</sub> ; inyección secundaria del aire en el colector de remoción para el control de CO y HC; implantación de amortiguador de la mariposa del carburador para control del HC; y optimización del avance de ignición.
Fase L-2	1992-1996	A partir de los límites verificados en la Resolución Conama n° 18, de 1986, en esta fase se invirtió en la adecuación de catalizadores y sistemas de inyección electrónica para uso con mezcla de etanol, en proporción única en el mundo. Las principales innovaciones en los vehículos fueron la inyección electrónica, los carburadores asistidos electrónicamente y los conversores catalíticos. En 1994, se inició el control de ruido de los vehículos.
Fase L-3	1997-2004	Debido a la exigencia de cumplir los límites establecidos a partir del 1° de enero de 1997 (Resolución Conama n° 15, de 1995), hubo reducciones bastante significativas en relación a los límites anteriores, y el fabricante/importador utilizó, conjuntamente, las mejores tecnologías disponibles para la formación de mezcla y control electrónico del motor, como, por ejemplo, el sensor de oxígeno (denominado "sonda lambda").
Fase L-4	2005-2008	Teniendo como referencia la Resolución Conama n° 315, del 2002, la prioridad en esta fase, que tuvo inicio en el año 2005, fue la reducción de las emisiones de HC e NO <sub>x</sub> , (substancias precursoras de ozono). Para cumplir esta fase, fueron desarrollados motores con nuevas tecnologías, como la optimización de la geometría de la cámara de combustión y de los inyectores, el aumento de la presión de la bomba inyectora y la inyección electrónica.
Fase L-5	2009-2013	Con los límites de emisión de la Resolución Conama n° 315, del 2002, de la misma forma que en la fase L-4, la prioridad en la fase L-5 es la reducción de las emisiones de HC y NO. De manera análoga a la fase L-4, las innovaciones tecnológicas se dieron en la optimización de la geometría de la cámara de combustión y de los inyectores, el aumento de la presión de la bomba inyectora y a inyección electrónica. Hasta el momento, en esta fase, se obtuvo la reducción del 31% de las emisiones de hidrocarburos no metano para los vehículos livianos del ciclo Otto y del 42% y del 42% para las emisiones de NO <sub>x</sub> para los vehículos livianos del ciclo Otto y Diesel, respectivamente. Además, las emisiones de aldehídos fueron reducidas en, aproximadamente, un 67% para los vehículos del ciclo Otto.

Fuente: Elaborado por ZAMBONI, A.; SILVA, L. A.; DIAS, J. B.

**Figura 3.1 Evolución de los límites de CO, HC, NO<sub>x</sub> y CHO para vehículos livianos (Fases Proconve -L)**



Fuente: Elaborado por ZAMBONI, A.; SILVA, L. A.; DIAS, J. B.

### Vehículos Livianos Comerciales

Con el aumento significativo de la flota de vehículos livianos comerciales, el Proconve también se orientó a ese segmento. La Resolución del Conama n° 15, del 13 de diciembre de 1995, fijó límites máximos de emisiones para *vans* e *pick-ups* (Cuadro 3.3).

En el 2009, el Conama, al aprobar la Resolución n° 415, introdujo la Fase - L6, que entrará en vigor en el 2013. La Fase

- L6 establece, básicamente, nuevos límites máximos para la emisión de escape de vehículos automotores livianos nuevos de pasajeros de masa menor o igual a 1.700 kilogramos y vehículos livianos comerciales con masa superior a 1.700 kilogramos (Cuadro 3.4). Ambas categorías son para uso viario y contemplan tanto vehículos del ciclo Otto como Diesel. Para el futuro aún está prevista la introducción de catalizadores de oxidación, de filtro de particulados y de recirculación de gases.

**Cuadro 3.3 Límites de emisión para vehículos livianos comerciales, en vigor a partir de 01/01/1998**

Contaminantes	Límites	
	Vehículos con masa específica de hasta 1.700 kg	Vehículos con masa específica superior a 1.700 kg
Monóxido de carbono (CO g/km)	2,0	6,2
Hidrocarburos (HC g/km)	0,3	0,5
Óxidos de nitrógeno (NOx g/km)	0,6	1,4
Material particulado (MP** g/km)	0,128	0,16
Aldehídos (CHO* g/km)	0,03	0,06

\* excepto para vehículos con motores del ciclo diesel.

\*\* excepto para vehículos con motores del ciclo Otto.

Fuente: Elaborado por ZAMBONI, A.; SILVA, L. A.; DIAS, J. B.

**Cuadro 3.4 Síntesis de los requisitos de la Fase - L6 del Proconve y comparación con la Fase L5**

Categoría	Combustible <sup>(7)</sup>	Modelo	Clasificación	Fase	Fecha Aplicación	Límites de Emisiones							Durab. Emisiones <sup>6</sup> (km)	
						CO (g/km)	HC (g/km)	NMHC (g/km)	NOx (g/km)	CHO <sup>(2)</sup> (g/km)	M.P. <sup>(3)</sup> (g/km)	EVAP <sup>(2)</sup> (g/km)		CO <sup>2</sup> (%)
						Ciclo NBR-6601								SHED
Vehículos Livianos PBT M 3.856 kg e MOM M 2.720 kg	Gasolina (E22), Etanol (E100), Diesel <sup>(4)</sup> o GNV	Automóviles	L5	1/12009	2	0,3 <sup>(1)</sup>	0,05	0,12 <sup>(2)</sup> / 0,25 <sup>(3)</sup>	0,02	0,05	2	0,5	80000	
			L6	Vehículos Diesel: 1/1/2014 Vehículos Otto: 1/1/2014 NM: 1/1/2014 TM: 1/1/2014	1,3	0,3 <sup>(1)</sup>	0,05	0,08	0,02	0,025	1,5 <sup>(5)</sup>	0,2	80000	
	Vehículos Comerciales Livianos & Off-Road	MVE < 1700 kg	L5	1/12009	2	0,3 <sup>(1)</sup>	0,05	0,12 <sup>(2)</sup> / 0,25 <sup>(3)</sup>	0,02	0,05	2	0,5	80000	
			L6	Vehículos Diesel: 1/1/2014 Vehículos Otto: 1/1/2014 NM: 1/1/2014 TM: 1/1/2014	1,3	0,3 <sup>(1)</sup>	0,05	0,08	0,02	0,03	1,5 <sup>(5)</sup>	0,2	80000	
		MVE > 1700 kg	L5	1/12009	2,7	0,5 <sup>(1)</sup>	0,06	0,25 <sup>(2)</sup> / 0,43 <sup>(3)</sup>	0,04	0,06	2	0,5	80000	
			L6	Vehículos Diesel: 1/1/2014 Vehículos Otto: 1/1/2014 NM: 1/1/2014 TM: 1/1/2014	2	0,5 <sup>(1)</sup>	0,06	0,25 <sup>(2)</sup> / 0,43 <sup>(3)</sup>	0,03	0,04	1,5 <sup>(5)</sup>	0,2	80000	

Notas:

(1) -Solamente para vehículos movidos a GNV

(2) -Solamente para vehículos movidos a gasolina o etanol

(3) -Solamente para vehículos movidos a diesel

(4) -Actualmente, los automóviles a diesel no son permitidos en Brasil

(5) -A partir de 1/1/2012, estos límites son exigidos para los nuevos modelos (nuevas homologaciones)

(6) -Para menos de 15.000 unidades por año es aceptada la aplicación de un 10% de DF para todos los contaminantes

(7) -Para vehículos flex-fuel es necesario testar con E22, E100 y 50% E22 + 50% E100

MVE = Masa del Vehículo para Ensayo (= MOM + 136 kg)

MOM = Masa en Orden de Marcha

PBT = Peso Bruto Total

Gasolina E22 = Gasolina mezclada con 22% de etanol

Etanol E100 = 100% Etanol Hidratado

GNV = Gas Natural

Fuente: Elaborado por ZAMBONI, A.; SILVA, L. A.; DIAS, J. B.

### Vehículos Pesados

Se verifica una constante preocupación en relación a los vehículos con una masa total máxima mayor a los 3.856kg, o masa del vehículo en orden de marcha mayor a los 2.720kg (vehículos pesados de transporte de pasajeros y/o carga), ya que son los principales emisores de material particulado y óxidos de nitrógeno. Para tanto, la Resolución de Conama n° 18/1986 y la Resolución Conama n° 8/1993, dieron los primeros pasos para el control de la emisión de vehículos a diesel. El Cuadro 3.5 presenta las estrategias adoptadas por el Proconve en cada fase para vehículos pesados, y el Cuadro 3.6 presenta los respectivos límites de emisión.

La reducción de la concentración de azufre presente en el combustible constituía una condición *sine qua non* para

cumplir los límites establecidos en la fase P-6, ya que la formación de compuestos de azufre en la combustión contribuye al denominado “envenenamiento” del catalizador, imposibilitando el buen funcionamiento del mismo en la reducción de las emisiones de NO<sub>x</sub> y HC. De esta forma, en el 2005 se procedió a la especificación del diesel en 2.000 ppm (partes por millón) de azufre como límite máximo para este combustible a ser comercializado en el interior (denominado “diesel S 2000”), y de 500 ppm de azufre para el diesel comercializado en las regiones metropolitanas (denominado “diesel S 500”). Eso posibilitó una reducción expresiva de las emisiones de azufre en estos últimos años, con una concentración de azufre en el diesel, pasando de 13.000 ppm a 500 ppm.

**Cuadro 3.5 Estrategia de implantación del Proconve para vehículos pesados (Fases “P”)\***

Fase	Implantación	Característica / innovación
P-1 e P-2	1990-1993	Ya en 1990, estaban siendo producidos motores con niveles de emisión menores a aquellos que serían requeridos en 1993 (año en que tuvo inicio el control de emisión para vehículos de este tipo con la introducción de las fases P-1 y P-2). En ese período, los límites para la emisión gaseosa (fase P-1) y material particulado (fase P-2), no fueron exigidos legalmente.
P-3	1994-1997	El desarrollo de nuevos modelos de motores buscó reducir el consumo de combustible, el aumento de la potencia y la reducción de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) por medio de la adopción del <i>intercooler</i> y de motores turbo. En esta fase hubo una reducción drástica de las emisiones de CO (43%) y HC (50%).
P-4	1998-2002	Redujo aún más los límites creados por la fase P-3.
P-5	2003-2008	Tuvo como objetivo la reducción de emisiones de material particulado (MP), NO <sub>x</sub> y HC.
P-6	2009-2011	En enero del 2009 fue iniciada la fase P-6, obedeciendo lo dispuesto por la Resolución Conama n° 315/2002, y cuyo objetivo principal, así como en la fase cinco, era el de reducir las emisiones de material particulado, NO <sub>x</sub> y HC. Esta fase fue substituida por la fase P-7, por medio de la Resolución Conama n° 403 de noviembre del 2008, con su entrada en vigor a partir del 1° de enero del 2012.

\* Mismo que el marco normativo estuviere establecido en la Resolución Conama n° 315/2002, la fase P-6 no fue implantada en la fecha prevista, debido a atrasos en la especificación del combustible (diesel) a ser comercializado en el interior y en las regiones metropolitanas, con la consecuente inviabilidad de la producción de combustibles y de las innovaciones tecnológicas de los motores.

Fuente: Elaborado por ZAMBONI, A.; SILVA, L. A.; DIAS, J. B.

**Cuadro 3.6 Evolución de los límites de emisión para vehículos pesados (Fases “P” del Proconve)**

Fase	Contaminantes / límites de emisión			
	CO	HC	NO <sub>x</sub>	MP
P-1	14,00*	3,50*	18,00*	xxx*
P-2	11,20	2,45	14,40	0,60*
P-3	4,90	1,23	9,00	0,40
P-4	4,00	1,10	7,00	0,15
P-5	2,1	0,66	5,00	0,10
P-6	1,5	0,46	3,5	0,02

Nota: \*Emisión Gaseosa (Fase P-1) y MP (Fase P-2) no fueron exigidos legalmente.

Fuente: Elaborado por ZAMBONI, A.; SILVA, L. A.; DIAS, J. B.

Debido a la Resolución 315, que no fue cumplida, en el día 1° de enero del 2009 la fase P-6 debería haber tenido inicio con el “diesel S 500” a ser distribuido en el interior, y el “diesel S 50” en las regiones metropolitanas.

Una vez establecido el impase, en noviembre del 2008 el Conama, por medio de la Resolución n° 403, aprobó una nueva fase (P-7) para vehículos pesados, con límites aún más rígidos de emisión, y que entrará en vigor a partir del 1° de enero del 2012 (Cuadro 3.7). Esa fase implicará la disponibilización al mercado de un diesel con un tenor aproximado de 10 ppm de azufre.

Por el cronograma en vigor, las industrias automovilísticas y de combustibles tienen hasta el año 2016 para adaptarse a las nuevas normas técnicas, disponibilizando en el mercado brasileño el diesel y los motores similares a los estándares que ya son adoptados en Europa; donde los vehículos movidos a diesel emiten una cantidad de azufre hasta 200 veces menor que el que es lanzado por los ómnibus y camiones brasileños. Con el cambio que crea la fase P-7, la expectativa es de una reducción aún mayor de las emisiones.

Pasados ya 23 años de su creación, los resultados alcanzados por el Proconve muestran que la estrategia para su implantación fue correcta, y su éxito se debe a la adopción de fases cada vez más restrictivas, acreditándolo como uno de los mejores programas en términos de políticas para el sector ambiental.

**Cuadro 3.7 Límites de emisión en g/kWh de la Fase P-7**<sup>172</sup>

	Contaminantes / límites de emisión						
	NOx	HC	CO	CH4 <sup>(2)</sup>	MP	NMHC	Opacidad (m-1)
Ensayo ESC <sup>(4)</sup> /ELR <sup>(5)</sup>	2,00	0,46	1,50	N.A.	0,02	N.A.	0,50
Ensayo ETC <sup>(1)</sup>	2,00	N.A.	4,00	1,10	0,03 <sup>(3)</sup>	0,55	N.A.

Notas:

(1) Ciclo E.T.C. - denominado Ciclo Europeo en Régimen Transiente - ciclo de ensayo que consiste en mil ochocientos modos transientes, segundo a segundo, simulando condiciones reales de uso. Los motores a gas son testados solamente en este ciclo.

(2) Solamente motores a gas son sometidos a este límite.

(3) Motores a gas no son sometidos a este límite.

(4) Ciclo E. S. C - denominado Ciclo Europeo en Régimen Constante - consiste en un ciclo de ensayo con 13 modos de operación en régimen constante;

(5) Ciclo E.L.R. - denominado Ciclo Europeo de Respuesta en Carga - ciclo de ensayo que consiste en una secuencia de cuatro niveles a rotaciones constantes y cargas crecientes de diez a cien por ciento, para determinación de la opacidad de la emisión del escape.

Fuente: Elaborado por ZAMBONI, A.; SILVA, L. A.; DIAS, J. B.

### 3.7.1 Inspección y Mantenimiento Vehicular

Los ya referidos beneficios traídos por el Proconve tienden a no sustentarse si no son adoptados procedimientos correctos para el mantenimiento de la flota en el país. Una vez en uso, y bajo condiciones adecuadas, los fabricantes deben garantizar que las emisiones de contaminantes de los vehículos permanecerán abajo de los límites exigidos por el Proconve, como mínimo, durante 80.000 km para vehículos del ciclo Otto<sup>173</sup>, y 160.000 km para vehículos de ciclo diesel.

La realidad de la conservación y mantenimiento de los vehículos en el país, sobre todo en las áreas de mayor concentración, demanda que sean adoptados programas de inspección como forma de garantizar las revisiones técnicas previstas por el fabricante y en los períodos definidos por los organismos de reglamentación.

172 Resolución Conama n° 403, del 11 de noviembre del 2008.

173 Para los cuales deben ser determinados los Factores de Deterioro de las Emisiones, por medio de ensayos de acumulación de rodaje, conforme lo establece la Resolución Conama n° 14, del 13 de diciembre de 1995.

Con intentos anteriores en esa dirección, el Conama pudo aprobar en el 2009 la Resolución n° 418, que dispuso los criterios para la elaboración de los Planes de Control de Pólución Vehicular- PCPV, y para la implantación de Programas de Inspección y Mantenimiento de Vehículos en Uso/I/M, por parte de los órganos estaduais y municipales de medio ambiente.

El Código de Tránsito Brasileño - CTB<sup>174</sup>, en su artículo 104, también contribuye en ese sentido, al determinar que “los vehículos en circulación tendrán sus condiciones de seguridad, de control de emisión de gases contaminantes y de ruidos, evaluados mediante inspección, que será obligatoria, en la forma y periodicidad establecidas por el Consejo Nacional de Tránsito - Contran, para los ítems de seguridad, y por el Conama en lo relativo a la emisión de gases contaminantes y ruidos”.

En el ámbito nacional, Rio de Janeiro es el único estado con un historial significativo de implantación de programas de esa naturaleza. Instituido en 1997, el programa fluminense abarcaba, en su fase inicial, apenas a la Región Metropolitana de Rio de Janeiro, siendo posteriormente ampliado a todo el territorio gracias a la adopción de un modelo de cooperación técnica entre la antigua Fundación Estadual de Ingeniería de Medio Ambiente - FEEMA, actualmente el Instituto Estadual del Ambiente - INEA, y el Detran-RJ.

En términos de cobertura de la flota, en un primer momento se incluyó a los vehículos de circulación intensiva, como ómnibus, camiones y utilitarios de servicios (taxis y vans). En una segunda fase, iniciada en enero del 2008, se amplió el control anual para automóviles de paseo, motocicletas y demás vehículos fabricados a partir de 1998.

En el 2008, el Programa de Inspección Vehicular Ambiental del municipio de São Paulo amplió su foco de inspección. Lo que antes estaba orientado a toda la flota a diesel registrada en la ciudad, en el 2009 pasó a incluir en la inspección a todos los vehículos a diesel, así como a todas las motos (excepto las de 2 tiempos) y también los automóviles movidos a alcohol, gas o gasolina registrados en el municipio entre el 2003 y el 2008. Se estima que, en el 2010, el programa alcance un 100% de la flota (6,5 millones de vehículos).

### 3.7.2 Programa de Control de la Pólución del Aire por Motociclos y Vehículos Similares - Promot

El vertiginoso crecimiento del segmento de las motocicletas y vehículos similares en los últimos años en el país, junto a su perfil de utilización - notablemente en el segmento eco-

174 Ley n° 9.503, del 23 de septiembre de 1997.

nómico de prestación de servicios de entregas en regiones urbanas - hizo necesario el establecimiento de un programa específico para el control de las emisiones de esa categoría.

Así, surgió en el 2002 el Programa de Controle de la Polución del Aire por Motocicletas y Vehículos Similares - Promot, con el objetivo de complementar el control del Proconve y contribuir a reducir la polución del aire por fuentes móviles en Brasil.

La legislación que fundamenta al Promot está basada en las legislaciones vigentes en Europa, principalmente en la Directiva de las Comunidades Europeas nº 97/24/EC, siendo que los primeros límites propuestos para vigorar a partir del 2003 (equivalentes al límite EURO I) llevaron en consideración la fase tecnológica en que se encontraba la industria nacional de motocicletas y similares. Posteriormente siguieron las fases con reducciones significativas en las emisiones, en equivalencia a los límites establecidos por la Comunidad Económica Europea (límites EURO II y EURO III). Seguidamente fueron publicadas la Instrucción Normativa

lbama nº 17/2002 y la Resolución Conama nº 342/2003, complementando la Resolución nº 297/2002, estableciendo límites EURO III para las motocicletas, cuya entrada en vigor se dio en el 2009.

Tales marcos posicionaron a Brasil apenas a una fase de control atrás de la Comunidad Europea y tuvieron como resultado la reducción de 2/3 de la emisión de monóxido de carbono, en relación a los modelos anteriores sin control de emisión.

De manera análoga al Proconve, son denominadas "fases" del Promot el tiempo entre la vigencia de un determinado límite de emisión dado por la legislación y la entrada en vigor de nuevos límites más restrictivos (Fases "M") (Cuadro 3.8). En las fases están contempladas las innovaciones tecnológicas en los ciclomotores y similares que posibilitan la reducción de las emisiones. En términos de límites de emisión adoptados, se presentan en el Cuadro 3.9 los avances del Promot.

**Cuadro 3.8 Estrategia de implantación del Promot (Fases "M")**

Fase	Implantación	Característica / innovación
M-1	2003-2005	Estableció los límites iniciales máximos de emisión de gases de escape para ciclomotores nuevos (vehículos de dos ruedas y sus similares, provistos de un motor de combustión interna, cuya cilindrada no exceda los 50 cc).
M-2	2006-2008	Inició la segunda fase con reducciones drásticas de los límites establecidos por la 1ª fase (CO = reducción del 83% en la emisión; Hidrocarburos + NOx = reducción del 60%).
M-3	2009 en adelante	Contempló todos los modelos de ciclomotores, motociclos y vehículos similares nuevos y vehículos en producción. En esta fase, también hay una reducción significativa de las emisiones de contaminantes siendo, en algunos casos, superiores al 50% de los límites previstos en la fase anterior.

Fuente: Elaborado por ZAMBONI, A.; SILVA, L. A.; DIAS, J. B.

**Cuadro 3.9 Límites de emisión para Ciclomotores, Motociclos y Similares, de acuerdo a las fases del Promot**

Vehículos	Fase	Cilindradas	CO (g/km)	HC + NOx (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	COc* (% vol)
Ciclomotores	Fase 1 - 2003	-	6,00	3,00	-	-	-
	Fase 2 - 2005	-	1,00	1,20	-	-	-
Motocicletas y Similares	Fase 1 - 2003	<= 250 cc	13,00	-	3,00	0,30	6,00%
		> 250 cc		-			4,50%
	Fase 2 - 2005	< 150 cc	5,50	-	1,20	0,30	-
		>= 150 cc		-			-
	Fase 3 - 2009	< 150 cc	2,00	-	0,80	0,15	-
		>= 150 cc		-			0,20

\*COc = monóxido de carbono corregido.

Fuente: Elaborado por ZAMBONI, A.; SILVA, L. A.; DIAS, J. B.

### Resultados del Promot

Los principales resultados alcanzados por el Promot muestran, de forma inequívoca, grandes ganancias en el control de la emisión de contaminantes por esos vehículos. En el 2000, una motocicleta nueva emitía una cantidad 16 veces superior de monóxido de carbono que un vehículo liviano (12 g/km rodado contra 0,73 g/km de un automóvil). Ya en el 2006, ese índice bajó a 2,3 g/km en motos contra 0,33 g/km de los coches (los datos se refieren a motos con motores de 150 cilindradas o menos). Con la implantación del programa, hubo una reducción de las emisiones de cerca del 80% para el monóxido de carbono y del 70% para los hidrocarburos. Para el 2009, los límites de emisión de gases contaminantes para motocicletas y automóviles serán bastante similares.

## 3.8 Plan Nacional de Logística y Transportes - PNLT

Entre los sectores que más contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo, se destaca el sector de transportes, el cual a cada día consume más energía para transportar a la creciente población y producción globalizada.

Aunque Brasil sea menos dependiente del petróleo en el sector de transporte en comparación a otras naciones del mundo, debido al uso de combustibles alternativos como el bioetanol y el gas natural vehicular - GNV, todavía así las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector son considerables.

Debe notarse que, hace más de medio siglo, la matriz de transporte del país presenta un fuerte predominio del transporte viario, tanto de cargas como de pasajeros. Como buena parte de ese transporte, principalmente hecho por camiones y ómnibus, aún es movido a diesel, eso tiene como resultado mayores emisiones de gases de efecto invernadero.

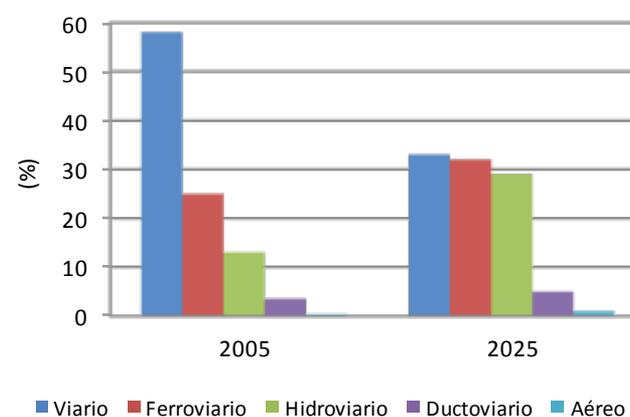
Aunque no haya sido directamente elaborado para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector, y sí para intentar corregir una distorsión de la matriz de transporte en el país, buscándose, sobre todo, una matriz de transporte de carga más equilibrada, el Plan Nacional de Logística y Transporte - PNLT (PNLT, 2007) puede también tener como resultado importantes medidas de mitigación de las emisiones.

El PNLT es un plan gubernamental, desarrollado para ser un plan de Estado, o sea, una propuesta para el país, que de-

berá subsidiar la elaboración de los próximos cuatro Planes Plurianuales - PPA. El plan marca la retomada de la planificación de los transportes en el país, siendo producto de la cooperación entre el Ministerio de Transportes y el Ministerio de Defensa.

Con la progresiva implantación de los proyectos programados en el ámbito del PNLT, se pretende equilibrar la matriz de transportes brasileña, conforme es mostrado en la Figura 3.2.

**Figura 3.2 Matriz de Transportes de Carga en Brasil**



Fuente: PNLT, 2007.

## 3.9 Medidas contra la Deforestación en la Amazonia

### 3.9.1 Principales Causas de la Deforestación

#### *Grandes Proyectos de Desarrollo*

Las desigualdades sociales, económicas y políticas entre las diferentes regiones de Brasil, así como la estratificación de la sociedad brasileña, llevaron a la implantación de proyectos de desarrollo en regiones de frontera, principalmente entre las décadas de 1960 y 1980.

El bajo precio de la tierra y la consecuente expectativa de ganancias futuras, el acceso facilitado al uso de recursos naturales, la falta de percepción de que los recursos son agotables, así como la concesión de incentivos fiscales y crediticios gubernamentales, fueron factores que atrajeron al sector privado sin que hubiese preocupación con el perfeccionamiento de tecnologías que ofreciesen competitividad y sustentabilidad a la explotación de recursos.

La deforestación en la Amazonia<sup>175</sup> causada por los factores arriba mencionados tuvo inicio en la década de 1970, cuando fueron iniciados los programas de colonización agrícola en la región Norte promovidos por el gobierno militar de la época. El movimiento se inició por las fronteras sur y este, extendiéndose a partir de la década de 1980 a la región oeste.

Los programas de colonización de la región, en aquella época, estuvieron apoyados en el Programa de Integración Nacional - PIN, en el Programa de Redistribución de Tierras y Estímulos a la Agroindustria del Norte y Noreste - Proterra<sup>176</sup>, y en los Programas de Polos Agropecuarios y Agrominerales en la Amazonia - Polamazonia<sup>177</sup>.

De modo general, los objetivos de los grandes proyectos de desarrollo de la Amazonia se concentraron en el incremento de la producción/extracción intensiva de recursos naturales, principalmente minerales y madera; en la creación de un polo industrial orientado al montaje de equipamientos electro-electrónicos y al pulimiento de gemas; en el apoyo a las actividades agropecuarias; y en la ocupación de las regiones distantes para garantizar la soberanía sobre el territorio. En tres décadas se invirtió poco en el sentido de atraer empresas del sector privado que fuesen capaces de implantar estructuras productivas competitivas e innovadoras de tecnologías en la región Norte.

Las grandes estancias de ganado, los proyectos de colonización agrícola y la mayoría de los megaproyectos de desarrollo costeados por el Gobierno Federal en la región se mostraron insustentables a mediano plazo y proporcionaron un bajísimo retorno social y un alto impacto ambiental.

Sobre la deforestación en la Amazonia, tuvieron influencia, entre otros factores: la existencia de políticas de crédito que ofrecían intereses reales menores sobre los préstamos para

175 La Amazonia Legal brasileña abarca los estados de Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins y parte de los estados de Mato Grosso y de Maranhão, correspondiendo a una área de aproximadamente 4,2 millones de km<sup>2</sup>. De ese total, las clases de fisionomía forestal se extienden por cerca de 3,4 millones de km<sup>2</sup>.

176 El PIN y el Proterra hacían parte de la política de integración nacional de las regiones Norte y Noreste, establecida en el I Plan Nacional de Desarrollo (1972-1974). El PIN comprendía principalmente la construcción de la Transamazonia (un eje transversal en el sentido este-oeste para interconexión con el Noreste, y un eje longitudinal en el sentido norte-sur para conexión con el centro-sur del país). Además, comprendía la colonización de la región del entorno en asociación con la iniciativa privada, instalando núcleos habitacionales. El Proterra buscaba, por medio de una revisión de la situación de las tierras de la región, el desmembramiento de grandes latifundios y la ampliación de propiedades de dimensiones insuficientes para la explotación económica, con la intención de estimular la mediana empresa rural, para alterar los sistemas de producción tradicionales por un uso adecuado de tierras, créditos y aplicación de tecnología moderna para elevar la productividad del sector.

177 El Polamazonia buscaba la promoción del aprovechamiento integrado de las potencialidades agropecuarias, forestales y minerales en proyectos localizados en 15 áreas seleccionadas y espacialmente distribuidas en la Amazonia Legal.

actividades agrícolas que para los sectores no agrícolas; la política de precios mínimos garantizados para los productores rurales; las reglas flexibles de “derecho de posesión” de la tierra para especuladores; los bajos impuestos territoriales; y los incentivos fiscales para inversiones en emprendimientos aprobados en la región.

Entre 1960 y 1990 las decisiones centralizadas - inclusive con la participación de la Superintendencia de Desarrollo de la Amazonia - Sudam - sobre obras de infraestructura y los proyectos de desarrollo estimulados por el Gobierno Federal, a título de “acciones para el desarrollo e integración de la región Norte”, llevaron poco en cuenta las realidades ambientales, culturales y socioeconómicas de la región. El reflejo de eso se vio en la tasa de deforestación de 1995, que fue de 29.059 km<sup>2</sup>, la más alta desde el inicio del monitoreo por satélite, que comenzó en 1988.

Ese período representó poco en términos de desarrollo de la región, debido al bajo patrón tecnológico de las principales actividades de la Amazonia y su reducido índice de desarrollo social.

Un estudio divulgado en el 2009 investigó cómo el desarrollo humano varía a través de la frontera de la deforestación para determinar si la misma está asociada a una mejoría del bienestar de la población (RODRIGUES *et al.*, 2009). Tal estudio estuvo basado en los datos de IDH de 286 municipios de la Amazonia Brasileña (PNUD, 2000). Los municipios fueron agrupados en siete clases describiendo su posición en relación a la frontera de la deforestación en el 2000, definida tanto en relación a la actividad de deforestación, como en relación a la extensión de la misma. Las clases varían de municipios prácticamente sin deforestación, pasando progresivamente a municipios desmatados, con el aumento y posterior abandono de la actividad de deforestación, hasta municipios altamente deforestados.

Los resultados mostraron que las personas en los municipios que desmataron todo el bosque no poseen una calidad de vida mejor en relación a los dos municipios que mantuvieron al bosque preservado. El proceso de deforestación promueve una pequeña mejoría en los índices de calidad de vida de la población en las fases iniciales, los que, sin embargo, disminuyen a medida que la deforestación pasa a ocupar mayores áreas en el municipio. La deforestación, por lo tanto, no genera riqueza y además compromete la posibilidad de generación futura de riquezas y oportunidades. Esa teoría (testada por RODRIGUES, 2009) es conocida como boom-colapso (SCHNEIDER *et al.*, 2000).

### **Características de las Actividades Económicas en la Amazonia**

Las relaciones entre las actividades primarias y el bosque en la Amazonia están en polos opuestos, porque las primeras necesitan áreas para la producción. A partir de 1970 se verificó una gran expansión agrícola y ganadera en la Amazonia, la cual puede estar relacionada a las tasas de deforestación. Tal expansión fue impulsada por la presión poblacional creciente en la región, estimulada por programas gubernamentales y líneas de crédito. La Amazonia ha presentado en las últimas décadas un fuerte incremento de la población residente, en especial en las grandes ciudades. En la región Norte, la población pasó de cerca de 5,9 millones de habitantes en 1980 a cerca de 10 millones en 1991, llegando a aproximadamente 12,9 millones en el 2000, y finalmente superando los 15 millones en el 2007. Esa presión poblacional también es uno de los factores que provoca los cambios del uso de la tierra en la región.

La expansión agrícola y ganadera en la Amazonia, además de ser un factor de deforestación en la región, puede tener como resultado la degradación y el abandono de las áreas utilizadas.

En las últimas décadas fueron construidas un gran número de rutas para la circulación de personas y productos, hecho que está directamente relacionado a la densidad poblacional, a los establecimientos agrícolas, a las actividades económicas y, consecuentemente, a la deforestación.

Los efectos directos de la minería en la Amazonia sobre la deforestación han sido limitados, pero las inversiones masivas en los polos minerales llevaron a una explosión de desarrollo que provocó impactos más amplios en la región. La extracción de oro provocó enormes daños ambientales en la región y sobre la población local, principalmente en mujeres embarazadas, niños y ancianos (HACON *et al.*, 1997; HACON, 2000). Se estima que para cada kilo de oro extraído de la Amazonia, hayan sido lanzados 1,2kg de mercurio a la atmósfera (LACERDA *et al.*, 2001).

Otra actividad económica relevante en la Amazonia es la explotación de la madera, que no es una actividad reciente, pues viene siendo desarrollada hace más de 300 años. Sin embargo, la misma era realizada de forma artesanal, con la extracción de pocas especies, sin provocar daños significativos para el ecosistema forestal. La madera era un subproducto de la limpieza del terreno para propósitos agrícolas. En las tres últimas décadas, sin embargo, se verificó un sistema de explotación maderera mucho más intensivo y predatorio, de corte raso, con uso de máquinas que permiten la

extracción de un gran número de especies vegetales en un corto espacio de tiempo, de forma insustentable, afectando todo el ecosistema forestal.

Brasil se caracteriza como el mayor productor mundial de madera tropical, siendo también un gran consumidor. Además, tiene también una expresiva participación en el mercado maderero internacional, siendo el segundo mayor exportador de maderas tropicales serradas.

Otro factor que se debe considerar en la evaluación de las actividades económicas de la Amazonia, es que la madera, así como los demás productos extractivistas del bosque (castaña, goma, etc.), tiene un bajo valor relativo de mercado. Así, su extracción predatoria, además de reducir los recursos naturales de la región, no ha contribuido a una mejoría de los ingresos de la población local, estableciendo un círculo vicioso entre pobreza y degradación ambiental. Por otro lado, la extracción sustentable es el modo de vida de pueblos indígenas y comunidades tradicionales de la región, cuyo sostén se encuentra amenazado debido a la explotación desordenada de esos recursos con fines comerciales.

Se entiende que la sustentabilidad forestal, englobando sus aspectos ambientales, legales, económicos y sociales, es imprescindible para la región. Es necesario, por lo tanto, establecer criterios y métodos que viabilicen la explotación de los recursos forestales, teniendo en cuenta un equilibrio entre la regeneración y la producción. El manejo forestal sustentable puede ser una alternativa viable para lograr tal fin, y la legislación nacional ha buscado reforzar e incentivar esa opción.

El uso ineficiente de los recursos forestales en la Amazonia brasileña deriva primordialmente de dos causas: (i) fallas de mercado relacionadas a la indefinición de los derechos de propiedad que, combinada con la abundancia de tierras, bosques y recursos minerales, entre otros, lleva a la superutilización de los mismos; (ii) fallas institucionales y dificultades para reglamentar los derechos de propiedad, siendo necesario, por lo tanto, fortalecer la estructura institucional de la región, o sea, aumentar la capacidad técnica y administrativa de investigación, reglamentación y monitoreo, además de forzar el cumplimiento de la ley en los niveles local y nacional. Buscando resolver tales cuestiones, desde el 2006 el Gobierno Federal viene buscando incentivar el manejo forestal sustentable en tierras públicas en la Amazonia, por medio de la institución de una estructura jurídica (Ley de Gestión de Bosques Públicos y sus reglamentos), e institucional (creación del Servicio Forestal Brasileño y definición de competencias estatales y municipales).

El manejo forestal sustentable es definido por la Ley de Gestión de Bosques Públicos<sup>178</sup> como "la administración del bosque para la obtención de beneficios económicos, sociales y ambientales, respetándose los mecanismos de sustentabilidad del ecosistema objeto del manejo y considerando acumulativa o alternativamente, la utilización de múltiples especies madereras, de múltiples productos y subproductos no madereros, así como la utilización de otros bienes y servicios de naturaleza forestal"<sup>179</sup>.

Así, se percibe que los planes de manejo forestal deben estar norteados por la preocupación en relación a la conservación de los recursos naturales, de la estructura del bosque y de sus funciones; y al mantenimiento de la diversidad biológica y al desarrollo socioeconómico de la región. Esa ley crea además la modalidad de concesión forestal, que es la delegación onerosa, hecha por el poder concedente, del derecho de practicar manejo forestal sustentable para explotación de productos y servicios en una unidad de manejo, mediante licitación, a la persona jurídica, en consorcio o no, que atienda las exigencias de los respectivos pliegos de licitación y demuestre capacidad para su desempeño, por su cuenta y riesgo y por un plazo determinado. Se busca así agregar sustentabilidad y control del Estado sobre la explotación maderera comercial.

Así, se buscó reglamentar la explotación del bosque y de las demás formas de vegetación arbórea para el uso alternativo del suelo en la Amazonia. La legislación forestal brasileña además establece como obligatoria la reposición forestal, que es la compensación del volumen de materia prima extraída de la vegetación natural por el volumen de materia prima que es resultado de un plantío forestal para la generación de stock o recuperación de cobertura forestal. Es obligada a la reposición forestal la persona física o jurídica que utiliza materia prima forestal oriunda de la supresión de vegetación natural y que posea autorización de supresión de vegetación natural<sup>180</sup>.

Los principales escollos para el manejo forestal sustentable son económicos, sociales, técnicos e institucionales. Los mayores problemas identificados son la baja rentabilidad del manejo, y en algunos casos eso se debe, principalmente, a la competencia de la madera extraída de forma predatoria,

178 Artículo 3º, inciso VI de la Ley nº 11.284/06.

179 Tal artículo está en conformidad con el artículo 4.1.d de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, que dispone que todas las Partes, de acuerdo a sus responsabilidades comunes pero diferenciadas, y sus prioridades de desarrollo, objetivos y circunstancias específicas, nacionales y regionales, deben "promover la gestión sustentable, así como promover y cooperar en la conservación y fortalecimiento, conforme el caso, de sumideros y reservorios de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, incluyendo la biomasa, los bosques y los océanos, como también otros ecosistemas terrestres, costeros y marítimos."

180 Decreto nº 5.975, del 30 de noviembre del 2006.

y a la tendencia de conversión de las áreas naturales de bosques en áreas de producción agropecuaria.

Además, aunque el país haya ganado una larga experiencia en técnicas de silvicultura y de biotecnología con plantíos subtropicales, tales técnicas innovadoras de manejo están restringidas a las regiones Sur y Sudeste, no habiendo sido aún extendidas a los recursos forestales de la Amazonia. Debe además considerarse que hay pocos centros de capacitación técnica y trabajadores cualificados para tal actividad en la región.

Uno de los factores de complejidad y de alto costo de la implementación de manejos forestales en áreas tropicales, es la alta diversidad de especies (*ssp*) arbóreas. Mientras los planes de manejo en áreas templadas son promovidos para soportar 30 *ssp*/ha, en los bosques tropicales húmedos esos planes tienen que ser concebidos para soportar cerca de 400 *ssp*/ha. La diversidad de especies implica una menor densidad de individuos de una misma especie, lo que hace que el manejo forestal sea menos productivo que si fuese concebido para pocas especies.

### *Distribución de Tierras y Cuestiones Macroeconómicas*

Según datos del IBGE, en el marco de la distribución de tierras de esa región, un 24% del territorio son reclamados como área privada; un 29% son áreas legalmente protegidas, incluyendo las Unidades de Conservación y Tierras Indígenas, y un 47% son tierras públicas y/o desocupadas sobre las cuales la supervisión del Poder Público es aún incipiente.

La ausencia de un ordenamiento territorial y de regularización del territorio en este gran volumen de tierras públicas, combinada con la fragilidad de la presencia del Estado, incentiva la apropiación ilegal<sup>181</sup> y otras formas de ocupación indebida de la tierra, estimulando la explotación predatoria de los recursos naturales y la impunidad de los crímenes ambientales. Este cuadro tiene consecuencias sociales importantes, ya que contribuye, decisivamente, al crecimiento de conflictos derivados de la disputa por la tierra, en los cuales, historicamente, han llevado ventaja los sectores más capitalizados, favoreciendo la concentración de tierras en la región (BRASIL, 2004b).

El problema de la distribución de tierras está directamente relacionado al problema de las actividades primarias en

181 Esa práctica es conocida como "grilagem", que hace referencia a la apropiación indebida de tierras públicas por medio de la falsificación de documentos. Varios son los intereses en juego para la existencia de esa práctica criminal: especulación inmobiliaria, venta de recursos naturales del lugar (principalmente madera), lavado de dinero y hasta captación de recursos financieros.

la Amazonia. Brasil tiene un serio problema de distribución de tierras, pues las grandes propiedades con más de 10 mil hectáreas representan más del 40% de las tierras productivas. Debido a esa desigual distribución, millares de familias no tienen acceso a la tierra, lo que llevó, en las últimas décadas, a una situación de enorme presión política para que se promueva una reforma agraria y, consecuentemente, una búsqueda de nuevas fronteras de expansión agrícola.

El peso relativo de los inmuebles del área igual o superiores a 10.000 ha se muestra bastante acentuado en la región Norte. En 1966, el porcentaje del área de los inmuebles rurales con 10.000 ha o más era del 35,9% en la región Norte, llegando al 56,3% en 1978, y representando al 47,4% en 1992<sup>182</sup>.

La Constitución Federal de 1988 buscó establecer los fundamentos para cambiar ese patrón. La Constitución dispone que<sup>183</sup> la propiedad atenderá a su función social, y dispone además<sup>184</sup> que “le compete a la Unión desapropiar, por interés social, y para fines de reforma agraria, inmueble rural que no esté cumpliendo con su función social”. A pesar de que la norma que contiene el principio de la función social de la propiedad incide inmediatamente, o sea, es de aplicabilidad inmediata, como lo son todos los principios constitucionales, este es un tema que aún suscita dudas. La Constitución además dispone<sup>185</sup>, que “la destinación de tierras públicas y desocupadas será compatibilizada con la política agrícola y con el plan nacional de reforma agraria”.

De esa forma, en la Amazonia, principalmente en la década de 1980 y comienzo de la década de 1990, se verificó una política de titulación y privatización de tierras públicas con cobertura forestal. Además, el hecho de tener una gran área de bosque en una propiedad facilitaba su caracterización como improductiva para efecto de la reforma agraria. Aunque esa distorsión haya sido revista en los últimos años, un 80% de las tierras destinadas a la reforma agraria están localizadas en la Amazonia Legal.

A lo largo de las últimas décadas, la Amazonia ha sido priorizada por el Gobierno Federal para la creación de asentamientos rurales. La falta de planificación territorial adecuada por parte del Instituto Nacional de Colonización y Reforma Agraria - INCRA, y por los órganos territoriales a nivel estadual ha derivado en la creación de asentamientos en lugares inadecuados. En precarias condiciones de sobrevivencia, muchos productores familiares acaban por abandonar sus áreas en busca de empleo o tierras en nuevos frentes de ocupación en la Amazonia. Los compradores

de esas áreas (generalmente comerciantes locales, madereros y ganaderos, el inclusive colonos exitosos) adquieren tierras por medio de transacciones informales. Como resultado de ese proceso de (re)concentración territorial en los asentamientos de reforma agraria, se observan tendencias de aumento de la deforestación, asociada a la expansión de la pecuaria extensiva (BRASIL, 2004b).

Esa evaluación es necesaria para que se entienda la relación entre la tasa de deforestación en la región, la estructura de tierras y las cuestiones macroeconómicas. En Brasil, las variaciones en la tasa de deforestación pueden ser influenciadas por diversos factores, entre los cuales se destacan las presiones poblacionales, la existencia de crisis económicas y los conflictos sociales, inestabilidad política e inseguridad jurídica presente en determinadas áreas específicas en la región. El conjunto de esos factores en Brasil tuvo como resultado un aumento en la tasa de deforestación para un record histórico en el período 1994-1995: 29.059 km<sup>2</sup> de la Floresta Amazónica (INPE, 2010<sup>186</sup>). Eso representa un aumento del 38% en relación a la media de la tasa anual de deforestación bruta observada en el período 1978-89, de 21.130 km<sup>2</sup>.

Adicionalmente, la existencia de actividades de explotación de maderas en la Amazonia por medio de operaciones ilegales<sup>187</sup> de madereras, tanto extranjeras como nacionales, demuestra además la necesidad del fortalecimiento institucional de los órganos de fiscalización, gestión y ordenamiento territorial en la Amazonia.

### 3.9.2 Medidas contra la Deforestación

#### *Medidas Legales*

El levantamiento de datos para un informe producido por la entonces Secretaría de Asuntos Estratégicos - SAE, y la tasa anual de deforestación bruta publicada por el INPE<sup>188</sup> ofrecieron datos que sensibilizaron al gobierno y lo llevaron a adoptar acciones para revertir tal escenario<sup>189</sup>. A partir de julio de 1996 el gobierno estableció el “Paquete Amazónico”, que preveía dos acciones de emergencia.

186 Vide: [http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes\\_1988\\_2009.htm](http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2009.htm)

187 La operación ilegal de madereras extranjeras fue identificada porque 22 de esas empresas declararon que tenían 508.000 hectáreas y que estaban explotando apenas 186.000 hectáreas. Sin embargo, con esos datos, ecologistas calcularon que ellos podrían extraer apenas 6 millones de metros cúbicos de madera legal, mientras que, de hecho, ellos estaban declarando una producción de 30 millones de metros cúbicos. Una inspección más cuidadosa promovida por la SAE (Vide nota de pie de página anterior) mostró que apenas 8 madereras tenían 1,9 millón de hectáreas de bosque, lo que es cuatro veces mayor que el área total declarada por las 22 compañías juntas.

188 Vide en esta Parte la sección, 3.10.1 sobre el Prodes.

189 El informe elaborado por la Secretaría de Asuntos Estratégicos fue publicado en 1997, aunque las investigaciones, anteriormente levantadas sirvieron como base para las medidas legales en 1996.

182 INCRA, Atlas Territori al Brasileño, 1996.

183 Artículo 5º, inciso XXIII.

184 Artículo 184.

185 Artículo 188.

La primera acción de emergencia<sup>190</sup> dispone sobre la suspensión de nuevas autorizaciones para explotación forestal y establece una moratoria de dos años en la concesión de licencias para la explotación de dos especies: *mogno* (*Swietenia macrophylla*) y *virola* (*Virola surinamensis*). En junio de 1998 el gobierno renovó la moratoria por otros dos años<sup>191</sup>. Tal tema aún se encuentra igualmente en discusión en el ámbito del Tratado de Cooperación Amazónica - TCA, dentro de los objetivos de la política regional para el *mogno*. Posteriormente el *mogno* pasó a tener protección internacional por medio de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de la Fauna Salvaje y de la Flora - CITES.

La segunda acción<sup>192</sup> restringió el corte raso en la Amazonia, aumentando de un 50% a un 80% la reserva legal en la región. Tal medida ya fue reeditada 67 veces<sup>193</sup>, lo que le ha dado vigencia hasta su revocación por Medida Provisoria o deliberación definitiva del Congreso Nacional.

Otro aspecto legal relevante para el control de la deforestación es la Ley de Crímenes Ambientales<sup>194</sup>. Esa ley consolida la legislación ambiental, con la tipificación de los crímenes y de las infracciones ambientales y sus respectivas penas, debidamente estipuladas. Así, el cumplimiento del Código Forestal no se restringirá al aspecto económico, sino que tendrá también consecuencias más serias para individuos y empresas.

En el año 2000 fue creado el Sistema Nacional de Unidades de Conservación - SNUC<sup>195</sup>. La implementación y consolidación de unidades de conservación ya ocurría anteriormente a esa ley, aunque se intensificó después de esa medida legal y acabó probando que es efectiva en el combate a la deforestación por dar destinación a áreas sujetas a procesos de apropiación ilegal.

En el 2002, el Gobierno Federal lanzó el Programa Áreas Protegidas de la Amazonia - ARPA, con una duración prevista de diez años, para expandir, consolidar y mantener una parte del SNUC en el Bioma Amazonia, protegiendo, por lo menos, 50 millones de hectáreas y promoviendo el desarrollo sustentable de la región.

190 Establecida por medio del Decreto Presidencial n° 1.963/1996.

191 Esa moratoria fue prorrogada hasta el año 2001 para la explotación del mogno.

192 Medida Provisoria n° 1.511, del 25 de julio de 1996, que, entre otras providencias, da nueva redacción al artículo 44 de la Ley n° 4.771, del 15 de septiembre de 1965. La Medida Provisoria n° 2.166, del 24 de agosto del 2001, también altera significativamente los arts. 1°, 4°, 14, 16 y 44, y agrega dispositivos a la Ley n° 4.771, del 15 de septiembre de 1965.

193 Bajo el n° 2166/01, fue alcanzada por la Enmienda Constitucional n° 32/2001.

194 Ley n° 9605/1998

195 Vide en esta Parte la sección 3.11, sobre el Sistema Nacional de Unidades de Conservación.

El ARPA funciona buscando identificar áreas que sean más importantes para representar muestras de la diversidad de la ecología amazónica; promoviendo la creación y consolidación de unidades de conservación de protección integral y de uso sustentable, articuladas en conjuntos (mosaicos) de áreas protegidas; desarrollando estrategias de sustentabilidad financiera de las unidades de conservación a largo plazo; contemplando el apoyo al desarrollo de las comunidades locales; evaluando la efectividad de las áreas protegidas; y monitoreando la conservación de la diversidad biológica.

La segunda fase del Programa Áreas Protegidas de la Amazonia (2009-2012) tiene como meta la creación de 20 millones de hectáreas de nuevas áreas (10 millones de hectáreas de protección integral y 10 millones de hectáreas de uso sustentable), alcanzando 60 millones de hectáreas de unidades de conservación en la Amazonia hasta el 2012. La ejecución financiera es de responsabilidad del Fondo Brasileño para la Biodiversidad - Funbio, y cuenta con recursos de donaciones del GEF - gerenciado por el Banco Mundial -, del Banco de Crédito para la Reconstrucción y el Desarrollo Alemán - KfW, y de la Red WWF, por medio del WWF -Brasil, además de la cooperación técnica de la Agencia de Cooperación Técnica Alemana - GTZ.

Entre los principales resultados de las acciones de Fomento a las Actividades Productivas en el período 2004-2008, se destaca la aprobación de la ley<sup>196</sup> que dispone sobre la gestión de Bosques Públicos, la implementación del sistema de concesión forestal, el aumento de 300 mil a 3 millones de hectáreas de bosques manejados con certificación independiente en la Amazonia, y la creación del Distrito Forestal Sustentable de la ruta BR 163.

Otro instrumento importante instituido por medio de la Ley sobre Gestión de Bosques Públicos para la producción sustentable, fue el Registro Nacional de Bosques Públicos - CNFP. El CNFP está formado por el registro de bosques públicos de la Unión, por los registros de bosques públicos de los estados, del Distrito Federal y de los municipios, y estará interconectado al Sistema Nacional de Registro Rural. Su objetivo es reunir datos georreferenciados sobre los bosques públicos brasileños, para ofrecer a los gestores públicos y a la población en general una base confiable de mapas, imágenes y datos con informaciones relevantes para la gestión forestal, condicionando los procesos de destinación comunitaria, la creación de unidades de conservación, la realización futura de las concesiones forestales, y contribuyendo a la transparencia de las informaciones forestales y a la participación social en los procesos de gestión.

196 Ley n° 11.284/2006.

Esa ley dispone sobre la Gestión de Bosques Públicos para la producción sustentable; instituye, en la estructura del Ministerio de Medio Ambiente, el Servicio Forestal Brasileño - SFB; crea el Fondo Nacional de Desarrollo Forestal - FNDF; además de alterar otras leyes<sup>197</sup>.

Por otro lado, es importante destacar la ley<sup>198</sup> que dispone sobre la regularización territorial de las ocupaciones incidentes en tierras situadas en áreas de la Unión, en el ámbito de la Amazonia Legal. Esa ley, aunque precise ajustes, es un paso importante para la solución de la cuestión de tierras en la Amazonia, que es uno de los principales problemas estructurales de la deforestación.

Otra medida relevante es el Programa Federal de Apoyo a la Regularización Ambiental de Inmuebles Rurales, denominado "Programa Más Ambiente"<sup>199</sup>. El decreto de creación del Programa busca la implementación del Código Forestal en el territorio nacional, por medio de informaciones georreferenciadas sobre reservas legales y áreas de preservación permanente, con el compromiso posterior de regularización de esas áreas por parte de los detentores de inmuebles rurales.

### **Medidas Administrativas**

A pesar de la importancia de esas medidas, la eficacia de las mismas está condicionada a un perfeccionamiento del esquema de fiscalización, de capacitación y de monitoreo de la Amazonia (auditorías, descentralización, capacitación humana e institucional, informatización, educación, etc.).

Es fundamental el desarrollo de un sistema de fiscalización de deforestación más efectivo en la Amazonia, para incluir acciones que busquen direccionar la explotación y la utilización de los recursos naturales para la legalidad, por medio de la aplicación de instrumentos legales. En ese sentido, la fiscalización es una importante herramienta de preservación, con la finalidad de coordinar, ejecutar y hacer ejecutar las determinaciones del poder público.

Además, un nuevo esquema de fiscalización direccionado a auditorías en grandes madereras ha sido implementado por el Ibama, el cual pretende ser más efectivo que el aumento de oficiales del Ibama *in loco*. El esquema anterior mostró ser ineficiente a largo plazo. El aislamiento de los oficiales gubernamentales trabajando en el medio del bosque ha sido un obstáculo para una acción efectiva.

Otro elemento importante en el combate a la degradación ambiental es la creciente capacitación tecnológica del país. El monitoreo del Bosque Amazónico realizado por el INPE le permite al Ibama implantar un sistema de identificación y acompañamiento de la dinámica de la deforestación, lo que amplía la eficacia de la utilización de los diferentes instrumentos legales disponibles para controlar la acción antrópica en la región.

La fiscalización del Ibama ganó en calidad con la utilización de nuevas tecnologías, como los sensores remotos, imágenes de satélite, localización georreferenciada y sensores aerotransportados, pues ahora las acciones son planificadas con antecedencia y más direccionadas.

La divulgación anual de los datos sobre deforestación constituye una medida fundamental para orientar la planificación de las acciones políticas y figuran como importantes instrumentos disponibles para el Gobierno Federal y para la sociedad brasileña.

### **Medidas Económicas**

Debe tenerse consciencia de que la finalidad de todas esas normas legales, medidas de fiscalización, programas e innovaciones tecnológicas, es buscar un cambio de paradigma del modelo de explotación económica del Bosque Amazónico.

Entre las acciones económicas que pueden mejorar la implementación del "Paquete Amazónico", está el Protocolo Verde<sup>200</sup> y los incentivos para el manejo sustentable en las áreas especiales protegidas de uso indirecto, conocidas como Bosques Nacionales - Flona.

El Protocolo Verde es una declaración de principios firmada por los bancos públicos brasileños, para garantizar que los proyectos de desarrollo financiados por inversiones públicas sean ambientalmente sustentables y de acuerdo a la legislación ambiental.

La Política Nacional de Medio Ambiente<sup>201</sup> dice que, sin perjuicio de las penalidades definidas por la legislación federal, estadual y municipal, el no cumplimiento de las medidas necesarias para la preservación o corrección de los inconvenientes y daños por la degradación de la calidad ambiental sujetará a los transgresores a la pérdida o restricción de incentivos y beneficios fiscales concedidos por el Poder Público, y a la pérdida o suspensión de participación en líneas de financiamiento en establecimientos oficiales de crédito.

197 Leyes n° 10.683/2003, 5.868/1972, 9.605/1998, 4.771/1965, 6.938/1981, y 6.015/1973.

198 Ley 11.952, del 26 de junio del 2009. Esta ley altera las Leyes n° 8.666, del 21 de junio de 1993, y 6.015, del 31 de diciembre de 1973; y da otras providencias.

199 Decreto n° 7029/2009.

200 Vide en esta Parte la sección 3.14, sobre Medidas de Carácter Financiero y Tributario.

201 El artículo 14 de la Ley n° 6.938/1981, en su caput e incisos II y III.

El sistema de financiamiento público ha sido uno de los responsables por la degradación ambiental y por la conversión insustentable de hábitats naturales. Así, el ajuste de las políticas y prácticas financieras constituye un paso fundamental en la promoción del desarrollo y de la conservación del medio ambiente. Los impactos del Protocolo Verde aún deberán ser claramente evaluados, pero si las preocupaciones ambientales son verdaderamente institucionalizadas en las prácticas financieras, como es dispuesto en el Protocolo Verde, las instituciones financieras nacionales pueden representar un instrumento efectivo para el cumplimiento de la legislación y de los programas ambientales. Esa estrategia ha alcanzado un relativo éxito en las instituciones financieras internacionales.

Una de las medidas más eficaces de reducción de la deforestación fue la introducción de criterios ambientales para el crédito rural en el bioma Amazonia<sup>202</sup>. Por medio de esa medida pasaron a ser exigidos en las operaciones de financiamiento el Certificado de Registro de Inmueble Rural - CCIR vigente; así como la licencia, certificado, o documento similar comprobatorio de la regularidad ambiental, vigente, del inmueble donde será implantado el proyecto a ser financiado, expedido por el órgano estadual responsable; o, por lo menos, una declaración de recibo de la documentación exigible para fines de regularización ambiental del inmueble, emitido por el órgano estadual responsable.

Vale también citar las iniciativas del sector privado, como la "Moratoria de la Soja" y el "Grupo de la Ganadería Sustentable", que buscan agregar la sustentabilidad y la rastreabilidad de la producción debido a las presiones del mercado.

Otra acción que conjuga las preocupaciones concernientes a los incentivos económicos y a la mejoría en la fiscalización son los proyectos Flona. Los Bosques Nacionales son áreas de dominio público, sometidas a la condición de inalienabilidad e indisponibilidad, en parte o en todo, constituyéndose como bienes de la Unión, con cobertura vegetal nativa o plantada, establecidas con los siguientes objetivos: 1) promover el manejo de los recursos naturales, con énfasis en la producción de madera y otros productos vegetales; 2) garantizar la protección de los recursos hídricos, de la belleza de los paisajes y de los lugares históricos y arqueológicos; 3) fomentar el desarrollo de la investigación científica básica y aplicada, de la educación ambiental y de las actividades de recreación, esparcimiento y turismo. El objetivo básico es aumentar el área en la Amazonia bajo control del Estado (21% del área de la Amazonia en territorio brasileño pertenece al Gobierno Federal), reservándola para fines de forestación y promoviendo su uso de forma sustentable<sup>203</sup>.

202 A través de la Resolución nº 3545 del Banco Central.

203 De acuerdo al decreto nº 1.289/1994.

El proyecto de las Flona representa, de un lado, un atractivo a los emprendedores madereros, que pasan a contar con la posibilidad de explotar recursos que no están en sus propiedades privadas, pudiendo facilitar la explotación de la madera legal. Por otro lado, las Flona pueden tornarse áreas de fomento a la investigación de nuevas técnicas de manejo forestal que institutos de investigación y ONG's - tales como WWF - han desarrollado, pero que pueden no ser fácilmente diseminadas o implementadas por emprendedores resistentes a cambiar sus métodos tradicionales, a menos que sean obligados a eso o reciban beneficios económicos por esa acción.

La anulación de las concesiones forestales que el Ibama ya había hecho, juntamente a las disposiciones garantizando que apenas las actividades forestales sustentables sean permitidas en el futuro<sup>204</sup>, además del avance en la institución de Flona, deben representar una primera iniciativa para la efectiva implementación del "Paquete Amazónico". Para que el mismo se consolide a largo plazo, se depende de tres medidas básicas: una amplia revisión del sistema de adquisición de tierras, que aún permite que compañías privadas (nacionales e internacionales) tengan enormes extensiones de tierra en Brasil; la realización de un levantamiento para evaluar si las reservas legales de aquellas propiedades han sido oficialmente garantizadas, teniendo en cuenta que la efectiva implementación de las reservas legales en la región tuvo como resultado una significativa contribución para la conservación de la cobertura vegetal en Brasil; la implementación de una amplia campaña para informar a los consumidores internacionales sobre la existencia de más de 100 especies de árboles tropicales para uso comercial - además del *mogno* - para que los cambios en el manejo de proyectos forestales puedan ser impulsados por el mercado internacional.

En el 2002 había 59 Bosques Nacionales, ocupando una área de más de 16 millones de hectáreas. Ese número subió a 77 Flona en el 2009, alcanzando casi 23 millones de hectáreas<sup>205</sup>. En esas áreas, el gobierno podrá ser capaz de hacer una mejor supervisión y permitir el desarrollo de sistemas forestales y de actividades extractivistas sustentables.

Otro paso importante dado en el proceso de elaboración y revisión de normas e instrumentos de gestión forestal, y que tiene base económica, es la ley<sup>206</sup> que reglamenta el Impuesto sobre la Propiedad Territorial Rural - ITR, que favorece el manejo y la reposición forestal, incluyendo mecanismos de política forestal en el cálculo del impuesto sobre la tierra<sup>207</sup>.

204 De acuerdo al artículo 3º de la Medida Provisoria nº 1.511-16/1997.

205 Vide en esta Parte la sección 3.11, sobre Sistema Nacional de Unidades de Conservación - SNUC

206 Ley nº 9.393/1996

207 Vide en esta Parte la sección 3.14, sobre Medidas de Carácter Financiero y Tributario.

El ITR, de cobranza anual, incide sobre la propiedad, el dominio útil o la posesión de área continuada, formada por una o más parcelas de tierra, localizada fuera de la zona urbana del municipio, o sea, en la zona rural. De acuerdo a esta ley, para los efectos de cálculo del impuesto debido, se considerará el valor del inmueble, excluidos los valores relativos a construcciones, instalaciones y otras reformas; cultivos permanentes y temporarios; pastajes cultivados y mejorados; y bosques plantados.

El área sobre la cual debe incidir el impuesto es considerada el área total del inmueble, menos las áreas<sup>208</sup>:

- a) de preservación permanente<sup>209</sup> y de reserva legal,<sup>210 211</sup>
- b) de interés ecológico para la protección de los ecosistemas, así declaradas mediante acto del órgano competente, federal o estadual, y que amplíen las restricciones de uso previstas en el ítem anterior;
- c) comprobadamente inservibles para cualquier explotación agrícola, pecuaria, granjera, acuícola o forestal, declaradas de interés ecológico mediante acto del órgano competente, federal o estadual.

Esa decisión estimula iniciativas importantes como la creación de una reserva legal y áreas de preservación permanente, la adopción de manejo forestal y la ampliación de unidades contempladas en la programación específica de Reservas Particulares de Patrimonio Natural - RPPNs.

208 La Medida Provisoria n° 2.166-67, de 24 de agosto del 2001, da nueva redacción al artículo 10 de la Ley n° 9.393/96, disponiendo que las áreas bajo régimen de dependencia forestal también deben ser excluidas del área total del inmueble para cálculo del ITR. De acuerdo a la misma medida provisoria, que agrega disposición al artículo 44 de la Ley n° 4.771/65, Del propietario rural podrá instituir dependencia forestal, mediante la cual voluntariamente renuncia, en carácter permanente o temporario, a derechos de supresión o explotación de la vegetación nativa, localizada fuera de la reserva legal y del área con vegetación de preservación permanente. La limitación al uso de la vegetación del área bajo régimen de dependencia forestal debe ser, como mínimo, la misma establecida para la reserva legal.

209 La Medida Provisoria n° 2.166-67, también define el área de preservación permanente como el "área protegida en los términos de los arts. 2° y 3° del Código Forestal, cubierta o no por vegetación nativa, con la función ambiental de preservar los recursos hídricos, el paisaje, la estabilidad geológica, la biodiversidad, el flujo génico de la fauna y de la flora, proteger el suelo y garantizar el bienestar de las poblaciones humanas".

210 La Medida Provisoria n° 2.166-67, del 24 de agosto del 2001, también da nueva redacción al artículo 1° de la Ley n° 4.771/1965, en el cual define al área de reserva legal como el "área localizada en el interior de una propiedad o posesión rural, exceptuada la de preservación permanente, necesaria para el uso sustentable de los recursos naturales, para la conservación y rehabilitación de los procesos ecológicos, para la conservación de la biodiversidad y para el abrigo y protección de la fauna y de la flora nativas".

211 Previstas en la Ley n° 4.771, del 15 de septiembre de 1965, en redacción dada por la Ley n° 7.803, del 18 de julio de 1989. Debe ser considerada la redacción de la Medida Provisoria n° 2.166-67, del 24 de agosto del 2001.

Debe también registrarse que fue establecida una línea de crédito intitulada Pro-Recuperación, basada en la reducción de las tasas de interés a un 4% al año<sup>212</sup>, para financiamientos en el ámbito de los "Fondos Constitucionales" destinados a la regularización y recuperación de áreas de reserva legal y de preservación permanente degradadas. Otra medida, en el ámbito de esa medida provisoria, fundamental en el contexto de la transición para la sustentabilidad y legalidad de los establecimientos rurales, es la posibilidad de utilización del bosque como garantía para el financiamiento del manejo forestal sustentable y también para la reforestación, lo que también impactará positivamente en otras regiones del país.

Otra importante medida financiera en relación a la cual había gran expectativa, fue la creación del Fondo Amazonia<sup>213</sup>.

### *Estrategia de Acción Política*

La formulación y la ejecución de una estrategia de acción, de alcance regional y amplitud social, requieren una postura innovadora del Gobierno Federal: oír a todos los segmentos involucrados en el problema, identificar propuestas y negociar soluciones en busca de consenso por medio de la elaboración de agendas positivas con los estados brasileños integrantes de la Amazonia.

La elaboración de una agenda positiva presupone que problemas como deforestaciones y quemadas no serán solucionados solamente por medio de la fiscalización, sino por un esfuerzo articulado de diversos segmentos de la sociedad, presentando alternativas que generen empleo y riqueza, de forma sustentable, contribuyendo a la solución de crisis económicas y ambientales a partir de directrices políticas.

El Decreto Presidencial del 3 de julio del 2003 instituyó el Grupo Permanente de Trabajo Interministerial para la Reducción de los Índices de Deforestación de la Amazonia Legal, con la finalidad de proponer medidas y coordinar acciones que busquen la reducción de los índices de deforestación en la Amazonia Legal, por medio de los siguientes instrumentos:

- ordenamiento territorial en los Municipios que componen el llamado Arco de Deforestación (Figura 3.3)<sup>214</sup>;

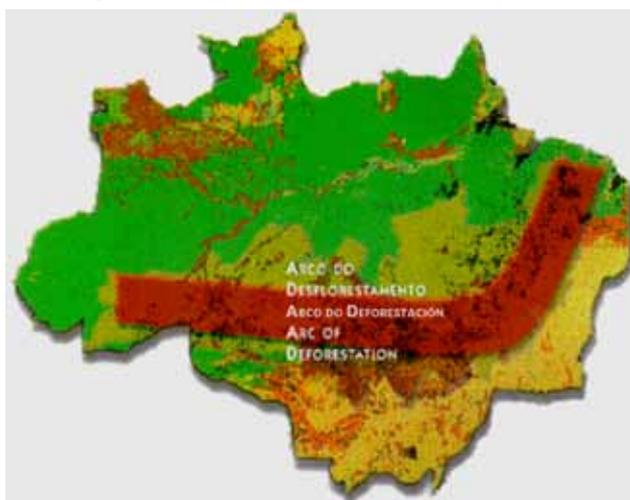
212 Hecha por medio de la Medida Provisoria n° 432/2008 (convertida en la Ley n° 11.775, del 17 de septiembre del 2008).

213 Creado por el Decreto n° 6.527, del 1° de agosto del 2008. Vide en esta Parte la sección 3.14.4, sobre el Fundo Amazonia.

214 Vide en esta Parte la sección 3.12.1, sobre el Programa de Prevención y Control de Quemadas e Incendios Forestales en el Arco de Deforestación - Proarco.

- incentivos fiscales y crediticios con el objetivo de aumentar la eficiencia económica y la sustentabilidad de áreas ya deforestadas;
- procedimientos para la implantación de obras de infraestructura ambientalmente sustentables;
- generación de empleo y riqueza en actividades de recuperación de áreas alteradas;
- incorporación al proceso productivo de áreas abiertas y abandonadas y manejo de las áreas forestales;
- acción integrada de los órganos federales responsables por el monitoreo y la fiscalización de actividades ilegales en el Arco de Deforestación; y
- otros que sean juzgados pertinentes.

**Figura 3.3 Municipios con mayores tasas de deforestación en la Amazonia, que forman el “Arco do Deforestación”.**



Fuente: Ibama, 1998.

Ese grupo es coordinado por la Casa Civil de la Presidencia de la República y está compuesto por 13 Ministerios, estableciendo como una de sus principales medidas el Plan de Acción para la Prevención y Control de la Deforestación en la Amazonia Legal - PPCDAM.

Ese plan tiene como objetivo general promover la reducción de las tasas de deforestación en la Amazonia brasileña, por medio de un conjunto de acciones integradas de ordenamiento territorial, de monitoreo y control, de fomento a actividades productivas sustentables e infraestructura, incluyendo la cooperación entre órganos federales, gobiernos estatales, gobiernos municipales, entidades de la sociedad civil y el sector privado. La creación del PPCDAM en el 2003 tuvo como resultado una gradual y significativa reducción de la deforestación a partir del 2004.

El PPCDAM está dividido en 3 ejes principales de actividades:

*Eje Ordenamiento Suelo y Territorios* – Las políticas relacionadas a ese eje en la Amazonia brasileña, definidoras de normas sobre los derechos de acceso a la tierra y de directrices para el uso y explotación de los recursos naturales, tienen una fuerte influencia sobre la dinámica de la deforestación, de las quemadas y de la explotación maderera ilegal en la región. Los objetivos específicos de las acciones estratégicas de ordenamiento territorial en la Amazonia brasileña, son:

- Provisión al Estado brasileño de instrumentos legales, técnicos y políticos, buscando garantizar el ordenamiento territorial en bases sustentables;
- Promover el combate de la posesión ilegal de tierras públicas y otras formas de apropiación indebida y promover acciones de regularización territorial, con prioridad para las áreas críticas del Arco de Deforestación;
- Implementar el Programa Nacional de Reforma Agraria, observando las características sociales, culturales y ambientales de la región;
- Revisar las políticas de utilización y destinación de tierras públicas contemplando los principios del desarrollo sustentable;
- Promover la ampliación y consolidación de Unidades de Conservación y Tierras Indígenas, con prioridad para las áreas críticas de deforestación;
- Implementar acciones de ordenamiento territorial y desarrollo local sustentable en áreas prioritarias del Arco de Deforestación;

Entre los principales resultados alcanzados a partir de las acciones de Ordenamiento del Suelo y Territorios en el período 2004-2008, se destaca la creación de un cinturón verde de Unidades de Conservación - UCs (cerca de 26 millones de hectáreas), a lo largo de la frontera de deforestación, en áreas bajo intensa deforestación y conflictos territoriales. Adicionalmente, fueron homologadas cerca de 10 millones de hectáreas en Tierras Indígenas; fueron adoptados nuevos criterios para la asignación de tierras públicas y millares de ocupantes tuvieron el Certificado de Registro del Inmueble Rural cancelado.

*Eje Monitoreo y Control Ambiental* – El Plan propone un conjunto de acciones integradas que puedan traducir a corto, mediano y largo plazo, una efectiva y definitiva presencia del Estado en la Amazonia. Además del perfeccionamiento de todo el sistema normativo ambiental, la integración de

los trabajos es esencial y debe contemplar las competencias institucionales de cada uno de los participantes y las necesidades para enfrentar problemas de forma integrada, por medio de la cooperación. Se propone además el desarrollo de una serie de iniciativas de sensibilización y movilización social orientadas a la prevención de daños ambientales relacionados a la deforestación y quemadas, integradas a las acciones propuestas por el Subgrupo de Fomento a las Actividades Productivas Sustentables.

Así, fueron definidos los siguientes objetivos específicos en relación al tema Monitoreo y Control:

- reducir la deforestación ilegal y otros ilícitos ambientales en áreas críticas, haciendo efectiva la presencia del Estado por medio de acciones de monitoreo, licenciamiento y fiscalización, contemplando las necesidades de fortalecimiento de la cooperación entre la Unión, los estados y los municipios, y de participación activa de la sociedad;
- mejorar la sistematización y disseminación de informaciones actualizadas provenientes del monitoreo de la deforestación, de las quemadas y de la explotación maderera, como subsidio para acciones de licenciamiento y fiscalización, además de la participación de la sociedad en su acompañamiento;
- contribuir al perfeccionamiento de procedimientos de licenciamiento ambiental, superando escollos identificados en términos legales y operacionales; y
- combatir el crimen ambiental, junto a los demás ilícitos asociados al mismo, creando una cultura de "fiscalización ambiental integrada".

Entre los principales resultados de las acciones estratégicas de Monitoreo y Control en el período 2004-2008, se destacan el desarrollo y la consolidación de sistemas de monitoreo de la deforestación (Prodes, Deter y Detex), y el mejoramiento de las acciones de fiscalización del Ibama, a partir de una metodología de identificación de las áreas prioritarias para fiscalización, teniendo como resultado una expresiva aprehensión de volúmenes de madera en forma de troncos y de equipamientos.

***Eje Fomento a Actividades Productivas Sustentables*** - Las propuestas definidas para este eje consideraron las siguientes recomendaciones: el Gobierno Federal, en colaboración con los gobiernos estatales y municipales, debería centrar su política de fomento agrícola en el aumento de la productividad de las tierras ya deforestadas, junto a la incor-

poración de las áreas abandonadas al proceso productivo; debería haber una promoción de opciones económicas que pudiesen convivir con el bosque y la biodiversidad, o que necesitasen del bosque para subsistir; finalmente, debería haber una promoción de la recuperación de las áreas de preservación permanente y de reserva legal, conforme es establecido en el Código Forestal.

A partir de esas consideraciones, fueron establecidos los siguientes objetivos generales:

- contribuir al desarrollo sustentable de la región;
- promover la agricultura familiar sustentable;
- promover la recuperación de las áreas degradadas;
- promover la producción forestal sustentable (maderera y no maderera) comunitaria y empresarial;
- promover la intensificación de la agropecuaria en áreas ya deforestadas con bases sustentables.

A partir del 2008, el PPCDAM (BRASIL, 2004b) inauguró un nuevo nivel de relacionamiento con los estados de la Amazonia, apoyando la elaboración de Planes Estadales de Prevención y Control de la Deforestación. Esos Planes siguen los mismos principios y directrices del Plan a nivel federal, y establecerán metas de reducción de deforestación, constituyendo instrumentos fundamentales en el enfrentamiento a la problemática del cambio climático. Los estados con Planes Estadales tendrán un lugar en el Comité Orientador del Fondo Amazonia. La nueva fase del PPCDAM (2008-2012) está caracterizada por una estrategia que puede ser resumida como la responsabilidad compartida por el control de la deforestación, incluyendo a estados, municipios, sector privado y sociedad civil. En ese sentido, hay medidas vinculadas a la sustentabilidad del financiamiento agropecuario y de monitoreo de los eslabones de las cadenas productivas. Una de las grandes líneas de acción es el registro ambiental rural, que les permitirá a los estados y municipios más eficacia en el monitoreo de su cobertura vegetal, la posibilidad de responsabilizar a aquellos que practican ilícitos relacionados al no cumplimiento del Código Forestal, además de constituir la base para una estrategia de transición para la sustentabilidad de las actividades productivas.

A partir del 2008, pasó a ser divulgada una lista de los municipios con mayores índices de deforestación en la Amazonia, con 36 municipios en aquel año y 42 en el 2009. Para salir de la lista, los municipios deben tener, por lo menos, un

80% de sus propiedades registradas en un sistema georreferenciado de Registro Ambiental Rural - CAR, y demostrar la reducción de la deforestación.

Además del PPCDAM a nivel nacional, algunos estados ya crearon o están creando sus propios planes estatales de combate a la deforestación, como es el caso de los estados de Mato Grosso, Pará, Amazonas y Acre, que lanzaron sus Planes de Acción para Prevención y Control de la Deforestación y Quemadas en el 2009.

En el plano internacional, debe destacarse la participación de Brasil en iniciativas que tienen como objetivo la promoción de la reducción de la deforestación en el ámbito global, como la Cooperación Paris-Oslo para Financiamiento de la Reducción de Emisiones de Degradación y Deforestación - REDD (sigla en inglés de *Reduction of Emissions from Degradation and Deforestation*).

### 3.10 Programa de Monitoreo de la Amazonia por medio de Sensores Remotos

El programa de Monitoreo de la Amazonia por medio de Sensores Remotos del INPE cuenta con cuatro sistemas operacionales y complementarios: Prodes, Quemadas, Deter y Degrad. El Prodes es operado por el INPE desde 1988 para estimar la tasa anual de deforestación por corte raso, o sea, cuando ocurre la retirada total de la cobertura forestal. El Prodes identifica áreas de corte raso mayores a 6,25 ha. No registra los cortes parciales de bosque resultantes de quemadas y de extracción selectiva de madera.

Los datos del Prodes no son suficientes para acciones de prevención y de fiscalización, debido al tiempo que llevan para ser producidos, y por incluir apenas las áreas de corte raso. Por eso, a partir del 2004 el INPE implementó el Sistema de Detección de Deforestación en Tiempo Real - Deter, para monitoreo continuo de la deforestación y de la degradación forestal. El Deter ofrece la localización y la dimensión aproximada de nuevas alteraciones en la vegetación para dar auxilio a las acciones de fiscalización y control de la deforestación. El sistema fue creado para atender al PPCDAM.

Adicionalmente, el INPE mantiene desde 1985 un sistema operacional de monitoreo de la deforestación por satélite. Para esto, desarrolló metodologías y programas para identificar focos de calor en imágenes de satélite de baja resolución, como los de la serie NOAA, GOES, TERRA, AQUA y METEOSAT.

En el 2008, el INPE desarrolló el sistema Degrad, debido a las señales de crecimiento de la degradación forestal de la Amazonia obtenidas a partir de los datos del Deter. Se trata de un nuevo sistema destinado a mapear las áreas en proceso de deforestación en imágenes LANDSAT y CBERS, donde la cobertura forestal aún no fue totalmente removida. El objetivo de este sistema es el de mapear en detalle las áreas de bosque con tendencia a ser convertidas a corte raso. Esas áreas no son computadas por el Prodes.

#### 3.10.1 Proyecto de Estimativa de la Deforestación Bruta de la Amazonia Brasileña - Prodes

##### Aspectos Técnicos

El Proyecto de Estimativa de la Deforestación Bruta de la Amazonia Brasileña - Prodes, es el mayor proyecto de monitoreo de bosques del mundo que utiliza técnicas de sensores remotos por satélite. Desde 1988, el INPE viene produciendo estimativas anuales de las tasas de deforestación de la Amazonia Legal. A partir del 2003, el INPE pasó a adoptar el proceso de interpretación asistida por computadora, para el cálculo de la tasa de deforestación en la Amazonia, denominado como programa Prodes Digital, para distinguirlo del proceso anterior. La principal ventaja de este procedimiento está en la precisión del georreferenciamento de los polígonos de deforestación, posibilitando producir un banco de datos geográfico multitemporal. La divulgación de esos datos evidencia el continuo compromiso del Gobierno Federal para tratar esas informaciones con transparencia.

La metodología del cálculo de la tasa de deforestación de la Amazonia se basa en algunos presupuestos:

- las imágenes utilizadas son del satélite LANDSAT y forman una red que recubre a toda la Amazonia, compuesta por un conjunto de órbitas y de puntos. Cada imagen es identificada unívocamente por un par ordenado órbita-punto;
- una parte de las imágenes puede no ser analizada, debido a problemas de cobertura de nubes o de conflicto entre el tiempo necesario para el procesamiento de todas las imágenes y la fecha prevista para la divulgación de la tasa. En ese caso, las imágenes son seleccionadas con el objetivo de cubrir el máximo posible de áreas deforestadas en el año anterior;
- a partir del 2005, en casos de alta cobertura de nubes, las imágenes de otros satélites (o fechas) pasaron a poder ser usadas para componer la escena;

- las áreas no observadas debido a problemas de cobertura de nubes deberán ser llevadas en cuenta en el procedimiento de cálculo del incremento estimado para cada imagen;
- la deforestación se da apenas dentro de la estación de sequía. Así, para cada órbita-punto, la estación de sequía fue basada en parámetros climatológicos. Para ofrecer una tasa anualizada de deforestación en la imagen, los incrementos de la deforestación constatados en cada imagen precisan ser proyectados para una fecha de referencia.

La metodología de interpretación de imágenes consiste en las siguientes etapas: selección de imágenes con una menor cobertura de nubes, y con una fecha de adquisición lo más próxima posible a la fecha de referencia para el cálculo de la tasa de deforestación (1° de agosto); georreferenciamento de las imágenes; transformación de los datos radiométricos de las imágenes en imágenes de componente de escena (vegetación, suelo y sombra) por medio de la aplicación de un algoritmo de mezcla espectral para concentrar la información sobre la deforestación en una o dos imágenes; segmentación en campos homogéneos de las imágenes de los componentes suelo y sombra; clasificación no supervisada y campos de las imágenes de suelo y de sombra; mapeo de las clases no supervisadas en clases informativas (deforestación del año, bosque, etc.); edición del resultado del mapeo de clases y elaboración de mosaicos de las cartas temáticas de cada Unidad de la Federación.

El Prodes utiliza las imágenes de los sensores TM (satélite LANDSAT de la NASA), DMC (satélites de la *Disaster Monitoring Constellation*) y CCD (satélites CBERS del INPE), que cubren a la Amazonia con una baja frecuencia temporal (16 y 26 días) y tienen una resolución espacial de 30 y 20 metros, respectivamente. Con esos sensores es posible mapear la deforestación de áreas que sean superiores a 6,25 hectáreas.

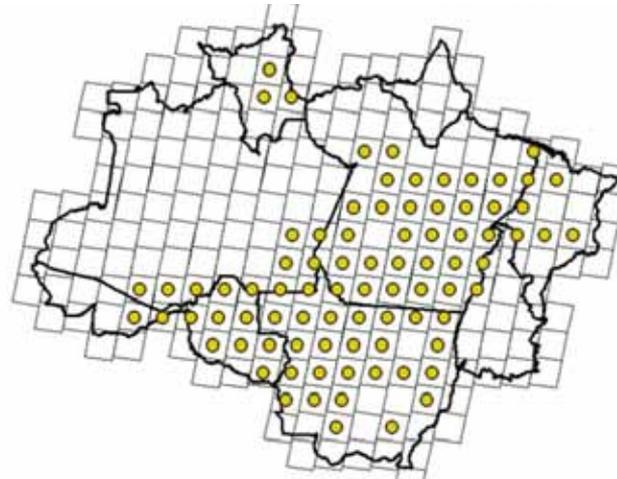
Debido a la cantidad de escenas LANDSAT y/o CBERS necesarias para mapear toda la Amazonia (aproximadamente 215 imágenes), el INPE calcula la tasa anual de deforestación en dos etapas:

- escenas prioritarias: son 85 escenas en que fueron registradas aproximadamente un 90% del total de las áreas deforestadas en el período 2006-2007 (Figura 3.4). Estas escenas fueron procesadas prioritariamente para que la tasa del 2008 fuese divulgada antes de fin de año.

- escenas no prioritarias: corresponden al resto de las escenas (aproximadamente 130), donde se verificó menos del 10% de la deforestación en el año 2007. Estas escenas están siendo procesadas, y la tasa final fue divulgada en el primer semestre del 2009.

Esta forma de divulgación de la tasa en dos etapas viene siendo utilizada hace varios años. Por la experiencia de los años anteriores, el margen de error de la primera estimativa de la tasa de deforestación es del 5%.

**Figura 3.4 Localización de las 85 escenas LANDSAT utilizadas para el cálculo de la tasa de deforestación 2007-2008**



### Uso de los Datos

Las informaciones ofrecidas por el INPE le permiten al Ibama y a los órganos estaduais de medio ambiente realizar el levantamiento de las causas, de la dinámica y de las consecuencias del proceso de deforestación en la Amazonia. La estrategia de fiscalización integrada ejecutada por el Ibama, está basada en los siguientes puntos:

- uso intensivo de sensores aerotransportados para identificación de corte selectivo de madera;
- adopción de sistemas de comunicación vía satélite instalados en los vehículos de fiscalización del Ibama, para posibilitar la consulta de registros, verificación de la documentación y existencia de irregularidades; y finalmente
- identificación, difusión y aplicación de tecnologías para el uso sustentable de los bosques, con el objetivo de sustituir las prácticas agrícolas y forestales no compatibles con el medio ambiente.

Como resultado, es posible el control en la emisión de las actas de infracción, autorizaciones de transporte de pro-

ductos forestales e informes inspecciones, además de permitir el acompañamiento del trabajo de los fiscales, ya que cada vehículo es monitoreado.

**Datos Levantados por el Prodes**

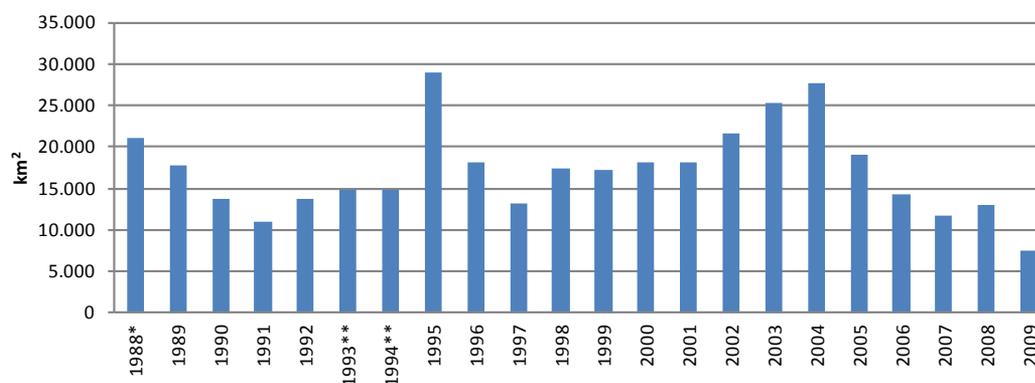
El término deforestación, para el propósito de este trabajo, es entendido como la conversión de áreas de fisonomía forestal primaria, por medio de acciones antropogénicas, a áreas de desarrollo de actividades agrosilvopastoriles, detectada a partir de plataformas orbitales. El término deforestación bruta señala que no fueron deducidas, en el cálculo de la extensión y de la tasa, áreas en proceso de sucesión secundaria o recomposición forestal.

En el período de 1995 a 1997, la tasa de deforestación aumentó y después disminuyó. En 1995, la deforestación al-

canzó su pico, con 29.059 km<sup>2</sup>, en oposición a la menor marca registrada en la década, en el año 1991, con 11.130 km<sup>2</sup>. En 1997, la deforestación registrado fue de 13.227 km<sup>2</sup>, confirmando una tendencia de caída iniciada en 1996, cuando el índice cayó cerca del 40%. Sin embargo, la tasa de deforestación volvió a crecer en el período relativo al año 1998, permaneciendo más o menos estable entre los años 1998 y 2001, y volviendo a crecer, de manera considerable, entre el 2002 y el 2004, cuando se llegó al número de 27.772 km<sup>2</sup>, muy próximo al pico de 1995. A partir de ahí, con la adopción de una serie de medidas, la tasa de deforestación viene siendo reducida significativamente, como comprueban los números del 2009, con 7.464 km<sup>2</sup> (Figura 3.5 y Cuadro 3.10).

Una mejor visualización de la alteración de los números de la deforestación en cada estado de la Amazonia, puede ser observada en la Figura 3.6

**Figura 3.5 Tasa de Deforestación Anual en la Amazonia Legal (km<sup>2</sup>/año)**

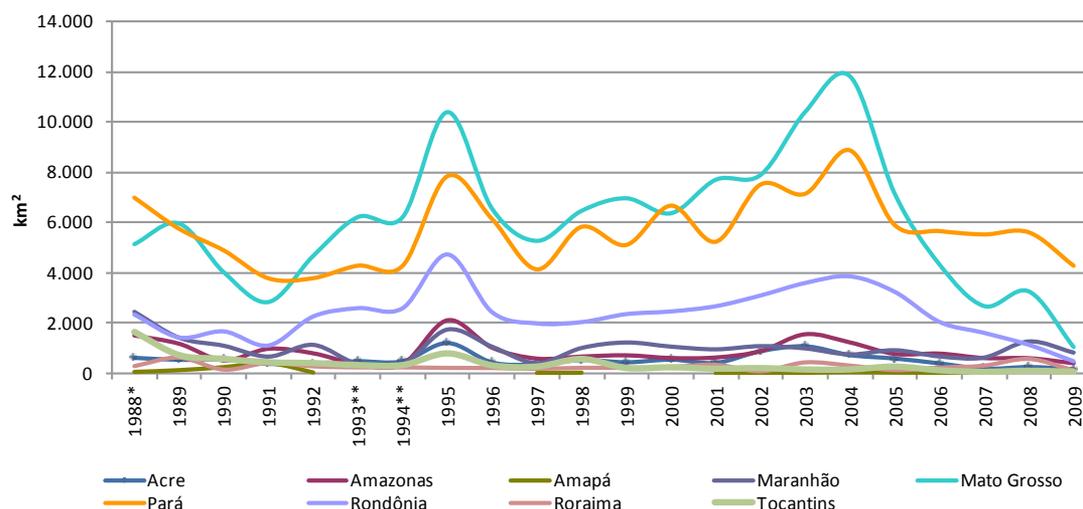


Notas: \* Promedio del período 1977-1988.

\*\* Promedio del período 1993-1994.

Fuente: INPE, 2010. Datos disponibles en: < [http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes\\_1988\\_2009.htm](http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2009.htm)>

**Figura 3.6 Deforestación por área (km<sup>2</sup>), por estado de la Amazonia, en el período 1988-2009**



Notas:

\* Promedio del período 1977-1988.

\*\* Promedio del período 1993-1994.

Fuente: INPE, 2010. Datos disponibles en: < [http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes\\_1988\\_2009.htm](http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2009.htm) >

**Cuadro 3.10 Tasa media de deforestación bruta (km<sup>2</sup>/año) de 1978 al 2009**

Estados\ Año	1988*	1989	1990	1991	1992	1993**	1994**	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Acre	620	540	550	380	400	482	482	1208	433	358	536	441	547	419	883	1078	728	592	398	184	254	167
Amazonas	1510	1180	520	980	799	370	370	2114	1023	589	670	720	612	634	885	1558	1232	775	788	610	604	405
Amapá	60	130	250	410	36			9		18	30			7	0	25	46	33	30	39	100	70
Maranhão	2450	1420	1100	670	1135	372	372	1745	1061	409	1012	1230	1065	958	1085	993	755	922	674	631	1271	828
Mato Grosso	5140	5960	4020	2840	4674	6220	6220	10391	6543	5271	6466	6963	6369	7703	7892	10405	11814	7145	4333	2678	3258	1049
Pará	6990	5750	4890	3780	3787	4284	4284	7845	6135	4139	5829	5111	6671	5237	7510	7145	8870	5899	5659	5526	5607	4281
Rondônia	2340	1430	1670	1110	2265	2595	2595	4730	2432	1986	2041	2358	2465	2673	3099	3597	3858	3244	2049	1611	1136	482
Roraima	290	630	150	420	281	240	240	220	214	184	223	220	253	345	84	439	311	133	231	309	574	121
Tocantins	1650	730	580	440	409	333	333	797	320	273	576	216	244	189	212	156	158	271	124	63	107	61
<b>Amazonia Legal</b>	<b>21050</b>	<b>17770</b>	<b>13730</b>	<b>11030</b>	<b>13786</b>	<b>14896</b>	<b>14896</b>	<b>29059</b>	<b>18161</b>	<b>13227</b>	<b>17383</b>	<b>17259</b>	<b>18226</b>	<b>18165</b>	<b>21651</b>	<b>25396</b>	<b>27772</b>	<b>19014</b>	<b>14286</b>	<b>11651</b>	<b>12911</b>	<b>7464</b>

Notas:

\* Promedio del período 1977-1988.

\*\* Promedio del período 1993-1994.

Fuente: INPE, 2010. Datos disponibles en: < [http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes\\_1988\\_2009.htm](http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2009.htm) >

### 3.10.2 Sistema de Detección de Deforestación en Tiempo Real - Deter

El Sistema de Detección de Deforestación en Tiempo Real - Deter, utiliza imágenes de los sensores MODIS, a bordo del satélite TERRA, de la NASA, y WFI, a bordo del satélite brasileño CBERS-2B, del INPE. Esos sensores cubren la Amazonia con una alta frecuencia temporal, de dos y cinco días, respectivamente, pero con una resolución espacial moderada de 250 metros. Con esa resolución espacial, las imágenes de esos sensores permiten apenas la detección

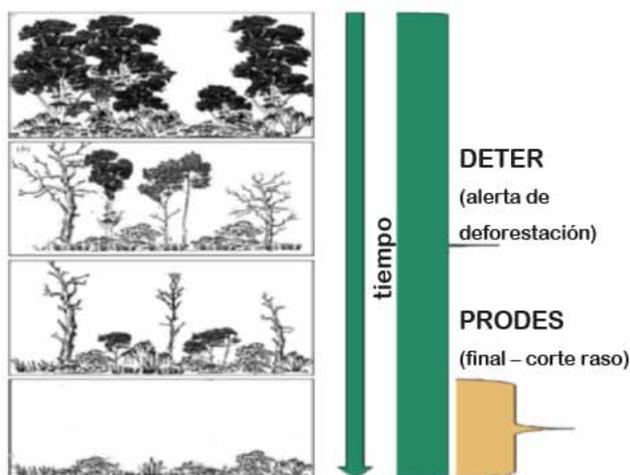
de deforestación de áreas que sean superiores a 25 hectáreas. Las medidas del Deter son, así, más imprecisas que las del Prodes, aunque hechas con mayor frecuencia.

Para prestar auxilio a las acciones de fiscalización y control del uso ilegal del bosque, el Deter usa un concepto de deforestación más amplio que el del Prodes. El Prodes apenas identifica y contabiliza las áreas que presentan características de corte raso, o sea, la fase final del proceso de deforestación. En el Deter, toda alteración de la cobertura forestal verificada en el período de análisis es destacada como área

de alerta y pasible de fiscalización, sin discriminar la fase del proceso de deforestación. Así, el Deter busca identificar las etapas intermediarias del proceso de deforestación. A cada 15 días, siempre y cuando las condiciones de observación sean favorables, el Deter produce un mapa digital con todos los hechos relacionados a la deforestación observados en la quincena anterior. De esa forma, les permite a los órganos responsables por la fiscalización (Ibama, SEMAs, Ministerio Público, etc.) planificar sus acciones de campo y operaciones de combate a la deforestación ilegal.

Todos los datos generados por los sistemas Prodes y Deter, en la forma de mapas, imágenes o cuadros, están disponibles en sus respectivas páginas electrónicas<sup>215</sup>. Los dos sistemas trabajan de manera integrada, como muestra la Figura 3.7, con el objetivo de mejorar el sistema de detección de deforestación en la Amazonia.

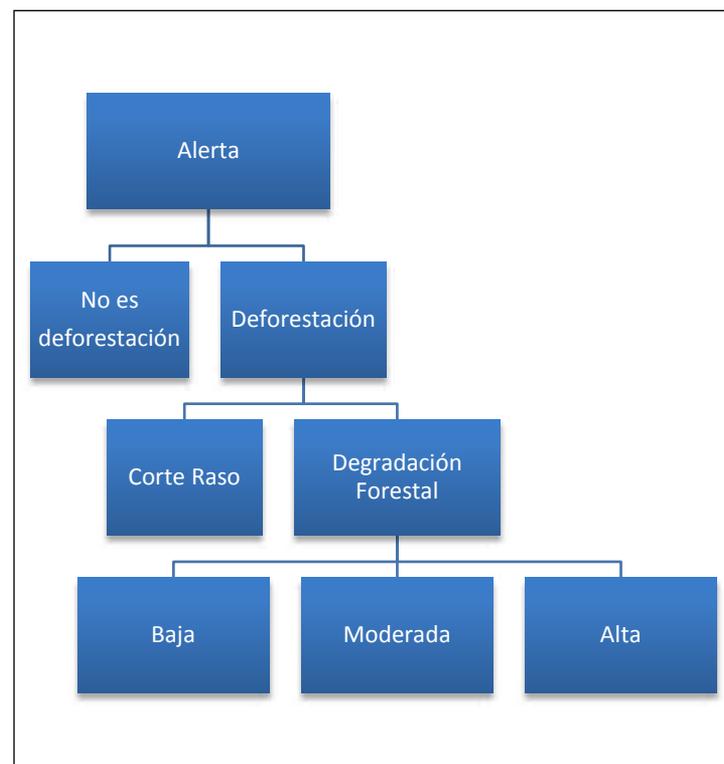
**Figura 3.7 Comparación de los sistemas Prodes y Deter en relación al tiempo de detección y al proceso de deforestación**



A partir de mayo del 2008 el INPE pasó a calificar los Alertas de deforestación emitidos mensualmente por el Deter. La calificación es hecha a través del análisis de una muestra de los polígonos del Deter en imágenes de mejor resolución (LANDSAT e/ou CBERS).

Los alertas son superpuestas a las imágenes de mejor resolución espacial y después clasificados como Corte Raso o Degradación Forestal de Intensidad Leve, Moderada o Alta. Los alertas no confirmados como deforestación también son contabilizados. El esquema de clasificación es presentado en la Figura 3.8.

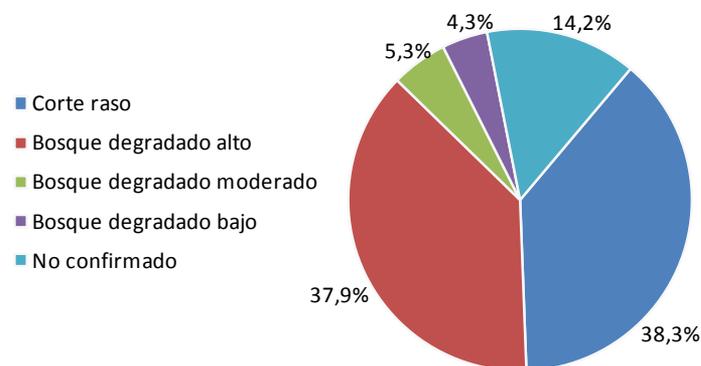
**Figura 3.8 Esquema de Clasificación de los datos de Alerta del Deter\***



\*Las clases finales son representadas por las cajas: 1) No confirmado como deforestación; 2) Corte Raso; 3) Degradación Forestal de Intensidades Leve, Moderada y Alta.

El sistema de alertas del Deter viene presentando un buen promedio de confirmación de eventos de deforestación, como indica la Figura 3.9, para el período 2007-2008.

**Figura 3.9 Proporción del área de alertas del Deter calificados como deforestación por corte raso, degradación forestal alta, moderada y leve y no confirmados**



215 Vide: <<http://www.obt.inpe.br/prodes>> e <<http://www.obt.inpe.br/deter>>.

### 3.10.3 Mapeo de la degradación forestal en la Amazonia Brasileña - Degrad

En el 2008 el INPE desarrolló el sistema Degrad, debido a las señales de degradación forestal de la Amazonia, obtenidas a partir de los datos del Deter. El Degrad es un nuevo sistema destinado a mapear las áreas en proceso de deforestación donde la cobertura forestal aún no fue totalmente removida. El sistema utiliza imágenes de los satélites LANDSAT y CBERS, y su objetivo es mapear anualmente las áreas de bosque degradado y con una tendencia que lo lleva a ser convertido en corte raso. Así como el Prodes, el área mínima mapeada por el Degrad es de 6,25 hectáreas. Para conocer mejor el proceso de degradación forestal, el INPE desarrolló técnicas específicas para el procesamiento de las imágenes.

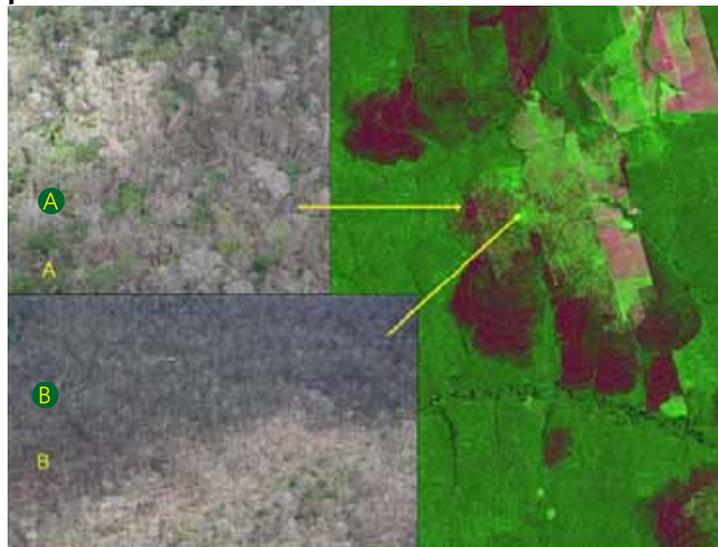
El proceso consiste en preparar las imágenes de satélite aplicando realces de contraste para destacar las evidencias de la degradación. Las áreas degradadas son así mapeadas individualmente. La Figura 3.10 ilustra los patrones de degradación por actividad maderera observados en las imágenes realizadas. En la Figura 3.11 son presentados los patrones derivados de los incendios forestales que ocurren en áreas en que hubo explotación maderera.

**Figura 3.10 Patrones de degradación forestal por extracción de madera, observados en las imágenes realizadas**



A) Degradación de intensidad moderada, área en regeneración después de la explotación maderera, patios aún discriminables;  
B) Degradación de intensidad alta, explotación maderera activa, gran proporción de suelo expuesto;  
C) Degradación de intensidad leve, evidencia de instalación de caminos de acceso.  
(Fotos de campo disponibles en [www.obt.inpe.br/fototeca](http://www.obt.inpe.br/fototeca); coordenada del punto C: W 54° 27' 14", S 11° 55' 25").

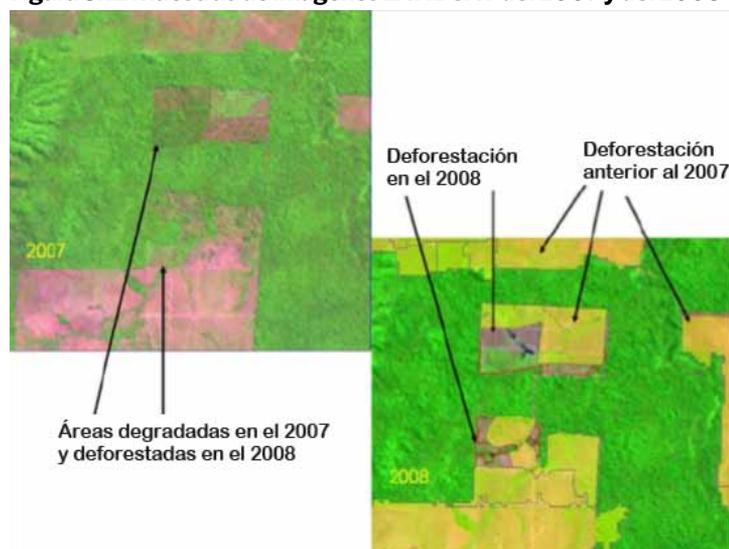
**Figura 3.11 Patrones de degradación forestal causados por explotación maderera e incendios recurrentes**



A) Área quemada en el 2007;  
B) Área quemada recurrentemente, considerada como deforestación;  
(Fotos de campo disponibles en [www.obt.inpe.br/fototeca](http://www.obt.inpe.br/fototeca); coordenada del punto B: W 53° 54' 20", S 11° 09' 27").

En el período 2007-2008, el levantamiento preliminar de las áreas degradadas en esas imágenes registró 14.915 km<sup>2</sup> en el 2007 y 24.932 km<sup>2</sup> en el 2008. Estos valores muestran que hay una cantidad considerable de áreas en proceso de degradación que, como ilustra la Figura 3.12, pueden transformarse en áreas de corte raso si no hay una interrupción del proceso.

**Figura 3.12 Muestras de imágenes LANDSAT del 2007 y del 2008\***



\*Demostrando la evolución de áreas degradadas que pasan a ser de corte raso. Localización aproximada: 51° 52'W, S 06° 09'S.

El mapeo de las áreas degradadas y la evaluación de la intensidad de esta degradación tuvieron un gran avance con el inicio de la utilización de las imágenes HRC del CBERS. A bordo del satélite CBERS-2B, la *High Resolution Camera* - HRC, un sensor pancromático que adquiere datos en la franja espectral de 0,5 - 0,8  $\mu\text{m}$ , posee 2,7 m de resolución espacial en una franja de imagen de 27 km, y una tasa de revisita de 130 días.

La resolución de 2,7 m le permite la identificación detallada de las características presentes en las áreas bajo explotación maderera por corte selectivo, como los caminos y los patios de stock de

troncos. La Figura 3.13 compara una imagen LANDSAT con una imagen HRC. Se nota que en la imagen HRC de una área bajo explotación maderera (Figura 3.13 A) hay una mejor definición de los patios de stock y de los caminos, en relación a la imagen del LANDSAT (Figura 3.13 B). Las áreas en que hubo incendios forestales son mejor reflejadas y discriminadas también en la imagen HRC (Figura 3.13A).

Los datos de la HRC comenzaron a ser procesados y disponibilizados por el INPE en junio del 2008, y una cantidad razonable de imágenes ya está disponible.

**Figura 3.13 Comparación entre una imagen obtenida con fusión de datos LANDSAT y HRC/CBERS (A), y una imagen solo con los datos LANDSAT (B)**



A) Fusión de datos LANDSAT y HRC/CBERS.



B) Composición colorida de datos LANDSAT (TM3-Azul, TM4-Verde, TM5-Rojo).

#### 3.10.4 Monitoreo de Quemadas

El INPE mantiene hace más de 20 años un sistema operacional de monitoreo de quemadas por satélite para todo Brasil y buena parte de América del Sur. A lo largo de esos años fueron desarrollados varios sistemas de computadoras y metodologías que permiten identificar focos de calor en imágenes de satélites de baja resolución, tales como los satélites de la serie NOAA, GOES, TERRA, AQUA y METEOSAT.

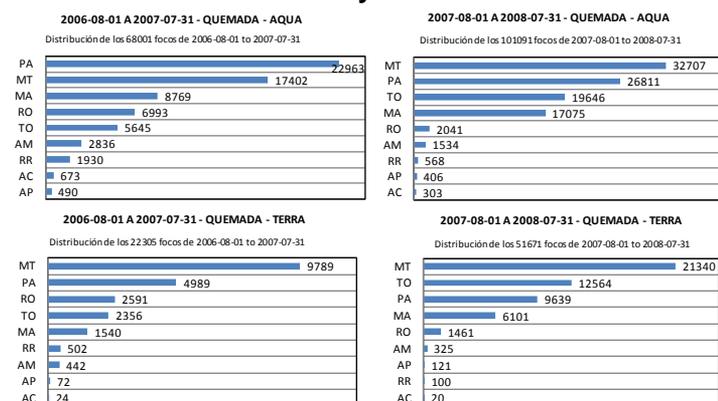
La página de Internet de Quemadas del INPE<sup>216</sup> muestra en su inicio un mapa de América del Sur con las quemadas detectadas en todas las imágenes recibidas de varios satélites en

216 Vide: <<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/>>

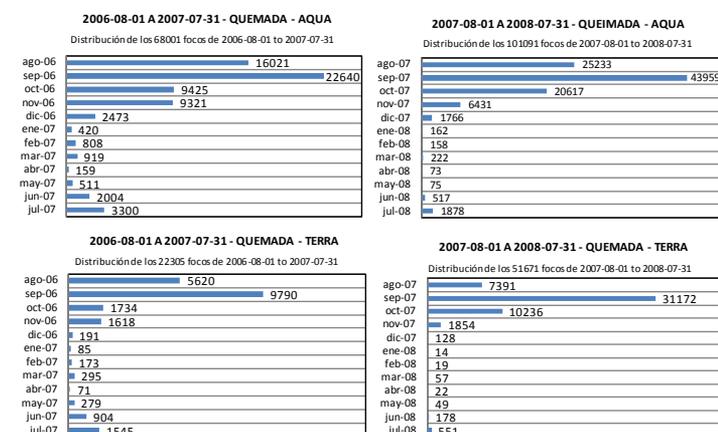
los últimos dos días. Los focos de las quemadas son marcados con pequeñas cruces, y su color señala cual fue el satélite que hizo la detección. Los datos son actualizados a cada tres horas. El acceso a todas las informaciones es libre y no son necesarios programas o equipamientos adicionales.

Los gráficos de la Figura 3.14 y Figura 3.15 presentan la comparación de los focos de calor (quemadas) en los períodos 2006-2007 y 2007-2008 utilizando dos satélites distintos, TERRA/MODIS y AQUA/MODIS, que permiten la detección diaria de quemadas a partir del procesamiento de sus bandas de 1 km. de resolución.

**Figura 3.14 Distribución por estado de los focos de calor observados en los años 2006-2007 y 2007-2008**



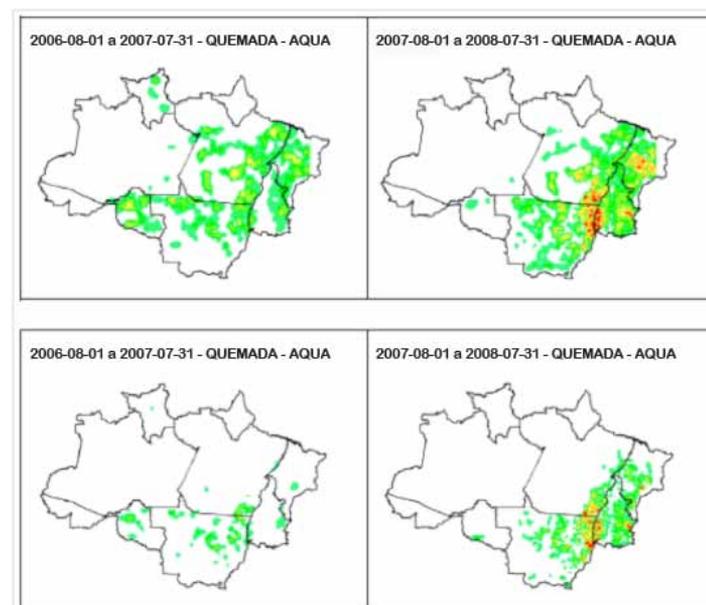
**Figura 3.15 Focos de calor observados en los años 2006-2007 y 2007-2008 distribuidos por mes**



La Figura 3.16 muestra la distribución espacial de las quemadas para los años 2006-2007 y 2007-2008. Cada mapa presenta la intensidad de los focos de calor en el período, agrupados en células de 20 x 20 km. La variedad de tonalidades en verde, amarillo y rojo, representa el aumento en el número de focos por célula. Obsérvese que se nota un gran crecimiento en el número de quemadas en el período 2007-2008, cuando ese período es comparado con los años 2006-2007.

Como ya fue mencionado, el fuego es largamente utilizado en algunas fases del proceso de deforestación. El aumento del número de quemadas entre el período 2007-2008, como demuestran los gráficos, tiene relación con el aumento de las áreas de degradación forestal detectadas por el Deter en el mismo período.

**Figura 3.16 Distribución espacial de los focos de calor observados en los años 2006-2007 y 2007-2008**



### 3.11 Sistema Nacional de Unidades de Conservación - SNUC

#### Situación Actual

Brasil es uno de los países más ricos del mundo en términos ambientales: posee en su territorio, aproximadamente, 1/3 de los bosques tropicales remanecientes del mundo, y el mayor sistema fluvial del planeta. Abriga además la parte más extensa del mayor complejo de tierras inundables – el Pantanal; la sabana que contiene la más rica diversidad biológica – el *Cerrado*; y más manglares que cualquier otro país.

A pesar de que Brasil posee una de las legislaciones ambientales más avanzadas del mundo<sup>217</sup>, hay diversas dificultades para combatir la destrucción en muchas de las áreas de la flora y la fauna brasileñas. Por esa razón, fueron creadas las unidades de conservación, que son espacios destinados específicamente a la protección y a la conservación de las especies de la flora y la fauna del país. La legislación relativa a las unidades de conservación estaba fragmentada y esparcida. En el 2000 fue aprobada la ley<sup>218</sup> que consolida e instituye el SNUC, constituido por el conjunto de las unidades de conservación federales, estatales y municipales. La unidad de conservación puede ser comprendida como

217 Vide en esta Parte la sección 3.1, sobre Legislación Ambiental.  
218 Ley nº 9.985/2000.

un “espacio territorial y sus recursos ambientales, incluyendo las aguas jurisdiccionales, con características naturales relevantes, legalmente instituido por el Poder Público, con objetivos de conservación y límites definidos, bajo un régimen especial de administración, al cual se aplican garantías adecuadas de protección”.

El SNUC tiene los siguientes objetivos:

- contribuir al mantenimiento de la diversidad biológica y de los recursos genéticos en el territorio nacional y en las aguas jurisdiccionales;
- proteger las especies amenazadas de extinción en el ámbito regional y nacional;
- contribuir a la preservación y la restauración de la diversidad de los ecosistemas naturales;
- promover el desarrollo sustentable a partir de los recursos naturales;
- promover la utilización de los principios y prácticas de conservación de la naturaleza en el proceso de desarrollo;
- proteger los paisajes naturales y poco alterados de notable belleza visual;
- proteger las características relevantes de naturaleza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica y cultural;
- proteger y recuperar los recursos hídricos y los relativos al suelo;
- recuperar o restaurar los ecosistemas degradados;
- proporcionar medios e incentivos para las actividades de investigación científica, estudios y monitoreo ambiental;
- valorizar económica y socialmente la diversidad biológica;
- favorecer condiciones y promover la educación e interpretación ambiental, la recreación en contacto con la naturaleza y el turismo ecológico; y

- proteger los recursos naturales necesarios para la subsistencia de las poblaciones tradicionales, respetando y valorizando su conocimiento y su cultura, y promoviendo la social y económicamente.

Brasil dispone de un cuadro de unidades de conservación extenso y que fue ampliamente aumentado en los últimos años. Las líneas generales de política de creación, valoración y utilización de las unidades de conservación, son trazadas por el Consejo Nacional de Medio Ambiente - Conama, teniendo como órganos ejecutores al Instituto Chico Mendes de Conservación de la Biodiversidad - ICMBio<sup>219</sup>, así como a los órganos estatales y municipales responsables.

Las unidades de conservación integrantes del SNUC se dividen en dos grupos, con características específicas: unidades de protección integral y unidades de uso sustentable. El objetivo básico de las unidades de protección integral es el de preservar la naturaleza, siendo admitido apenas el uso indirecto de sus recursos naturales, con las excepciones previstas en la ley. El grupo de las unidades de protección integral está compuesto por las Estaciones Ecológicas - EsEc, Reservas Biológicas - ReBio, Parques Nacionales - Parna, Monumentos Naturales - MN, y Refugios de la Vida Silvestre - ReViS. Por otro lado, las unidades de uso sustentable tienen como objetivo básico compatibilizar la conservación de la naturaleza con el uso sustentable de parte de sus recursos naturales. Las Áreas de Protección Ambiental - APA, Áreas de Relevante Interés Ecológico - Arie, Bosques Nacionales - Flona, Reservas Extractivistas - Resex, Reservas de la Fauna, Reservas de Desarrollo Sustentable y Reservas Particulares del Patrimonio Nacional - RPPNs, constituyen el grupo de las unidades de uso sustentable.

Sin contar las reservas indígenas y las RPPNs, las 311 unidades de conservación federales en el país representaban, en el 2009, una área total de 79.783.581 hectáreas, que corresponden al 9,35% del territorio brasileño (Cuadro 3.11).

<sup>219</sup> La Ley 11.516, del 28 de agosto del 2007, creó el Instituto Chico Mendes de Conservación de la Biodiversidad - ICMBio, cuyas atribuciones están relacionadas a la proposición, implantación, gestión, protección, fiscalización y monitoreo de las Unidades de Conservación instituidas por la Unión.

**Cuadro 3.11 Unidades de Conservación Federales por categoría**

		2002			2009		
Categoría		Nº	Área total* (ha)	% país**	Nº	Área total* (ha)	% país**
<b>PROTECCIÓN INTEGRAL</b>	<b>Parques Nacionales</b>	<b>47</b>	<b>11.669.883</b>	<b>1,37</b>	<b>64</b>	<b>23.718.701</b>	<b>2,78</b>
	Reservas Biológicas	24	2.984.401	0,35	29	4.310.906	0,51
	Estaciones Ecológicas	28	3.694.311	0,43	32	7.054.300	0,82
	Monumentos Naturales	-	-		2	44.211	0,005
	Refugio de Vida Silvestre	1	152	0,00	5	169.543	0,02
Subtotal	Protección Integral	99	18.348.596	2,15	132	35.297.661	4,14
<b>USO SUSTENTABLE</b>	<b>Áreas Protección Ambiental</b>	<b>28</b>	<b>6.473.193</b>	<b>0,76</b>	<b>32</b>	<b>9.730.516</b>	<b>1,14</b>
	Bosques Nacionales	59	16.075.244	1,88	77	22.603.405	2,64
	Áreas de Relevante Interés Ecológico	16	32.371	0,004	16	34.585	0,004
	Reservas Extractivistas	23	3.906.555	0,46	60	12.052.679	1,42
	Reserva de Desarrollo Sustentable				1	64.735	0,007
Subtotal	Uso Sustentable	127	26.487.364	3,10	185	44.485.920	5,21
<b>Total</b>	<b>Unidades de Conservación Federales</b>	<b>226</b>	<b>44.835.960</b>	<b>5,25</b>	<b>311</b>	<b>79.783.581</b>	<b>9,35</b>

\* las imágenes de superposición entre las unidades de conservación fueron procesadas incluyéndolas en la categoría de mayor restricción.

\*\* basado en la red municipal digital de Brasil de 1996, proporcionada por el IBGE; área continental del país, no incluye las islas oceánicas.

Fuente: Ibama, 2002; ICMBio, 2010.

Hay también un gran número de unidades de conservación administradas por los estados (662 unidades en el 2005), protegiendo una área total de 53.171.684 hectáreas, según muestra el Cuadro 3.12. Algunas de esas unidades son bastante extensas, como la Reserva de Desarrollo Sustentado de Amanã - AM, con 2,35 millones de hectáreas. Esta reser-

va está conectada a la Reserva de Desarrollo Sustentable de Mamirauá, al Parque Nacional de Jaú, a la Reserva Ecológica de Anavilhanas y al Parque Estadual de Rio Negro, formando, juntamente con esas áreas, un corredor continuo en el estado de Amazonas de más de 8.567.908 ha, una de las mayores áreas forestales protegidas del planeta.

**Cuadro 3.12 Unidades de conservación estaduais en Brasil**

		2005		
Categoría		Nº	Área total* (ha)	% país**
PROTECCIÓN INTEGRAL	Parques Estaduales	180	7.697.662	0,90
	Reservas Biológicas	46	217.453	0,03
	Estaciones Ecológicas	136	724.127	0,09
	Monumentos Naturales	2	32.192	0,01
	Refugio de Vida Silvestre	3	102.543	0,004
Subtotal	Protección Integral	367	8.773.977	1,03
USO SUSTENTABLE	Áreas de Protección Ambiental	181	30.711.192	3,59
	Bosques Estaduales	58	2.515.950	0,29
	Áreas de Relevante Interés Ecológico	19	12.612	0,001
	Reservas Extractivistas	28	2.880.921	0,34
	Reserva de Desarrollo Sustentable	9	8.277.032	0,97
Subtotal	Uso Sustentable	295	44.397.707	5,19
<b>Total</b>	<b>Unidades de Conservación Estaduales</b>	<b>662</b>	<b>53.171.684</b>	<b>6,22</b>

Fuente: RYLANDS & BRANDON, 2005.

Así, sumándose todas las Unidades de Conservación de Brasil, federales y estaduais, de protección integral y de uso sustentable, excluyendo apenas las RPPNs, hay un total de 132.955.265 ha, equivalentes a un 15,57% del territorio del país.

Como muestra la Figura 3.17, Brasil está dividido en 6 grandes biomas.

**Figura 3.17 Biomas brasileños**



Fuente: IBGE, 2004.

**Cuadro 3.13 Unidades de Conservación Federales por Bioma**

Biomas Brasileños	Área del Bioma* (ha)	% del total	Protección integral** (ha)	% del bioma	Uso sustentable** (ha)	% del bioma
Amazonia	419.694.300	49,00	28.006.927	6,67	35.871.417	8,55
Caatinga	84.445.300	9,86	844.905	1,00	2.718.640	3,22
Campos Sureños	17.649.600	2,06	104.886	0,59	318.000	1,80
Cerrado	203.644.800	23,76	4.552.724	2,24	1.498.749	0,74
Costero	5.056.768	0,59	358.140	7,08	1.253.075	24,78
Mata Atlántica	111.018.200	12,96	1.283.877	1,16	2.825.868	2,55
Pantanal	15.035.500	1,76	146.200	0,97		
<b>Total (2009)</b>	<b>856.544.468</b>	<b>100</b>	<b>35.297.661</b>	<b>4,14</b>	<b>44.485.920</b>	<b>5,21</b>

\* según mapeo elaborado por el IBAMA/WWF en la escala 1:5.000.000, siendo considerada apenas el área continental.

\*\* las superposiciones entre las UCs fueron procesadas incluyéndolas en la categoría de mayor restricción.

Fuente: IBAMA, 2002, ICMBio, 2010.

En los municipios también existen sistemas organizados de áreas protegidas, generalmente vinculadas a las respectivas Secretarías de Medio Ambiente y con dotaciones en los respectivos presupuestos. Adicionalmente, muchas universidades e institutos de investigación establecen y protegen significativas áreas de reservas ecológicas/forestales con una finalidad científica/experimental, además del propósito de

El Cuadro 3.13 presenta un panorama actual de las Unidades de Conservación Federales en el país, divididas por biomas, en relación al área total de Brasil y al área de cada bioma. El bioma Amazonia es el mayor y el más preservado del país, y con la mayor área de Unidades de Conservación. Sumando apenas las áreas de las Unidades de Conservación de Protección Integral y de Uso Sustentables Federales, se obtiene un área de casi 64 millones de hectáreas de área preservada, lo que corresponde al 15,22% del área total del bioma. El Cerrado posee otros 6 millones de hectáreas de Unidades de Conservación Federales. La Mata Atlántica, por su lado, se encuentra en una área que sufre una gran presión inmobiliaria y de crecimiento de las ciudades, pues está localizada en toda la costa marítima del país, donde se localizan algunas de las mayores ciudades de Brasil, como São Paulo y Rio de Janeiro. Tal vez, por esos motivos, la creación y mantenimiento de Unidades de Conservación en áreas de Mata Atlántica, sea más importante que en cualquier otra región del país. A pesar de todas las presiones sufridas, más de 4 millones de hectáreas de Mata Atlántica fueron preservadas en Unidades de Conservación Federales. Los Ecosistemas Costeros constituyen la región con mayor porcentaje de áreas protegidas en el país. Sus Unidades de Conservación Federales representan, aproximadamente, un 32% del área total del bioma.

conservación. Como ejemplos, pueden ser citadas la Reserva Forestal Adolfo Ducke, con 10.000 ha en Manaus - AM, administrada por el INPA y la Reserva Ecológica del IBGE, con 1.260 ha, en Brasília - DF, administrada por el propio IBGE.

Algunas organizaciones privadas administran áreas protegidas con el objetivo de conservación, muchas de ellas

vinculadas al turismo ecológico. Las empresas de minería, energéticas y forestales, principalmente en el ramo de la celulosa, poseen igualmente importantes reservas creadas como compensación ambiental, u orientadas al desarrollo de técnicas de manejo. Las empresas de papel y celulosa, por ejemplo, mantienen más de un millón de hectáreas protegidas solo en la región de la Mata Atlántica. Uno de los ejemplos de ese tipo de área protegida es la Reserva Forestal de Linhares, de la empresa Vale, con 21.787 ha, una gran e importante unidad de Mata Atlántica.

Varias ONGs vinculadas a la conservación ambiental mantienen importantes reservas particulares o santuarios ecológicos. Como ejemplos, pueden ser citadas la Estación Biológica de Caratinga, con 880 ha al este del estado de Minas Gerais, administrada por la Fundación Biodiversitas; la Reserva Natural Salto Morato, con 1.716 ha al este del estado de Paraná, administrada por la Fundación O Boticário de Protección a la Naturaleza - FBPN, y la Red de Santuarios de Vila Silvestre, establecida por la Fundación Pró - Natureza - Funatura.

Otro avance verificado en los últimos años fue la creación de Reservas Extractivistas marinas - Resex, a lo largo de la costa brasileña. Son reservas que abarcan suelo la parte acuática, sin exigir la solución de problemas territoriales en la parte costera (protegida por la legislación ordinaria). Además de esas Resex, existen también las unidades federales de conservación, constituidas por islas oceánicas o costeras, así como otras áreas que protegen playas, dunas arrecifes de coral, pastos marinos, bahías, estuarios, lagunas con influencia marina, bañados, manglares, restingas y marismas. Esas Unidades de Conservación contribuyeron ampliamente al aumento del área de preservación de los ecosistemas costeros en los últimos años.

### ***Dificultades en la Administración de las Unidades de Conservación***

Aunque el número de unidades de conservación sea expresivo, debe tomarse en consideración el hecho de que la simple creación de las mismas, con el objetivo de proteger la biodiversidad, no garantiza que eso ocurra de hecho. En Brasil, muchas de esas unidades presentan problemas de implementación que impiden su funcionamiento. Tal hecho deriva de la insuficiencia de recursos disponibilizados por la Unión para el mantenimiento de esas unidades, haciendo necesarios programas de cooperación internacional y de gestiones compartidas con organizaciones no gubernamentales.

El principal problema enfrentado por la estrategia de protección a las unidades de conservación de protección integral, ha sido el pequeño número de funcionarios por área

del ICMBio. Otros factores limitantes son la dificultad de acceso a las áreas y la falta de medios de transporte y de equipamientos. En determinados puntos estratégicos, ha sido solicitada la ayuda del Ejército, de las policías estatales y federal, de los municipios y de organizaciones no gubernamentales. En las Resex y en las reservas de desarrollo sustentado, han sido movilizados "fiscales colaboradores", así como líderes de la propia comunidad, entrenados y acreditados por el ICMBio. La fiscalización en las unidades costeras y marinas del país ha sido dificultada por la inexistencia de una guarda costera con atribuciones en el área ambiental. Sin embargo, la Marina de Brasil frecuentemente colabora con el ICMBio en ese sentido.

Otro problema identificado es que la deforestación, la ocupación de la tierra alrededor de los parques para explotación inmobiliaria y las actividades agropecuarias, convierten a una gran parte de esas unidades en "ilhas verdes", bajo constante presión externa, independientemente de la legislación que prevé la existencia de una región periférica, con una franja de 10 km alrededor de las unidades de conservación. En esa "zona tapón", definida por medio de resolución del Conama, la ocupación humana y las actividades económicas deben ser compatibles con el papel de la preservación de la unidad, no siendo un hecho de riesgo para su integridad.

A pesar de las amenazas arriba descritas, la situación de las unidades de conservación en el país viene mejorando significativamente en los últimos años. El Sistema Nacional de Unidades de Conservación actualizó y consolidó los principios y directrices que marcan la aplicación de las políticas públicas en relación a la conservación de la diversidad biológica *in situ*, substituyendo el conjunto de leyes anterior sobre la materia, hecho que viene promoviendo una mejoría en la administración de las unidades de conservación.

De acuerdo a las nuevas disposiciones legales, los órganos responsables por la administración de las unidades de conservación pueden recibir recursos, e inclusive tasas de visitación, o donaciones de cualquier tipo, nacionales e internacionales, con o sin tributos, provenientes de organizaciones privadas o públicas o de personas físicas que deseen contribuir con su colaboración. La administración de los recursos obtenidos será hecha por el órgano gestor de la unidad, debiendo ser utilizados exclusivamente en implementación, gestión y mantenimiento.

### ***Las Reservas Particulares del Patrimonio Natural - RPPNs***

Otro avance importante en la conservación de la diversidad biológica en Brasil fue la implantación de las RPPNs,

áreas privadas y perpetuas, cuyo objetivo es el de conservar la diversidad biológica<sup>220</sup>.

En 1990 se llegó al modelo actual, en el cual las áreas consideradas como RPPNs no son deforestadas y tampoco hay explotación de productos extractivistas, para que el área mantenga las características de banco genético, con protección integral y perenne<sup>221</sup>. Hasta el año 2009 fueron creadas 429 RPPNs, distribuidas de la siguiente forma: en las regiones son 46 en el Centro-Oeste, 74 en el Noreste, 30 en el Norte, 102 en el Sudeste y 177 en el Sur; aunque los datos sobre el área exacta de cada unidad no estén disponibles.

El propietario puede transformar toda el área en RPPNs, o apenas una parte de ella. Para que un área pueda ser reconocida como RPPNs, es necesario que sea significativa para la protección de la diversidad biológica, contener paisajes de gran belleza o reunir características que justifiquen acciones de recuperación ambiental capaces de promover la conservación de ecosistemas frágiles o amenazados. Los propietarios de RPPNs, personas físicas o jurídicas, usufructúan de algunas ventajas: no pagan ITR en la parte de la propiedad que tenga ese destino; tienen prioridad para obtener recursos del Fondo Nacional de Medio Ambiente - FNMA; y tienen protección contra quemadas, la caza y la deforestación.

### Tierras Indígenas

En Brasil, las áreas indígenas son destinadas por la Unión para usufructo exclusivo de las comunidades indígenas que las habitan. De acuerdo al Estatuto del Indio<sup>222</sup>, son tierras indígenas las áreas reservadas (reserva indígena, parque indígena y colonia agrícola indígena) y las tierras de dominio de las comunidades indígenas o de silvícolas. Concomitantemente, la Fundación Nacional del Indio - Funai<sup>223</sup>, definió el nombre de "tierra indígena" para todo y cualquier territorio ocupado por indios.

Hacia finales de la década de 1970, la cuestión indígena pasó a ser un tema de relevancia en el ámbito de la sociedad civil. Paralelamente, los indios iniciaron los primeros movimientos de organización propia, en busca de la defensa de sus intereses y derechos.

Diversas organizaciones indígenas y entidades de defensa de derechos promovieron un amplio debate, con el objetivo de garantizar la demarcación de las tierras de los indios, y paralelamente realizar una reflexión crítica sobre la política de integración. Por otro lado, al mismo tiempo en que surgió

220 Las RPPNs fueron creadas por el Decreto Federal nº 98.914/1990, y fueron consolidadas por la Ley nº 9.985/2000.

221 El Decreto nº 1.922/1996, estableció reglas para el reconocimiento de las RPPNs.

222 Ley nº 6.001/1973.

223 Por medio de la Ordenanza nº 1.060/1994.

la mencionada organización política por parte de sectores de la sociedad civil, con el objetivo de defender los derechos a la posesión de las tierras indígenas, se pasaron a discutir las bases de una nueva política indigenista, fundamentada en el respeto a las formas propias de organización sociocultural de los pueblos indígenas.

Las modificaciones significativas en la forma de abordar y tratar a las sociedades indígenas, que quedaron plasmadas en la Constitución Federal, fueron fruto del proceso de redemocratización del país, y la cuestión indígena fue representada por el movimiento que buscaba garantizar el derecho a la posesión de las tierras indígenas y a criticaba la política de integración.

Esos fueron los hechos recientes que posibilitaron la aceleración de los trabajos de demarcación y regularización de las tierras indígenas en Brasil. El marco legal específico y explícito, los procedimientos técnicos bien definidos y la cooperación en el proceso de demarcación - ya sea con organismos gubernamentales nacionales e internacionales, no gubernamentales, o con representantes de las propias comunidades indígenas interesadas - han dado una mayor legitimidad, consistencia y celeridad a los trabajos de demarcación de las tierras indígenas.

Actualmente, la superficie de las 488 tierras indígenas - cuyos procesos de demarcación están por lo menos en la fase "DELIMITADA" -, es de 105.672.003 hectáreas, totalizando un 12,41% del total del territorio brasileño. Otras 123 tierras deberán aún ser identificadas, aunque la superficie de las mismas, posiblemente, no serán sumados al total mencionado arriba. Debe registrarse, además, que hay varias referencias a tierras presumiblemente ocupadas por indios y que serán investigadas para definir si son o no indígenas. En el Cuadro 3.14 es mostrada con detalles la situación de las 611 tierras indígenas del país en relación a su procedimiento administrativo de regularización.

**Cuadro 3.14 Situación de las tierras indígenas en Brasil**

	Nº de Tierras Indígenas	%	Área (en hectáreas)
En estudio	123	-	0
Delimitada	33	1,66	1.751.576
Declarada	30	7,67	8.101.306
Homologada	27	3,40	3.599.200
Regularizada	398	87,27	92.219.200
<b>Total</b>	<b>611</b>	<b>100</b>	<b>105.672.003</b>

Fuente: Funai, 2010. Disponible en <<http://www.funai.gov.br/indios/terras/conteudo.htm#atual>>.

Esas áreas no son consideradas unidades de conservación, teniendo en cuenta que su objetivo primario de manejo no es el de la protección de la diversidad biológica. Sin embargo, debido a su extensión, son muy importantes para el proceso de protección de la riqueza biológica del país.

Así, sumando todas las unidades de conservación de Brasil, Federales y Estaduales, de protección integral y de uso sustentable, y además las tierras indígenas, se llega a un total de 238.627.268 ha, equivaliendo a un total del 27,98% del territorio del país. Debe destacarse también que, para llegar al valor total de áreas preservadas en el país, aún deben ser incluidas las Unidades de Conservación Municipales, las Áreas de Preservación Permanente, las Reservas Particulares del Patrimonio Natural y las áreas militares, además de una gran área de bosque nativo (principalmente en la Amazonia), que no está dentro de unidades de conservación.

## 3.12 Prevención de Incendios y Quemadas

### 3.12.1 Programa de Prevención y Control de Quemadas e Incendios Forestales en el Arco de Deforestación - Proarco

A lo largo de los años 1980, los índices de deforestación de la Amazonia llegaron a reflejar el consumo de más de 21 mil km<sup>2</sup>/año de bosques. En ese contexto, la combinación del continuo y excesivo número de quemadas y deforestación en la Amazonia, junto a los efectos adversos de El Niño, podrá aumentar la susceptibilidad al fuego de la cobertura vegetal de la región, especialmente en su parte más al sur, área que corresponde al denominado “arco de deforestación”.

Luego de los episodios de incendios forestales ocurridos en el estado de Roraima, el Gobierno Federal reconoció sus limitaciones para tratar esa cuestión de forma aislada, sin la participación de otras instancias gubernamentales y no gubernamentales. De manera general, el episodio mostró que las instituciones gubernamentales que actuaban en el control de las quemadas y de los incendios forestales no estaban lo suficientemente equipadas y capacitadas para ejercer un efectivo monitoreo y control de esos procesos. Los programas existentes, tanto en el ámbito federal como estadual, no fueron eficaces para resolver la problemática, teniendo como resultado acciones puntuales, con una total falta de coordinación y discontinuas, con poca optimización de la infraestructura y de los recursos financieros, materiales y humanos.

La respuesta a la búsqueda de alternativas fue consubstanciada en el Programa de Prevención y Control de Quemadas e Incendios Forestales en el Arco de Deforestación - Proarco, lanzado en mayo de 1998 por el Ibama.

El foco general del Proarco<sup>224</sup> es prevenir y combatir los incendios forestales a larga escala en la Amazonia Legal, especialmente en el “arco de deforestación”, identificado como una área bastante alterada por la acción agropecuaria, por la explotación forestal y por otras intervenciones, quedando sujeta a incendios de grandes proporciones.

El programa promovió la integración de los órganos de diferentes esferas del gobierno y de la sociedad en la ejecución de acciones de prevención, fiscalización y control de las quemadas y combate a los incendios forestales en la región, descentralizando la ejecución de las acciones y definiendo las responsabilidades del Gobierno Federal, de los estados y de los municipios.

El Proarco tuvo sus actividades finalizadas en el año 2006, y sus actividades fueron incorporadas por el PREVFOGO.

### 3.12.2 Sistema Nacional de Prevención y Combate a los Incendios Forestales - PREVFOGO

En 1989 el Gobierno Federal creó, dentro de la estructura del Ibama, el Sistema Nacional de Prevención y Combate a los Incendios Forestales - PREVFOGO<sup>225</sup>, que tiene como finalidad, entre otras cosas, desarrollar programas para ordenar, monitorear, prevenir y combatir incendios forestales, y desarrollar y difundir técnicas de manejo controlado del fuego.

El PREVFOGO tiene como misión “promover, apoyar, coordinar y ejecutar actividades de educación, investigar, monitorear, controlar las quemadas, prevenir y combatir los incendios forestales en Brasil, evaluando sus efectos sobre los ecosistemas, la salud pública y la atmósfera”. Entre esas actividades destinadas al PREVFOGO, se han destacado el entrenamiento y capacitación de productores rurales y brigadistas, además del propio combate a incendios forestales y el monitoreo de focos de calor por imágenes de satélite.

Desde el 2001 el PREVFOGO busca, como centro especializado, establecer el control sobre incendios forestales por medio de la contratación de Brigadas de Prevención y Combate. Al comienzo, la contratación quedó restringida a las Unidades de Conservación Federales, teniendo en cuenta la dimensión del territorio brasileño y la consecuente imposi-

224 Vide: < <http://www2.ibama.gov.br/proarco/index0.htm>>

225 El PREVFOGO fue creado por medio del Decreto n° 97.635/1989, y actualmente es regido por el Decreto n° 6.099/2007.

bilidad de cubrirlo por completo, priorizando, así, las áreas de conocida importancia biológica. En esas áreas, las brigadas lograron cumplir objetivos importantes para la conservación de la biodiversidad local, al desarrollar rutinas de prevención, involucrar a la población cercana a las Unidades de Conservación - UCs, ofrecer respuesta a los problemas frecuentes y formar un equipo de campo en combates de gran magnitud. El número de brigadas contratadas presentó una evolución constante, hasta alcanzar, durante el año del 2008, 82 UCs atendidas.

A partir del 2009, la contratación de brigadas de UCs pasó a ser una atribución del ICMBio. Desde entonces, el PREVFOGO/Ibama actúa en las Unidades de Conservación exclusivamente en cooperación con el ICMBio, apoyando las actividades de cursos de formación de brigadistas y brindando apoyo a eventos de combate ampliado. Así, el PREVFOGO/Ibama pasó a actuar de forma secundaria en las Unidades de Conservación Federales en la cuestión relativa a los incendios forestales. Paralelamente estaba quedando evidente la demanda por una acción más efectiva en diversos municipios críticos afectados anualmente por incendios forestales.

El año 2008 fue marcado por el aumento de esa línea de acción en municipios claramente amenazados por incendios forestales. La motivación principal fue el hecho de la declaración de estado de emergencia ambiental en 14 unidades federativas, debido a las condiciones climáticas favorables al surgimiento de incendios forestales y quemadas<sup>226</sup>. El mismo año, el Ministerio de Planificación, Presupuesto y Gestión<sup>227</sup>, autorizó el Ibama a contratar brigadistas para actuar en emergencias ambientales. Amparado por ese instrumento, el Ibama<sup>228</sup>, autorizó la implementación de brigadas de prevención y combate en los municipios más expuestos a los incendios forestales, determinando además la respectiva estructura de funcionamiento.

Con el nuevo direccionamiento del papel del PREVFOGO, fue necesario establecer criterios objetivos con el objetivo de seleccionar los municipios que serían atendidos con Brigadas de Prevención e Combate a Incendios Forestales. A partir de este proceso fueron seleccionados 31 municipios localizados en 5 estados de la Amazonia Legal. El proyecto de brigadas municipales finalizó el año 2008 con 894 brigadistas capacitados para actuar en la prevención y combate a incendios forestales. En el año 2009 hubo una ampliación de la atención de las brigadas, siendo contemplados 64 municipios distribuidos en 10 estados.

226 Según Ordenanza n° 163/2008, del Ministerio de Medio Ambiente.

227 Por medio de la Ordenanza 155/08.

228 Por medio de la Ordenanza n° 23/2008.

Con la definición de esos municipios se buscó dar continuidad al programa de Brigadas de Prevención y de Combate a los incendios forestales, así como delimitar un territorio de acción más directa del PREVFOGO, pudiendo también conocer el comportamiento de los incendios en esos lugares y mejorar los resultados de la intervención de esta institución. En la misma línea de acción y evolución del PREVFOGO, fue desarrollado el Sistema Nacional de Informaciones sobre Fuego - SisFogo, sistema que agrega informaciones sobre quemadas, especialmente aquellas proporcionadas por las brigadas que actúan en los municipios críticos.

La estructura del PREVFOGO está compuesta por núcleos en la Sede y Coordinaciones Estaduales y Regionales, que concentran a los profesionales con atribuciones específicas. Los núcleos están divididos de la siguiente manera:

- núcleo de Capacitación y Entrenamiento: tiene como objetivo armar una estructura de capacitación de recursos humanos para actuar en el área de incendios forestales y quemadas, en el contexto gerencial y operacional, para ofrecer oportunidades a todas las agencias que integran el sistema, buscando elevar el nivel de conocimiento y habilidad de los técnicos. Como se trata de una iniciativa pionera en Brasil, la estructuración de ese programa se ha preocupado en contemplar la formación de entrenadores, hasta la definición de contenido programático, la elaboración de material didáctico y la estructuración física de algunos centros regionales de entrenamiento;
- núcleo de Comunicación y Educación Ambiental: tiene como objetivo producir recursos de instrucción (impresos, electrónicos, promoción de actividades de formación, como cursos rápidos sobre la temática del fuego), participar y promover eventos y producir y sistematizar la información interna;
- núcleo de Interagencias y Control de las Quemadas e Incendios Forestales: tiene como misión el desarrollo de acciones de prevención y control de quemadas e incendios forestales, teniendo como premisa que la gestión de incendios forestales reside en el principio básico de la prevención;
- núcleo de Investigaciones y Monitoreo: tiene como objetivo desarrollar rutinas de monitoreo de focos de calor utilizando informaciones geoespaciales, así como promover, apoyar y participar de investigaciones relacionadas a incendios forestales y quemadas;
- núcleo de Planificación y Administración: tiene como objetivo dar apoyo administrativo, financiero y logístico al PREVFOGO;

- núcleo de Preparación y Combate: prevé, por un lado, acciones que permitirán anticipar la toma de decisiones sobre un eventual riesgo de incendios, y por otro lado, orientará como actuar directamente en el combate a los incendios. Actúa también en la elaboración e implementación de planes operativos que sirven para planificar acciones locales de combate, elaboradas en base a un diagnóstico.

### 3.12.3 Prohibición de Quemada en la Cosecha de Caña de Azúcar en el Estado de São Paulo

El estado de São Paulo registró, en los últimos años, una rápida expansión en la producción de caña de azúcar, debido principalmente al aumento de la demanda por etanol para atender al mercado de vehículos *flex-fuel* en el país. Del 2003 al 2008, el área total del cultivo de caña de azúcar en el estado creció cerca del 70% (RUDORFF *et al.*, 2010).

El dato más expresivo – desde el punto de vista ambiental – es que, por primera vez, más de la mitad de la cosecha fue realizada sin quemadas. El informe referente a la zafra 2009-2010 muestra que el 56% de la cosecha fue realizada sin fuego, contrastando con el 44% en que fue utilizado ese recurso. En la zafra de 2006-2007, la cosecha sin quemadas fue del 34%.

La práctica de las quemadas en la cosecha de la caña de azúcar era corriente en el estado, acompañando el ejemplo de otras unidades de la federación y de otros países del mundo. Sin embargo, esa práctica pasó a ser cuestionada por miembros del Ministerio Público estadual por medio de acciones judiciales y por la acción de las comunidades preocupadas con los efectos de esa práctica agrícola sobre la salud, la seguridad, el medio ambiente y la calidad de vida en los medios urbanos próximos a las plantaciones. La quema de la caña de azúcar pasó a ser cuestionada también por técnicos del área gubernamental, debido a los daños ambientales, particularmente en relación a la contaminación del aire, los riesgos de incendios y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Desde otro punto de vista, se alega el hecho de que la cosecha y el transporte de la caña quemada sería más barato que el costo relacionado a la caña verde. Además de la productividad de los cortadores manuales en relación a la caña quemada, que llega a ser el doble de lo verificado en la caña verde, lo que lleva a los cortadores a preferir cortar caña quemada aun quedando expuestos a mayores niveles de polvareda y hollín.

El gobierno del estado de São Paulo ha adoptado medidas desde mediados de la década de 1990 para buscar contener los problemas que derivan de la quema de la paja, una de las cuestiones ambientales más serias del estado, sin perjudicar la producción agrícola y los empleos generados en el sector. Ha sido grande la presión de los dueños de las usinas, que alegan dificultades económicas para adoptar métodos de menor impacto para el corte de la caña de azúcar, hecho que ha generado discusiones y negociaciones permanentes en relación a nuevos plazos para la eliminación gradual de las quemadas. Existe también otro factor que complica aún más el proceso de eliminación gradual de las quemadas por medio de la substitución de máquinas cosechadoras, y ese factor es el aumento del desempleo rural, con la eventual demisión de la mano de obra utilizada en la cosecha de la caña de azúcar.

En 1998 fue editada una resolución conjunta<sup>229</sup> entre las Secretarías Estaduales de Agricultura y Abastecimiento y de Medio Ambiente, reglamentando la eliminación gradual de la quema de la paja de caña de azúcar, estableciendo la obligatoriedad de la presentación de planes, criterios, plazos e informes de eliminación de quemadas, entre otras medidas.

Posteriormente a 1999, fueron retomadas las discusiones en el ámbito de la Cámara del Sector Sucrialcoholero del Estado de São Paulo, buscando una nueva negociación de los términos de la legislación<sup>230</sup> que en el incluyó una serie de reivindicaciones.

En el año 2000, la Asamblea Legislativa del Estado de São Paulo aprobó una ley que definió los procedimientos, prohibiciones, reglas de ejecución y medidas de precaución a ser obedecidas en relación a la utilización de fuego en prácticas agrícolas, pastoriles y forestales<sup>231</sup>, conocida como la “Ley de Quemadas”. Tal ley no estableció un cronograma claro para la eliminación de las quemadas, ni tampoco definió sanciones claras para los que no cumplieren la ley.

En el 2002 fue aprobada, en el estado de São Paulo, una ley<sup>232</sup> que trata sobre la eliminación de la quema de la paja de la caña de azúcar y establece un cronograma del año

229 Resolución nº 01/1998.

230 Decreto Estadual nº 42.056/1997.

231 La Ley nº 10.547, del 2000, por medio de su Decreto de Reglamentación nº 45.869, del 22 de junio del 2001, dispone: “el empleo de fuego, como método para facilitar el corte de la caña de azúcar, debe ser eliminado de forma gradual, no pudiendo la reducción, a cada período de cinco años, ser inferior al 25% del área de cada unidad agroindustrial o propiedad no vinculada a una unidad agroindustrial, (...)”. El decreto establece además que a partir del año 2001 no se efectuará la quema de la paja de la caña de azúcar en porcentaje correspondiente al 25% de las áreas de mecanización y 13,35% de las áreas de no mecanización”.

232 Ley Estadual nº 11.241.

2002 al año 2031, con porcentajes de áreas plantadas donde la quema debe ser eliminada, yendo del 20% en el primer año al 100% en el año 2021, para las áreas de mecanización, y hasta el 2031 para las áreas con mayores escollos para asimilar ese proceso. Por otro lado, la ley prohíbe quemadas a un kilómetro del perímetro de áreas urbanas y de reservas indígenas, y exige de los plantadores una planificación anual a ser entregada a la Compañía de Saneamiento Ambiental del estado de São Paulo - Cetesb, adecuando las áreas de producción al plan de eliminación de las quemadas.

En el 2007, el gobierno del estado y la Unión de la Industria de Caña de Azúcar - Unica, firmaron el protocolo de intenciones (Protocolo Agroambiental del Sector Sucroalcoholero), fijando nuevas metas para la adopción de la mecanización, en el cual, en las áreas de mecanización, la quemada deberá ser abandonada en el 2014, y en las áreas con mayores dificultades, las áreas quemadas en el podrán superar el 12% hasta el 2017<sup>233</sup>. Contrariamente, los productores de caña proponen la eliminación total, pero solo a partir del 2021.

En febrero del 2008, 141 industrias de azúcar y etanol ya habían adherido al Protocolo, recibiendo el respectivo "Certificado de Conformidad Agroambiental". Esas adhesiones corresponden a más del 90% del total de la caña producida en el estado de São Paulo. Cualquier persona puede acompañar la marcha del protocolo y la relación de las industrias que adhirió al mismo por medio de la página en Internet del Programa Etanol Verde.

La eliminación gradual de la quema de la paja de caña de azúcar está reglamentada<sup>234</sup>, y una serie de procedimientos fue determinada, como la prohibición de la quema de la paja de caña de azúcar en el período de las 06:00 a las 20:00 horas, entre el 1º de junio y el 30 de noviembre del 2010 (período donde se verifican fuertes sequías y en el cual el fuego no controlado puede avanzar).

Actualmente, la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de São Paulo utiliza el protocolo de quema que está condicionada a las determinaciones referentes a la humedad relativa del aire, disponibilizadas en el portal Eliminación Gradual de la Quema de Paja da Caña de Azúcar<sup>235</sup>.

233 Vide: < <http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/>>

234 Por la Resolución SMA - 35/2010, que trata sobre los procedimientos relativos a la suspensión de la quema de la paja de caña de azúcar dictados por la Ley Estadual nº 11.241, del 19 de septiembre del 2002, y reglamentada por el Decreto Estadual nº 47.700, del 11 de marzo del 2003 (disponible en: <http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/Sigam2/Repositorio/24/Documentos/Resolu%3a7%3a a3o% 20SMA%20-%2035,%20de%2011-5-2010.pdf>).

235 Vide: < <http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/>>

Desde el 2007, con la implantación del Protocolo Agroambiental del Sector Sucroalcoholero, ya se evitó la quemada de 2,6 millones de hectáreas de caña de azúcar en el estado de São Paulo, con la correspondiente reducción de la emisión de contaminantes, según muestran los datos del Cuadro 3.15.

**Cuadro 3.15 Reducción de la emisión de contaminantes debido a la reducción de la quema en la cosecha de caña de azúcar en el estado de São Paulo - zafra 2006-2007 a 2009-2010**

Emisiones evitadas (toneladas)	Zafra 06/07	Zafra 07/08	Zafra 08/09	Zafra 09/10	Total evitado
CO	413.763	1.896.206	2.250.167	3.368.190	7.928.326
Hidrocarburos	59.109	270.886	321.452	481.170	1.132.617
Material particulado	35.465	162.532	192.871	288.702	679.570

Fuente: Secretaría de Medio Ambiente del Estado de São Paulo, 2010. Disponible en <<http://www.ambiente.sp.gov.br/projetos18.php>>.

### 3.13 Ciudades por la Protección del Clima

La campaña Ciudades por la Protección del Clima (*Cities for Climate Protection - CCP*) es una iniciativa del Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales - ICLEI (sigla en inglés de *International Council for Local Environmental Initiatives*), lanzada en junio de 1991. Esta iniciativa consiste en una campaña internacional para movilizar acciones de gobiernos locales a favor de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y dar mayor expresión internacional colectiva a los gobiernos municipales frente a los gobiernos nacionales y a la Convención.

La Campaña Ciudades por la Protección del Clima brinda asistencia a ciudades en relación a la adopción de políticas y a la implementación de medidas cuantificables para la reducción de emisiones locales de gases de efecto invernadero como forma de mejorar la calidad del aire y de vida en los centros urbanos.

La campaña está basada en una estructura de un desempeño innovador, por medio de cinco marcos con los cuales los gobiernos locales están comprometidos. Esos marcos les permiten a los gobiernos locales comprender de qué forma las decisiones en el ámbito municipal afectan el uso de energía, y como esas decisiones pueden ser útiles para mitigar el cambio climático mientras mejora la calidad de vida de la comunidad. La metodología de la CCP está de acuerdo a los estándares internacionales y ofrece una forma simple de actuar

en el campo de la reducción de las emisiones del monitoreo, medición y producción de informes de desempeño.

Uno de los objetivos de la campaña es coordinar iniciativas y brindar asistencia técnica y material educativo a las municipalidades, para el desarrollo de la capacidad local para comprender el problema e implementar los "Planes Locales de Acción" que puedan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Para eso, la campaña busca desarrollar y mantener una estructura que incentive a sus participantes a monitorear, cuantificar e informar sus resultados al ICLEI y a sus gobiernos nacionales.

Aunque los países en desarrollo no hayan firmado compromisos para establecer metas cuantificadas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, de acuerdo al Protocolo de Kyoto, las ciudades de esos países pueden y son incentivadas a adherir a la campaña y a tomar iniciativas para reducir sus emisiones.

El ICLEI promueve esa campaña tanto regionalmente como nacionalmente en América Latina (incluyendo, por ejemplo, a Brasil y México), Australia, Canadá, Europa, Japón, Nueva Zelanda, Sudáfrica, países del sudeste asiático y Estados Unidos. Más de 800 gobiernos locales participaron de la CCP, integrando medidas de mitigación del cambio global del clima en sus procesos decisorios.

En Brasil, siete ciudades adhirieron a esa campaña: Betim - MG, Goiânia - GO, Palmas - TO, Porto Alegre - RS, Rio de Janeiro - RJ, São Paulo - SP y Volta Redonda - RJ, alcanzando a casi 20 millones de habitantes. Cada ciudad formalizó su adhesión a la campaña, mediante la firma de una resolución del gobierno municipal o estadual, comprometiéndose a seguir las directrices básicas definidas por el ICLEI para su participación, buscando reducir las emisiones de gases del efecto invernadero, y algunas de las ciudades, inclusive, ya están tomando medidas locales para cumplir los objetivos.

Hasta el cierre de la fase piloto del proyecto, en marzo del 2005, las ciudades participantes del proyecto en Brasil habían realizado sus inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero, junto al estableciendo metas de reducción de emisiones y el desarrollo de planes de acción orientados a la mitigación, implementando, por lo menos, dos de las medidas propuestas.

Las actividades en que esas ciudades se comprometieron en el período del 2001 al 2005, se concentraron en promover la sensibilización en relación al tema, la disseminación en la comunidad y la capacitación de técnicos municipales. Entre las actividades de capacitación se destacaron las oportu-

nidades de aprendizaje entre colegas; el intercambio de experiencias con ciudades de otros países de América del Sur y el Caribe, y con miembros del ICLEI; la participación en eventos internacionales, inclusive en la 10ª y 11ª Conferencias de las Partes de la Convención, realizadas en Buenos Aires y en Montreal, respectivamente; además de varios seminarios temáticos realizados en cooperación con las ciudades sobre la relación entre cambio climático y residuos sólidos, transporte sustentable y energía.

En los seminarios temáticos fue presentada la primera versión de prueba del aplicativo para cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes locales (*Harmonized Emissions Assessment Tool - HEAT*), con planillas para la inclusión de datos de energía, costos y realización de escenarios, especialmente desarrolladas para gobiernos locales a partir de la metodología del IPCC.

La Campaña Ciudades por la Protección del Clima también abrió camino para otras iniciativas que contribuyen a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Además de un proyecto sobre licitaciones públicas sustentables orientadas a productos amigables desde el punto de vista del clima, que contó con la participación de la ciudad de São Paulo y de los gobiernos estaduais de São Paulo y de Minas Gerais, también fue establecida la Red de Ciudades y Comunidades Modelo en Energías Renovables Locales en Brasil (*Local Renewables*), denominada Red Elo, con dos ciudades modelo: Betim - MG y Porto Alegre - RS.

## 3.14 Medidas de Carácter Financiero y Tributario

### 3.14.1 Responsabilidad Ambiental de los Bancos

La Constitución Federal dispone que "todos tienen derecho a un medio ambiente ecológicamente equilibrado, bien de uso común del pueblo y esencial para una saludable calidad de vida, imponiéndose al Poder Público y a la colectividad el deber de defenderlo y preservarlo para las presentes y futuras generaciones"<sup>236</sup>. Los bancos públicos y privados no pueden estar excluidos del concepto de "colectividad". En ese sentido, en Brasil hay varios dispositivos legales que buscan determinar directrices para los bancos públicos y privados en sus acciones en el área de medio ambiente.

La Ley de la Política Nacional de Medio Ambiente<sup>237</sup> trae dispositivos que, al ser aplicados a las instituciones financieras, en un sentido amplio, elevan el financiamiento y el

<sup>236</sup> Artículo 225 de la Constitución Federal de 1998.

<sup>237</sup> Artículos 3º, 12º e 14º.

crédito al nivel de instrumentos de control ambiental. Los financiamientos, principalmente aquellos son incentivados por el gobierno, deben incorporar el componente ambiental antes de su aprobación, partiendo de la realización de estudios de impacto ambiental previos al análisis de los proyectos y a la aprobación del crédito, como ya viene ocurriendo en el ámbito del Banco Mundial.

Son comprendidas como entidades financiamiento no solo los bancos tradicionales, sino también las cooperativas, autarquías, sociedades de economía mixta, bancos múltiples y de inversión, y fondos de pensión, o sea, todas aquellas instituciones que puedan, en un sentido amplio, incluirse en la expresión "entidades u órganos de financiamiento e incentivo gubernamental".

La Ley de Crímenes Ambientales trajo varios dispositivos con un impacto directo en la consideración de la responsabilidad ambiental de los bancos. Esa ley define que las personas jurídicas serán responsabilizadas administrativa, civil y penalmente en los casos en que la infracción sea cometida por decisión de su representante legal o contractual, o de su órgano colegiado, con el interés o no de beneficiar su entidad. La responsabilidad de las personas jurídicas no excluye a las personas físicas, autoras, coautoras o partícipes del mismo hecho.

La institución financiera, al aprobar un crédito sin la observancia del licenciamiento ambiental o de los estándares del Conama, podrá ser condenada a resarcir los eventuales perjuicios financieros derivados de la degradación del medio ambiente; más que eso, el administrador está colocándose en condiciones de igualdad al contaminador que practica el crimen de contaminación, pudiendo exponer la vida de terceros en peligro.

En el caso de los incentivos fiscales, hay otra vertiente a ser destacada, ya que tales incentivos son parte del tributo que está siendo reducido, al cual la sociedad está renunciando para fomentar determinada actividad en un determinado lugar. Así, el propio impuesto estaría siendo usado para causar daños al medio ambiente.

Debe destacarse también que la responsabilización de las instituciones internacionales de crédito es una medida posible, a partir de las fuentes del Derecho Internacional Público, además del fortalecimiento por parte de los dispositivos legales internos. Es verdad que los daños causados por

financiadore internacionales no pueden estar fuera del alcance de la jurisdicción del país, así como los actos de sus funcionarios.

### **Protocolo Verde**

En 1995, el Gobierno Federal lanzó el programa Protocolo Verde, con la finalidad de inducir la incorporación de la variable ambiental, como criterio indispensable para el desarrollo sustentable en el proceso de análisis para la concesión de crédito oficial y de beneficios fiscales.

Los dos objetivos originales del Protocolo son: priorizar la asignación de recursos públicos, por medio de operaciones de crédito o beneficios fiscales, en proyectos que presenten una mayor capacidad de autosustentación socioambiental; y evitar el uso de esos recursos en proyectos que contribuyan a aumentar los impactos ambientales negativos.

En 1995 fue firmada la "Carta de Principios para el Desarrollo Sustentable"<sup>238</sup> por los cinco bancos federales (Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social - BNDES, Banco de Brasil, Caja Económica Federal, Banco del Noreste de Brasil y Banco de la Amazonia).

Fueron identificadas algunas prioridades entre las directrices del documento inicial del Protocolo Verde, a ser ejecutadas en conjunto o individualmente, de acuerdo al mandato de cada institución involucrada. En esas prioridades se destacaron tres grupos básicos de temas para:

- definir criterios y preparar instrumentos para el análisis de la variable ambiental en la asignación de crédito;
- identificar necesidades para mejorar el sistema de licenciamiento ambiental y de eventuales alteraciones en la estructura de la legislación y de las regulaciones ambientales; y
- buscar nuevas fuentes y mecanismos para incrementar la disponibilidad de fondos para proyectos ambientales.

El Protocolo Verde obtuvo resultados principalmente en lo relativo a la concientización y a la asistencia a las instituciones financieras federales involucradas; en la adecuación institucional de los mecanismos de licenciamiento; en el esfuerzo de identificación de recursos externos privados orientados al medio ambiente; en el diseño de proyectos y programas, en conjunto con los bancos, orientados al desarrollo sustentable y a la disminución de los pasivos ambientales; y, particularmente, a la racionalización del uso de agrotóxicos.

En el 2008 el Banco Central de Brasil celebró su adhesión al Protocolo Verde. La Federación Brasileña de Bancos - Febraban, adhirió al Protocolo en el 2009. Otros bancos privados

<sup>238</sup> La citada "Carta", al listar los Principios Generales del Desarrollo Sustentable, dispone, entre otras cosas, que el sector bancario debe privilegiar de forma creciente el financiamiento de proyectos que no sean agresivos al medio ambiente o aquellos que presenten características de sustentabilidad; que los riesgos ambientales deben ser considerados en los análisis y en las condiciones de financiamiento; y que la gestión ambiental requiere la adopción de prácticas que anticipen y prevengan la degradación del medio ambiente.

también adhirieron al Protocolo Verde pudiendo citarse al Banco Itaú Unibanco, el Santander de Brasil, el Bradesco y el HSBC.

Los compromisos de las instituciones signatarias son:

- ofrecer líneas de financiamiento y programas que fomenten la calidad de vida de la población y el uso sustentable del medio ambiente;
- considerar los impactos y costos socioambientales en la gestión de sus activos y en los análisis de riesgo de proyectos, teniendo como base la Política Nacional de Medio Ambiente;
- promover el consumo consciente de recursos naturales y de materiales de ellos derivados en los procesos internos;
- informar, sensibilizar y buscar continuamente el compromiso de las partes interesadas en las políticas y prácticas de sustentabilidad de la institución;
- promover la cooperación e integración de esfuerzos entre las organizaciones signatarias del Protocolo.

Las Instituciones que son parte del Protocolo deben exigir el licenciamiento ambiental en financiamientos industriales, in-

cluyendo el análisis sectorial diferenciado por sector (pesca, madera y otros productos extractivos). Para las concesiones de crédito rural, es necesario realizar convenios con empresas de asistencia técnica, las cuales recomendarán las tecnologías de producción conservacionistas adecuadas para la defensa del suelo y del medio ambiente. En los proyectos de reforma agraria, el deudor asumirá el compromiso de conservar el medio ambiente, obedeciendo los criterios técnicos y legales de preservación. En los casos de financiamientos del sector rural, será exigida la preservación de un 50% del área de Bosque Amazónico y un 20% del área de *Cerrado*, con los respectivos registros ante escribano, debiendo presentar el certificado de antecedentes negativo emitido por el Ibama, además de otras licencias previstas por la ley.

También están previstas líneas de crédito industrial para el procesamiento y reciclaje de residuos sólidos, además del financiamiento para madereras, restringido a aquellas que desarrollan proyectos de manejo forestal, reforestación o cuya línea de producción sea verticalizada.

En el Cuadro 3.16 son presentadas las políticas y prácticas bancarias orientadas a la responsabilidad socioambiental adoptadas por instituciones financieras en Brasil.

**Cuadro 3.16 Políticas y prácticas bancarias orientadas a la responsabilidad socioambiental adoptadas por instituciones financieras en Brasil**

2010
BMF&Bovespa adhiere a Principios de la Inversión Responsable- PRI (sigla en inglés de <i>Principles for Responsible Investment</i> ).
2009
El BNDES y BMF&Bovespa anuncian la creación de un índice de acciones con foco en el cambio global del clima.
La Serasa Experian* lanza el producto "Conformidad Ambiental", permitiendo que las instituciones financieras evalúen el cumplimiento de la legislación ambiental por parte de las empresas.
Caja Económica Federal adhiere a los Principios de Ecuador.**
Banco Itaú Unibanco lanza el Fondo de Inversión Itaú Índice de Carbono, primer banco brasileño en lanzar un fondo vinculado a un índice de créditos de carbono.
Banco Itaú Unibanco lanza la política de sustentabilidad.
Banco Santander adhiere a los Principios de Ecuador.
Febraban lanza el Protocolo Verde para los bancos privados, con adhesión inicial de los bancos Bradesco, Cacique, Citibank, HSBC, Itaú Unibanco, Safra y Santander Brasil - Real.
Banco Central de Brasil crea Grupo de Trabajo sobre responsabilidad socioambiental.
2008
Bancos públicos federales brasileños lanzan versión revisada del Protocolo Verde.
Serasa lanza el producto Informe de Responsabilidad Social que incorpora cuestiones sociales en la evaluación de riesgo de crédito.
Unibanco <i>Asset Management</i> - UAM y Banco Real <i>Asset Management</i> adhieren al PRI.
Banco Real lanza el CDB Sustentable, título de renta fija con foco socioambiental.
Banco de Brasil, Banco de la Amazonia, Banco del Noreste de Brasil, Caja Económica Federal y BNDES reeditan el Protocolo Verde.
Banco HSBC lanza líneas de crédito con foco socioambiental.
Banco Unibanco obtiene línea de crédito inédita de la IFC para financiamiento de proyectos en las áreas de energía renovable, eficiencia energética y construcción sustentable.
BNDES crea el Fondo Brasil Sustentabilidad, primer fondo de inversión del país orientado al desarrollo de proyectos ambientales.
Banco Itaú lanza política de crédito con clasificación del riesgo socioambiental de los clientes corporativos.

**2007**

- Banco Rabobank lanza programa de créditos de carbono para incentivar la reforestación de áreas deforestadas ilegalmente en la Amazonia.
- Banco Bradesco anuncia el lanzamiento de productos con foco socioambiental que van a generar recursos financieros para la Fundación Amazonia Sustentable.
- Banco Bradesco lanza el Banco del Planeta, área dedicada a centralizar y ampliar todos sus proyectos e iniciativas socioambientales.
- Bolsa de Mercaderías & Futuros - BM&F realiza primera subasta pública de créditos de carbono del mundo.
- Unibanco, en convenio con el *Japan Bank for International Cooperation* - JBIC, crea línea de financiamiento para proyectos de comercialización de créditos de carbono.
- Serasa lanza el producto Informe de Responsabilidad Ambiental que incorpora cuestiones ambientales en la evaluación de riesgo de crédito.
- IFC y Centro de Estudios en Sustentabilidad - FGV/SP lanzan el Fórum Latinoamericano sobre Finanzas Sustentables.
- Cerca de 50 instituciones financieras globales son signatarias de los Principios de Ecuador, representando cerca del 90% del mercado de *project finance* en el mundo.
- Caja Económica Federal y Banco Banif lanzan fondo Caja Ambiental, primer fondo con foco en proyectos del sector de saneamiento básico y medio ambiente.
- Banco Unibanco y Caja Económica Federal lanzan fondos vinculados al Índice de Sustentabilidad Empresarial - ISE.

**2006**

- Banco Bradesco es incluido en el *Dow Jones Sustainability Index*.
- IFC aprueba sus nuevas políticas socioambientales.
- Bancos privados lanzan nueva versión de los Principios de Ecuador, con ratificación de los bancos brasileños.
- Rabobank lanza política socioambiental con criterios para el sector rural.
- Banco Bradesco inicia diálogo con sus proveedores sobre responsabilidad socioambiental.
- Bancos Itaú, Bradesco y Abn Amro Real lanzan productos con foco socioambiental.
- Banco Bradesco crea área de responsabilidad socioambiental.
- Bancos HSBC, Bradesco y Safra lanzan fondos vinculados al ISE.
- Rede *BankTrack* lanza manual "Qué Hacer y Qué No Hacer en un Banco Sustentable".
- Banco HSBC lanza política específica para el sector de energía.
- Banco Abn Amro Real lanza fondo de inversión en infraestructura con sistema de gestión ambiental - Fondo InfraBrasil.
- Adhesión pionera del fondo de pensión Previ y de la Caja al PRI.
- Red *BankTrack* lanza campañas específicas para monitorear bancos de países emergentes y los derechos humanos en instituciones financieras.

**2005**

- Banco Bradesco crea el comité y política socioambiental corporativa.
- Banco de Brasil adhiere a los Principios de Ecuador y adopta criterios socioambientales en el financiamiento de proyectos no contemplados en los Principios de Ecuador.
- Banco Itaú perfecciona sus políticas socioambientales, crea Comisión de Responsabilidad Socioambiental y adopta criterios socioambientales en el financiamiento de proyectos no contemplados en los Principios de Ecuador.
- Banco HSBC lanza políticas específicas para los sectores de infraestructura de agua dulce y químico.
- Banco Abn Amro inicia el lanzamiento de políticas específicas para sectores más sensibles a impactos socioambientales.
- Banco Abn Amro Real amplía su línea de productos con foco socioambiental.
- Banco Abn Amro Real inicia negocios con créditos de carbono.
- Banco de Brasil lanza fondo vinculado al ISE.
- Bovespa lanza el Índice de Sustentabilidad Empresarial - ISE.
- Fondo de pensión Petros adopta criterios socioambientales para la selección de la cartera de acciones.
- Banco Itaú lanza productos con foco socioambiental.
- CEBDS crea la Cámara Técnica de Finanzas Sustentables, cuyos miembros son los bancos de Brasil, Abn Amro Real, Itaú, Bradesco, Caja Económica Federal y la Bolsa de Mercaderías & Futuros - BM&F.

\* Empresa que ofrece servicios de información, marketing y gerenciamiento de crédito a organizaciones y consumidores, con el objetivo de auxiliarlos a gerenciar riesgos y beneficios de decisiones comerciales y financieras.

\*\* Los Principios de Ecuador son un conjunto de exigencias socioambientales, creado en el 2003, y aplicado en la concesión de financiamiento de grandes proyectos, amparado por cláusulas financieras que limitan su aplicación a un montante financiero mínimo.

Fuente: Finanzas Sustentables <sup>239</sup>.

239 Vide: Finanzas Sustentables. Disponible en <<http://www.financassustentaveis.com.br/contexto.asp>>.

### 3.14.2 ICMS Ecológico

El Impuesto sobre Circulación de Mercaderías y Servicios – ICMS, es una parte significativa del presupuesto de los estados federados brasileños, y es también una fuente importante de recursos para los municipios. La Constitución Federal<sup>240</sup> estipula que el 25% de los recursos provenientes del ICMS en cada estado deben ser distribuidos a sus municipios; de ese 25%, un 75% debe ser distribuido de acuerdo al valor agregado generado por cada municipio, y los 25% restantes, según criterios establecidos por los propios estados.

En los últimos años, la distribución de ese último 25% incorporó, en algunos estados, una nueva categoría que estimula a los municipios a mantener áreas de conservación y a desarrollar prácticas ambientales correctas, como el tratamiento de residuos y de desechos humanos.

Esa categoría es conocida como “ICMS Ecológico” y se destina a compensar a las municipalidades que dejan de generar productos y servicios para que la sociedad pueda usufructuar de los recursos y servicios ambientales en su territorio. Es un óptimo incentivo para que los municipios no abandonen esas actividades ambientalmente correctas, por no ser debidamente recompensados por los recursos del ICMS (que anteriormente privilegiaba solo a la actividad económica) y para que otros municipios, principalmente aquellos, que no fueron agraciados por la naturaleza de

áreas de preservación natural, puedan crear reservas y emprendan actividades ecológicas.

Con el tiempo, esta experiencia fue evolucionando y la ley pasó de ser un concepto de compensación a un espíritu de un “incentivo económico”, premiando aquellos municipios que presenten una buena gestión de sus áreas naturales. Así, ese mecanismo creó una oportunidad para que el estado pueda aumentar su influencia en el proceso de desarrollo sustentable de los municipios, premiando a algunas actividades ambientalmente deseables, lo que hace que el ICMS Ecológico sea un instrumento de política pública que representa la operacionalización de un conjunto de principios innovadores para el mejoramiento de la gestión ambiental brasileña, especialmente el principio del proveedor-receptor.

Algunos estados brasileños ya aplican el ICMS Ecológico con bastante éxito (Cuadro 3.17), mientras que otros aún están desarrollando los instrumentos legales para su aplicación.

Además del estado de Paraná, se destacan como pioneros en la aplicación del ICMS Ecológico los estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rondônia, y Rio Grande do Sul. Sin embargo, cada estado establece sus criterios de distribución de acuerdo a las características específicas de la región, lo que contribuye a legitimar la aplicación del ICMS Ecológico en áreas con características ambientales distintas.

<sup>240</sup> Artículo 158.

**Cuadro 3.17 ICMS Ecológico de las Unidades de la Federación**

Estado	Año de aprobación de la ley del ICMS Ecológico	Porcentaje del ICMS de los Municipios distribuida por criterios ambientales	Criterios de distribución
Paraná	1991 (Ley Complementar Estadual 59/1991)	5%	Basado en dos criterios: áreas protegidas y manantiales de abastecimiento, teniendo cada uno un 2,5%, sumando los 5% del criterio ecológico presente en la ley.
São Paulo	1993 (Ley Complementar Estadual 8.510/1993)	0,5%	Municipios con áreas destinadas a la protección ambiental, creadas y bajo la responsabilidad del estado.
Mato Grosso do Sul	1994 (Ley Complementar 077 de 07/12/1994)	5%	Municipios que poseen Unidades de Conservación, áreas de Tierras Indígenas y Manantiales de Abastecimiento Público.
Minas Gerais	1995, con sustitución de legislación en 2009 (Ley Complementar Estadual 18.030/2009)*	1% del ¼ constitucional y a partir de 2011 será de 1,10%.	Dividido en tres índices: 1. Índice de Saneamiento Ambiental, referente a Rellenos Sanitarios, Estaciones de Tratamiento de Desechos y Usinas de Compostaje; 2. Índice de Conservación, orientado a las Unidades de Conservación y otras áreas protegidas y; 3. El último, está basado en la relación de porcentaje entre el área de mata seca en cada municipio y su área total.
Rondônia	1996 (Ley Complementar Estadual 147/1996)	5%	Unidades de Conservación y otros espacios especialmente protegidos.
Rio Grande do Sul	1997 (Ley Estadual 11.038/1997)	7%	Municipios que poseen Unidades de Conservación.
Pernambuco	2000 (Ley 11.899/2000) ICMS Socioambiental	3%	1% a municipios que poseen Unidades de Conservación y 2% a los municipios que tengan sistemas de tratamiento o de destinación final de Residuos Sólidos
Goiás	2007 (Aprobó la Emenda Constitucional nº 40 - falta regulación estadual)	5%	Este estado no posee información sobre distribución de ICMS Ecológico a los municipios, pues aún no legisló en ese sentido.
Ceará	2007 (Aprobó la Ley 14.023/2007) ICMS Socioambiental	2%	Ceará adoptó el ICMS Socioambiental considerando, además de medio ambiente, educación y salud entre los criterios de distribución. En el reparto, quedan 18% por el Índice Municipal de Calidad Educativa - IQE; 5% por el Índice Municipal de Calidad de la Salud - IQS; y 2% por el Índice Municipal de Calidad del Medio Ambiente - IQM.
Rio de Janeiro	2007 (Aprobó la Ley 5.100/2007)**	2,5%	La aplicación será realizada de forma progresiva: 1% en 2009; 1,8% en 2010; y 2,5% en el ejercicio fiscal de 2011 en adelante. El índice de distribución del ICMS Ecológico será compuesto de la siguiente forma: 45% para las Unidades de Conservación; 30% para la calidad del agua; y 25% para a administración de los residuos sólidos. Las municipalidades que puedan crear sus propias Unidades de Conservación tendrán derecho al 20% de los 45% destinados al mantenimiento de áreas protegidas, o sea, un <i>plus</i> en la puntuación a los municipios que asuman la responsabilidad por la creación, implementación y gestión de Unidades de Conservación de la Naturaleza (municipales) en sus respectivos territorios.
Piauí	2008 (Ley 5.813/2008)	5%	La aplicación será realizada de forma progresiva: 1,5 % en el primero año de distribución, 3% en el segundo año y, 5% del tercer año en adelante.

\* Esta Ley substituyó a la Ley Complementar Estadual nº12.040/1995, cuando fue aprobado el ICMS Ecológico en el estado de Minas Gerais.

\*\* Esta ley altera la Ley nº 2.664, del 27 de diciembre de 1996, que trata sobre la distribución a los municipios de una cuota del 25% (veinticinco por ciento) del producto de la recaudación del ICMS, incluyendo el criterio de conservación ambiental, y da otras providencias.

### 3.14.3 Fondo Nacional sobre Cambio Climático - FNCC

El Fondo Nacional sobre Cambio Climático - FNCC<sup>241</sup>, de naturaleza contable, está vinculado al Ministerio de Medio Ambiente - MMA, y tiene la finalidad de garantizar recursos para el apoyo a proyectos o estudios y financiamiento de emprendimientos que busquen la mitigación del cambio climático y la adaptación al cambio climático y sus efectos.

Los recursos del FNCC provienen de las siguientes fuentes:

- hasta un 60% (sesenta por ciento) de los recursos de la participación especial del volumen de producción del petróleo<sup>242</sup>;
- dotaciones consignadas en la Ley Presupuestaria Anual da Unión y en sus créditos adicionales;
- donaciones realizadas por entidades nacionales e internacionales, públicas o privadas;
- préstamos de instituciones financieras nacionales e internacionales;
- reversión de los saldos anuales no aplicados;
- recursos provenientes de intereses y amortizaciones de financiamientos.

El FNCC es administrado por un Comité Gestor vinculado al MMA, que lo coordina, cuya competencia y composición son establecidas en reglamento, estando garantizadas la participación de seis representantes del Poder Ejecutivo Federal y cinco representantes del sector no gubernamental.

La aplicación de los recursos del FNCC es destinada al apoyo financiero reembolsable, mediante la concesión de préstamo, por intermedio del agente operador; es destinada también al apoyo financiero, no reembolsable, a proyectos relativos a la mitigación del cambio climático o a la adaptación al cambio climático y a sus efectos, aprobados por el Comité Gestor del FNCC, según lo establecen las directrices previamente establecidas por el Comité. La definición de los recursos a ser aplicados en cada una de las modalidades, le cabe al Comité Gestor del FNCC y su aplicación podrá ser destinada a las siguientes actividades:

- educación, capacitación, entrenamiento e movilización en el área de cambio global del clima;
- ciencia del clima, análisis de impactos y vulnerabilidad;
- adaptación de la sociedad y de los ecosistemas a los impactos del cambio global del clima;
- proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero;
- proyectos de reducción de emisiones de carbono por la deforestación y degradación forestal, con prioridad a áreas naturales amenazadas de destrucción y relevantes para estrategias de conservación de la biodiversidad;
- desarrollo y difusión de tecnología para la mitigación de emisiones de gases del efecto invernadero;
- formulación de políticas públicas para la solución de los problemas relacionados a la emisión y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero;
- investigación y creación de sistemas y metodologías de proyecto e inventarios que contribuyan a la reducción de las emisiones líquidas de gases de efecto invernadero y a la reducción de las emisiones de deforestación y alteración de uso del suelo;
- desarrollo de productos y servicios que contribuyan a la dinámica de conservación ambiental y estabilización de la concentración de gases de efecto invernadero;
- apoyo a las cadenas productivas sustentables;
- pagos por servicios ambientales a las comunidades y a los individuos cuyas actividades comprobablemente contribuyan al stock de carbono, vinculadas a otros servicios ambientales;
- sistemas agroforestales que contribuyan a la reducción de la deforestación y absorción de carbono por sumideros y a la generación de riqueza; y
- recuperación de áreas degradadas y restauración forestal, priorizando áreas de Reserva Legal y Áreas de Preservación Permanente y las áreas prioritarias para la generación y garantía de la calidad de los servicios ambientales.

El agente financiero del FNCC es el BNDES, que también podrá habilitar al Banco de Brasil, a la Caja Económica Federal y a otros agentes financieros públicos para actuar en las operaciones de financiamiento con recursos del FNCC.

<sup>241</sup> Creado por medio de la Ley nº 12.114, del 9 de diciembre del 2009.

<sup>242</sup> La Ley nº 9.478, del 6 de agosto de 1997, trata sobre la política energética nacional, las actividades relativas al monopolio del petróleo, instituye el Consejo Nacional de Política Energética y la Agencia Nacional de Petróleo y da otras providencias. En su artículo 50, § 2º, inciso II, dispone que un 10% de los recursos de la participación especial del volumen de producción del petróleo será destinado al MMA para el desarrollo de actividades de gestión ambiental.

### 3.14.4 Fondo Amazonia

El Fondo Amazonia surge de una propuesta presentada por el gobierno brasileño durante la 13ª Conferencia de las Partes de la Convención, realizada en Bali, en diciembre del 2007, con la intención de crear un mecanismo para apoyar los esfuerzos de reducción de la deforestación en la Amazonia.

El BNDES asumió, en el 2008, la gestión y administración del Fondo Amazonia<sup>243</sup>, el cual tiene por finalidad captar donaciones para inversiones no reembolsables de acciones que puedan contribuir a la prevención, monitoreo y combate a la deforestación del bosque, además de otras iniciativas que promuevan la conservación y el uso sustentable del bioma Amazónico, en los términos del decreto de creación.

El BNDES asumió la responsabilidad por la operación, información y monitoreo del Fondo, teniendo la obligación de garantizar que los más altos patrones de la ética sean observados durante la selección y contratación de proyectos a ser desarrollados con recursos del Fondo. El Banco también se compromete a mantener los recursos provenientes de las donaciones separados de la disponibilidad del BNDES, y mantenerlos así contabilizados.

El Fondo Amazonia cuenta con un Comité Orientador - COFA, compuesto por 24 representantes - del Gobierno Federal, de estados de la Amazonia y de la sociedad civil - con la atribución de determinar sus directrices y acompañar los resultados obtenidos. El Fondo cuenta también con un Comité Técnico - CTFA, compuesto por seis especialistas de notorio saber técnico-científico, designados por el Ministerio de Medio Ambiente, después de consultar al Fórum Brasileño de Cambios Climáticos, con un mandato de tres años, prorrogable una vez por igual período. El Comité Técnico tiene la atribución de controlar los cálculos presentados por el Ministerio de Medio Ambiente en relación a las reducciones efectivas de emisiones de carbono provenientes de la deforestación, apreciando las metodologías de cálculo del área de deforestación y la cantidad de carbono por hectárea utilizada en el cálculo de las emisiones.

Los recursos que hacen parte del patrimonio del Fondo Amazonia son provenientes de donaciones. El Fondo Amazonia ya recibe donaciones de gobiernos extranjeros y está estructurándose para recibir donaciones de instituciones multilaterales, de organizaciones no gubernamentales y también de personas físicas. Todos los contribuyentes recibirán un diploma reconociendo la contribución a la reducción de emisiones provenientes de la deforestación de la Amazonia en términos de toneladas de CO<sub>2</sub>. El diploma

<sup>243</sup> Creado por medio del Decreto n° 6.527, del 1º de agosto del 2008.

explicita la cantidad de carbono correspondiente al valor de la donación, y que esa cantidad no es negociable.

El Fondo Amazonia apoya proyectos en las siguientes áreas:

- gestión de bosques públicos y áreas protegidas;
- control, monitoreo y fiscalización ambiental;
- manejo forestal sustentable;
- actividades económicas desarrolladas a partir del uso sustentable del bosque;
- zoneamiento ecológico y económico, ordenamiento y regularización territorial;
- conservación y uso sustentable de la biodiversidad; y
- recuperación de áreas deforestadas.

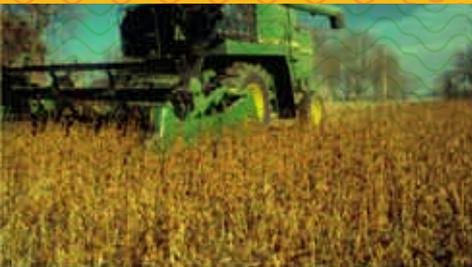
Adicionalmente, el Fondo Amazonia puede apoyar el desarrollo de sistemas de monitoreo y control de la deforestación en otros biomas brasileños, y aun en otros países tropicales.

Además de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, las áreas temáticas propuestas para apoyo por el Fondo Amazonia, pueden ser coordinadas para contribuir a la obtención de resultados significativos en la implementación de sus objetivos de prevención, monitoreo y combate a la deforestación y de promoción de la conservación y del uso sustentable de los bosques en el bioma amazónico.

Hasta junio del 2010 ya habían sido aprobados cinco proyectos por el Fondo Amazonia, totalizando un montante de inversiones de R\$70,3 millones. Son ellos:

- 1 - Funbio - R\$ 20 millones para el proyecto Áreas Protegidas de la Amazonia - ARPA.
- 2 - Fundación Amazonas Sustentable - R\$ 19,2 millones para el programa Bolsa Bosque en el estado de Amazonas.
- 3 - TNC - R\$ 16 millones para el Registro Ambiental Rural en 12 municipios en los estados de Pará y Mato Grosso.
- 4 - IMAZON - R\$ 9,2 millones para movilización para el Registro Ambiental Rural en 11 municipios del estado de Pará.
- 5 - Instituto Oro Verde - R\$ 5,4 millones para recuperación forestal de 1,2 millones de hectáreas en 6 municipios del estado de Mato Grosso.





# Capítulo 4

Actividades de Proyecto en el Ámbito del Mecanismo de Desarrollo Limpio - MDL en Brasil

## 4 Actividades De Proyecto en el Ámbito del Mecanismo de Desarrollo Limpio - MDL en Brasil

El Protocolo de Kyoto, entre varios otros elementos, trae la posibilidad de utilización de mecanismos de mercado para que los países desarrollados puedan cumplir los compromisos cuantificados de reducción y limitación de emisión de gases de efecto invernadero. En el caso de Brasil, la participación en el mencionado mercado se da por medio del Mecanismo de Desarrollo Limpio - MDL, por ser el único mecanismo del Protocolo de Kyoto que admite la participación voluntaria de países en desarrollo. El MDL posibilita que los países en desarrollo se beneficien de las actividades de reducción de emisiones y de la posterior venta de las reducciones certificadas de emisión - RCE, para ser utilizadas por los países desarrollados como modo suplementar para cumplir sus metas. Ese mecanismo debe implicar reducciones de emisiones adicionales a aquellas que habría en ausencia del proyecto, garantizando beneficios reales, mensurables y a largo plazo para la mitigación del cambio climático.

A seguir, son presentadas las estadísticas de las actividades de proyecto en el ámbito del MDL en Brasil y en el mundo hasta el 17 de agosto del 2010.

### 4.1 Número de Actividades de Proyecto

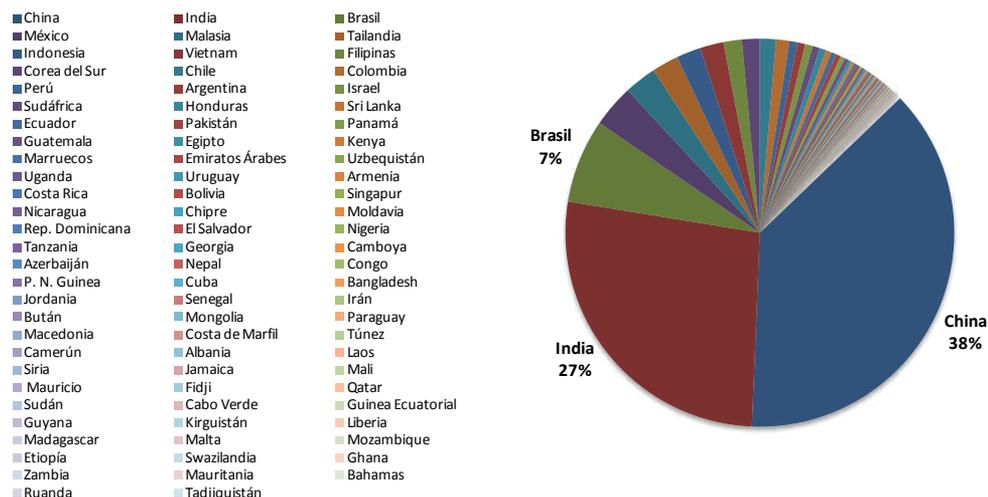
En la Figura 4.1, es presentado el status actual de las actividades de proyecto en fase de validación, aprobación y registro. Un total de 6.567 proyectos estaba en alguna fase del ciclo de proyectos del MDL, con 2.323 ya registrados por el Consejo Ejecutivo del MDL, y 4.244 en otras fases del ciclo. Como puede ser verificado, Brasil ocupa el 3º lugar en número de actividades de proyecto, con 460 proyectos (7%), mientras que en primer lugar está China con 2.487 (38%) y, en segundo lugar está la India, con 1.769 proyectos (27%).

### 4.2 Potencial de Reducción de Emisiones para el Primer Período de Obtención de Créditos

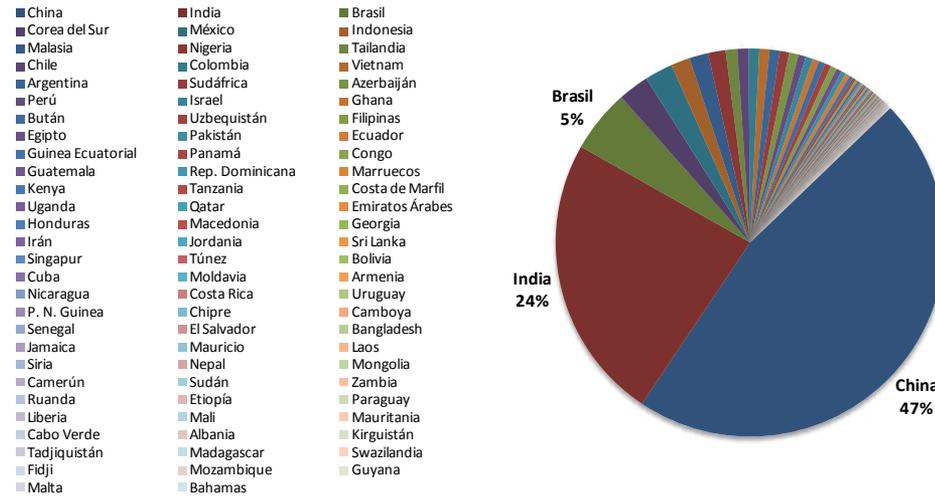
En términos del potencial de reducciones de emisiones asociado a los proyectos en el ciclo del MDL, Brasil ocupa la tercera posición, siendo responsable por la reducción de 393.527.792 tCO<sub>2</sub>e, lo que corresponde al 5% del total mundial, para el primer período de obtención de créditos, que pueden ser, como máximo, 10 años para proyectos de período fijo o de siete años para proyectos de período renovable.

En la Figura 4.2, es presentado el potencial de reducción de emisiones para el primer período de obtención de créditos.

**Figura 4.1 Participación en el total de actividades de proyecto en el ámbito del MDL en el mundo**



**Figura 4.2 Participación en el Potencial de Reducción de emisiones para el primer período de obtención de créditos**



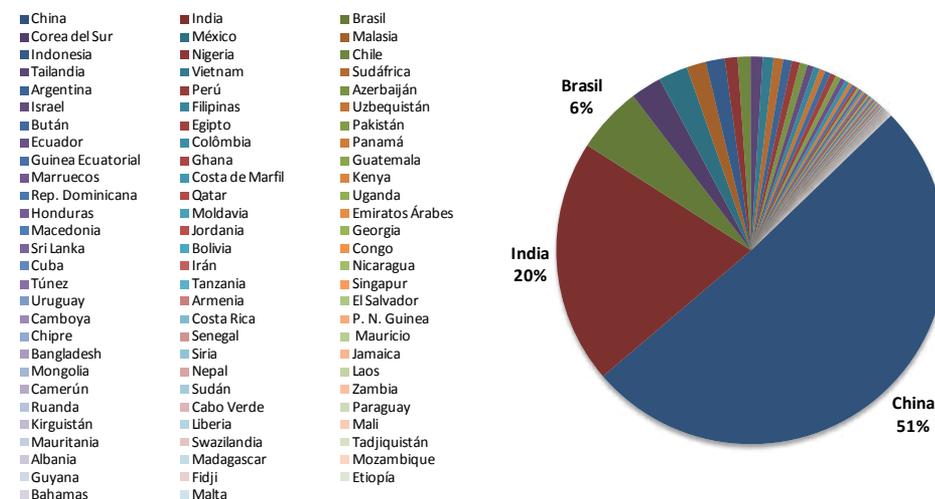
### 4.3 Potencial de Reducción Anual de Emisiones para el Primer Período de Obtención de Créditos

En la Figura 4.3, es presentada una estimativa anual de reducción esperada en el primer período de obtención de créditos de las actividades de proyecto de MDL. En el escenario global, Brasil ocupa la tercera posición entre los países con mayores reducciones anuales de emisiones de gases de efecto invernadero, con una reducción de 49.768.483 de tCO<sub>2</sub>e/año, lo que equivale al 6% del total mundial.

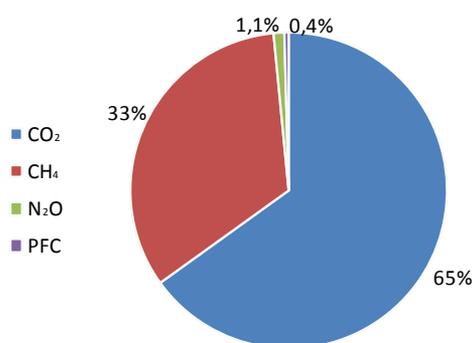
### 4.4 Distribución de las Actividades de Proyecto en Brasil por Tipo de Gas de Efecto Invernadero

En la Figura 4.4, es presentada la participación de las actividades de proyecto desarrolladas en Brasil, en el ámbito del MDL, en lo que se refiere a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, por tipo de gas. Se nota que, en términos del número de actividades de proyecto, las que reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> son actualmente las más significativas, seguidas por las actividades de proyecto que reducen CH<sub>4</sub> y de las que reducen N<sub>2</sub>O. En la Figura 4.5, se muestra que la mayor parte de las actividades de proyecto desarrolladas en Brasil está en el sector energético, lo que explica la predominancia del CO<sub>2</sub> en la balanza de reducciones de emisiones brasileñas.

**Figura 4.3 Participación en el potencial de reducción anual de emisiones para el primer período de obtención de créditos**



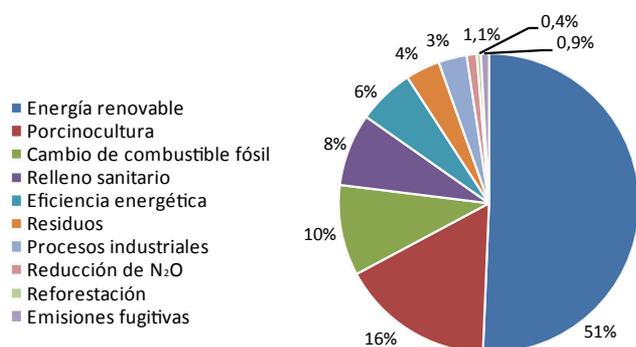
**Figura 4.4 Distribución de las actividades de proyecto en Brasil por tipo de gas de efecto invernadero reducido**



#### 4.5 Distribución de las Actividades de Proyecto en Brasil por Foco Sectorial

Ese indicador muestra los focos sectoriales que más han atraído el interés de los participantes de actividades de proyectos con predominancia en el sector energético.

**Figura 4.5 Distribución de las actividades de proyecto en Brasil por foco sectorial**



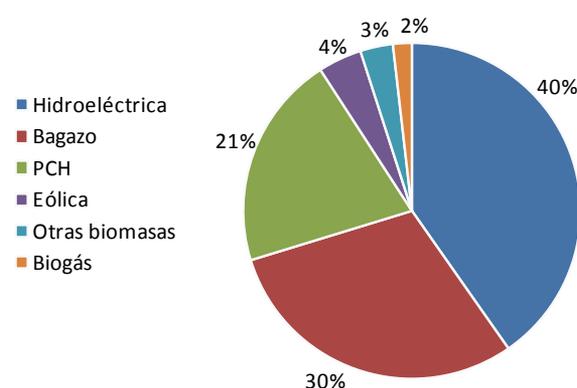
#### 4.6 Distribución de los Proyectos Registrados en el Consejo Ejecutivo del MDL

Del total de los 2323 proyectos registrados, 175 son proyectos brasileños, poniendo a Brasil en el tercer lugar, tanto en el número de proyectos registrados, como en términos de reducción potencial de emisiones durante el primer período de obtención de créditos de los proyectos registrados con 172.993.311 de tCO<sub>2</sub>e.

#### 4.7 Capacidad Instalada (MW) de las Actividades de Proyecto de MDL Aprobadas en la AND

En la Figura 4.6, es presentada la capacidad total instalada de 4.032 MW en el área de generación eléctrica de las actividades de proyecto de ese sector en el ámbito del MDL aprobadas por la Autoridad Nacional Designada - AND brasileña. Se muestra también la distribución de los principales tipos de generación: hidroeléctricas con 1.625 MW, cogeneración con biomasa con 1.334 MW y PCHs con 831 MW.

**Figura 4.6 Capacidad instalada (MW) de las actividades de proyecto del MDL aprobadas en la CIMGC**



En Brasil, el MDL ha alcanzado un incuestionable éxito y ha contribuido, indudablemente, a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en el país. En agosto del 2010, cerca de 460 actividades de proyecto brasileños en el ámbito del Mecanismo, en fase de validación o fase posterior en el ciclo MDL, presentan un potencial para reducir anualmente el equivalente a cerca de 8% de las emisiones no forestales brasileñas (la preservación forestal no es elegible en el ámbito del MDL), que representaban cerca del 59% de las emisiones de Brasil en 1994.

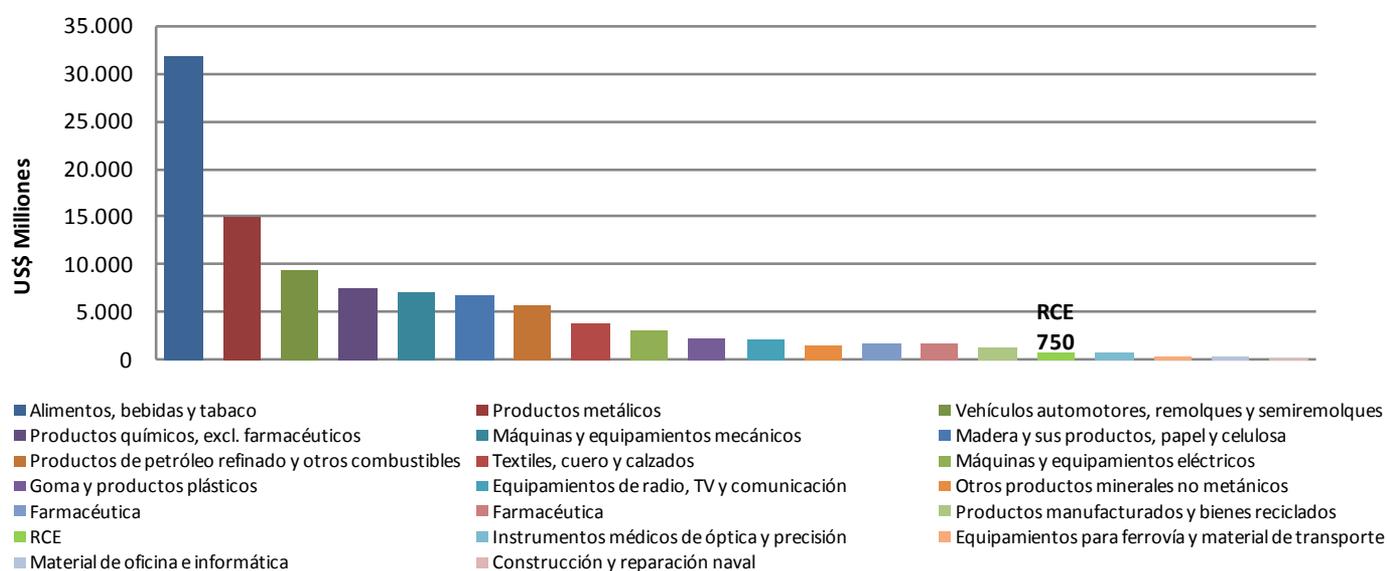
Con la intención de citar dos ejemplos que demuestran el resultado significativo del MDL en términos de reducciones sectoriales de emisiones de gases de efecto invernadero en Brasil, apenas cinco actividades de proyecto en el ámbito de la producción de ácido adípico y ácido nítrico redujeron prácticamente a cero todas las emisiones de óxido nítrico (N<sub>2</sub>O) en el sector industrial brasileño, y 25 actividades de proyecto de reducción de metano (CH<sub>4</sub>) en rellenos sanitarios, registrados en el Consejo Ejecutivo del MDL, representan una reducción del 47% de las emisiones de ese gas en rellenos sanitarios en 1994.

Considerando además las reducciones sectoriales relevantes de emisión de gases de efecto invernadero en el contexto del MDL, se destaca el primer Programa de Actividades (PoA) en el área

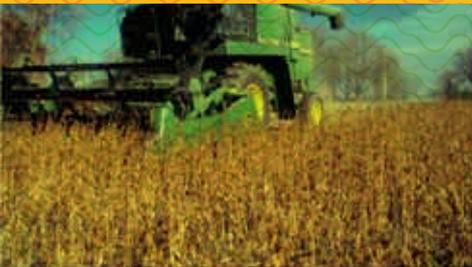
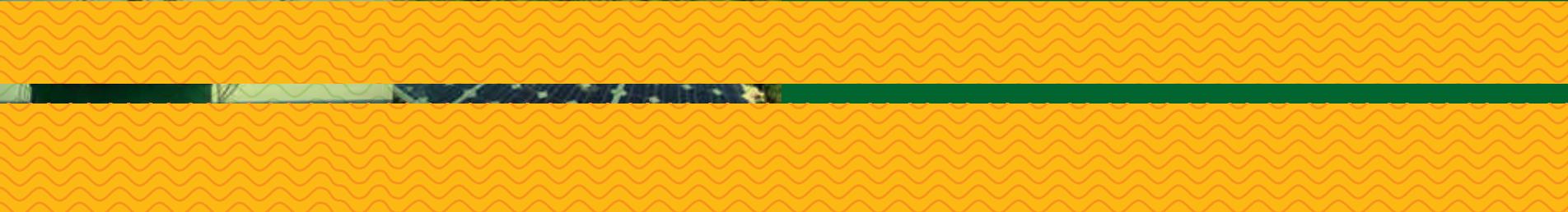
de captura y combustión de CH<sub>4</sub> en granjas de porcicultura en Brasil. Este posee actualmente 961 componentes de actividades de proyecto a pequeña escala, registradas en el ámbito de la ONU por medio de la entidad coordinadora del Programa (Instituto Sadiá). La participación de esas 900 pequeñas granjas demuestra la relevancia del MDL para viabilizar iniciativas que no ocurrirían en ausencia del Protocolo de Kyoto.

Otra forma de mostrar la importancia del MDL en el Brasil es estimando la cantidad de recursos externos que deberán ingresar al país durante el primer período de créditos. Al considerarse un valor de US\$ 15/tCO<sub>2</sub>e, ese montante alcanza un valor cercano los US\$ 5,8 mil millones o US\$ 750 millones por año. Si las Reducciones Certificadas de Emisión obtenidas por las actividades de proyectos de MDL fuesen consideradas en la pauta de exportaciones, en el 2009 este ítem estaría en la 16ª colocación de esa pauta (Figura 4.7).

**Figura 4.7 Exportaciones brasileñas de los sectores industriales - 2009 (US\$ millones FOB)**







# SECCIÓN B

PROGRAMAS CONTENIENDO  
MEDIDAS PARA FACILITAR UNA  
ADECUADA ADAPTACIÓN AL  
CAMBIO CLIMÁTICO



## B. PROGRAMAS CONTENIENDO MEDIDAS PARA FACILITAR UNA ADECUADA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Debido a las limitaciones, tanto humanas como financieras, el gobierno brasileño definió como estrategia, a partir del inicio de las actividades de implementación de la Convención en el país, dar énfasis a los estudios para la elaboración del Inventario Brasileño de Emisiones Antrópicas por Fuentes y Remociones por Sumideros de Gases de Efecto Invernadero no Controlados por el Protocolo de Montreal. Así, en la Comunicación Inicial de Brasil a la Convención se le dio énfasis al inventario. En el 2000, con la inclusión del tema del cambio climático en el Plan Plurianual - PPA, 2000-2003, fueron iniciados estudios sobre la vulnerabilidad al cambio del clima, dándose énfasis a la salud, a la agricultura y al blanqueamiento de corales.

Durante la elaboración del proyecto de la Segunda Comunicación Nacional de Brasil a la Convención, además del inventario también fue dada atención especial a los estudios sobre la vulnerabilidad a los efectos del cambio del clima en áreas estratégicas, de acuerdo a las circunstancias nacionales brasileñas.

Uno de los principales objetivos de la Segunda Comunicación Nacional fue la elaboración del abordaje metodológico relativo a la evaluación de vulnerabilidad y medidas de adaptación, conteniendo dos resultados: la elaboración del modelado regional del clima y de escenarios del cambio del clima; y la realización de investigaciones y estudios sobre vulnerabilidad y adaptación relativos a sectores estratégicos que son vulnerables a los efectos asociados al cambio climático en Brasil.

El primer resultado está relacionado a la necesidad de métodos de *downscaling* (reducción de escala con ampliación de la resolución) para desarrollar proyecciones climáticas para Brasil más detalladas a largo plazo, o sea, con una mejor resolución espacial que la proporcionada por un modelo climático global, buscando la aplicación a estudios de impactos del cambio global del clima. El primer ítem de esta sección aborda los esfuerzos realizados en Brasil en este sentido.

El segundo resultado presenta un análisis preliminar de los impactos asociados al cambio del clima en las principales áreas de acuerdo a las circunstancias nacionales de Brasil, principalmente en aquellas áreas donde la vulnerabilidad es influenciada por factores físicos, sociales y económicos.

Ese resultado depende del desarrollo de modelos climáticos regionales, que ofrezcan escenarios más confiables para América del Sur en relación a los impactos del cambio del clima, tanto sobre la temperatura media de la superficie como sobre patrones de precipitación.

Así, fueron realizados estudios sobre la región semiárida, áreas urbanas, zonas costeras, salud humana, energía y recursos hídricos, bosques, agropecuaria y prevención de desastres, desarrollados en el ámbito del contrato de gestión del 2007, firmado por el Centro de Gestión y Estudios Estratégicos - CGEE, bajo la supervisión del Ministerio de Ciencia y Tecnología - MCT. Para eso, fueron movilizados diez especialistas brasileños de renombre en el área<sup>244 245</sup>.

Adicionalmente, con las corridas del modelo regional y con la disponibilidad de escenarios regionalizados de cambio del clima hasta el 2100, fue posible profundizar estudios en las áreas de salud, energía, recursos hídricos, agricultura y blanqueamiento de corales<sup>246</sup>.

### 1 Programa de Modelado de Escenarios Futuros de Cambio Climático

De acuerdo al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio del Clima (IPCC 2007b), en su Sumario Técnico del Grupo II, que trata sobre "Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad", los principales impactos adversos que podrán afectar a Brasil en el futuro debido al cambio global del clima, y que, por lo tanto, podrán demandar medidas de adaptación en Brasil, son los siguientes:

(i) Altísima probabilidad de que áreas áridas y semiáridas de la región Noreste de Brasil sean especialmente vulnerables a los impactos del cambio global del clima en lo tocante a recursos hídricos, con una disminución de la oferta de agua. Este escenario es todavía más relevante si se considera el aumento esperado en la demanda de agua debido al crecimiento poblacional.

244 Carlos A. Nobre (escenarios de cambio del clima para América del Sur para finales del siglo 21); Thelma Krug (Bosques); Magda Aparecida de Lima (agropecuaria y suelos agrícolas); Vanderlei P. Canhos (biodiversidad); José A. Marengo (región semiárida); Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas (recursos hídricos y energía); Carlos Freitas Neves y Dieter Muehe (zonas costeras); Wagner Costa Ribeiro (zonas urbanas); y Ulisses E.C. Confalonieiri (salud humana). Los estudios fueron coordinados por Marcelo Poppe, del CGEE.

245 La versión completa de los artículos originados a partir de esos estudios, puede ser encontrada en la Revista Parcerias Estratégicas, n° 27, dezembro de 2008, CGEE, Brasília, 2008. Este estudio también está disponible en la siguiente página de Internet: <<http://www.cgee.org.br/parcerias/p27.php>>.

246 Estos estudios están disponibles en la siguiente página de Internet del MCT: <<http://www.mct.gov.br/clima>>.

(ii) Alta probabilidad de que el aumento en la precipitación de lluvias en la región Sudeste de Brasil impacte las plantaciones y otras formas de uso de la tierra, paralela al favorecimiento de la frecuencia e intensidad de las inundaciones. Fue constatado un aumento de 0,5 °C en la temperatura de Brasil.

(iii) Alta probabilidad de que en las próximas décadas aumente la extinción de un considerable número de especies en la región tropical de América Latina. Gradual sustitución de bosques tropicales por sabanas en la región este de la Amazonia y de algunas áreas semiáridas por áridas en la región Noreste de Brasil, debido al aumento de la temperatura y la disminución de la cantidad de agua en el suelo. Riesgo de pérdida de biodiversidad. Hasta el 2050, hay una alta probabilidad de que el 50% de las tierras aptas para la agricultura estén sujetas a una desertificación o salinización. Debe destacarse la sequía verificada en la región de la Amazonia en el 2005.

(iv) Hay una alta probabilidad de que el aumento esperado en el nivel del mar afecte las zonas costeras brasileñas, con impactos adversos inclusive en los manglares. Hay estudios que muestran un gran flujo de agua para la región Sur de Brasil debido al aumento esperado del nivel del mar.

(v) El cambio global del clima podrá elevar la precipitación, exacerbando los impactos causados por la erosión. La región Noreste de Brasil es vulnerable, pues la erosión en esta región ya ha causado una sedimentación en los embalses y represas, y consecuentemente, ha disminuido la capacidad de almacenamiento y de oferta de agua. Los países en desarrollo son especialmente vulnerables a la erosión, todavía más cuando hay declives con asentamientos ilegales en áreas metropolitanas.

(vi) En regiones que enfrentan una escasez de agua, como en la región Noreste de Brasil, la población y los ecosistemas son vulnerables a precipitaciones menos frecuentes y más variables, debido al cambio global del clima, lo que puede inclusive perjudicar el abastecimiento de la población y el potencial agrícola de la región (dificultades en la irrigación).

(vii) En el análisis realizado, el flujo de recursos hídricos de la camada subterránea para la superficie (*groundwater recharge*) disminuye drásticamente, llegando al 70% en la región Noreste de Brasil.

(viii) Podrá haber impactos derivados del cambio global del clima en el ámbito de la salud pública, habiendo sido constatados en Brasil casos de enfermedades relacionadas a la inundación, tal como la diarrea. Hay también impactos en la salud pública derivados del humo producido por las quemadas. El cambio global del clima también podrá tener efectos en el aumento de los casos de esquistosomosis (del género *Schistosoma*).

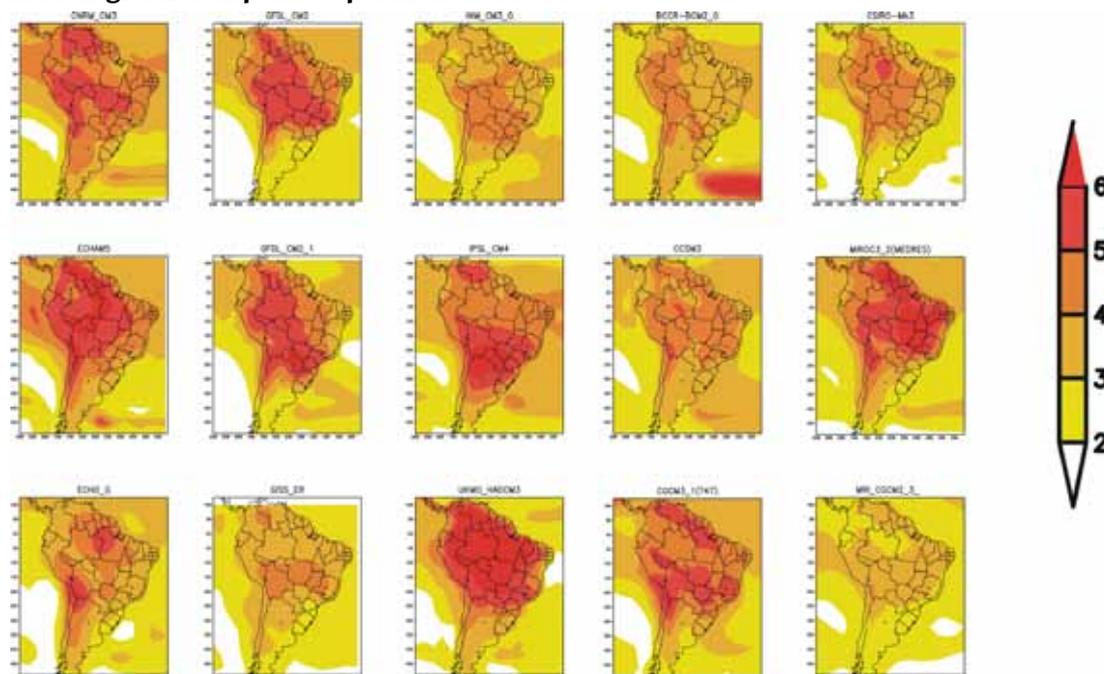
Sin embargo, es importante destacar que los impactos futuros son analizados teniendo como base diferentes escenarios de emisión de gases de efecto invernadero hasta el 2100. Esos escenarios no presuponen medidas adicionales de combate al cambio climático o mayor capacidad adaptativa de los sistemas, regiones y sectores analizados. Los impactos más severos proyectados se dieron apenas en un escenario futuro (2100) donde las emisiones de gases de efecto invernadero no fueron mitigadas, especialmente en el caso de un aumento significativo de la población y del crecimiento económico mundial con el uso intensivo de combustibles fósiles. Así, los escenarios más pesimistas y sus impactos proyectados pueden no darse,<sup>247</sup> en caso de que la comunidad internacional adopte medidas efectivas de combate al cambio del clima por la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero.

Cabe destacar que los escenarios no son previsiones, sobre todo cuando se considera el estado actual de desarrollo de modelos del sistema climático global, los cuales aún presentan innumerables incertezas. Esas incertezas están ilustradas en las Figuras 1.1 y 1.2, observándose la discrepancia de resultados que existe entre los diferentes escenarios. En las figuras se muestran también, escenarios climáticos para el período 2071-2100 para 15 diferentes modelos climáticos globales basados en el escenario A2<sup>248</sup> de emisiones de gases de efecto invernadero del IPCC.

247 Varios de los estudios generalmente realizados sobre vulnerabilidad y adaptación estuvieron basados en el escenario con mayores emisiones, utilizando, generalmente, el modelo del Hadley Centre, de Inglaterra, que presenta resultados más preocupantes. Debe, sin embargo destacarse que esta elección muchas veces se justifica por el hecho de que los datos del modelo del Hadley Centre están disponibles para todos, mientras que la mayoría de los datos de los otros modelos no son disponibilizados.

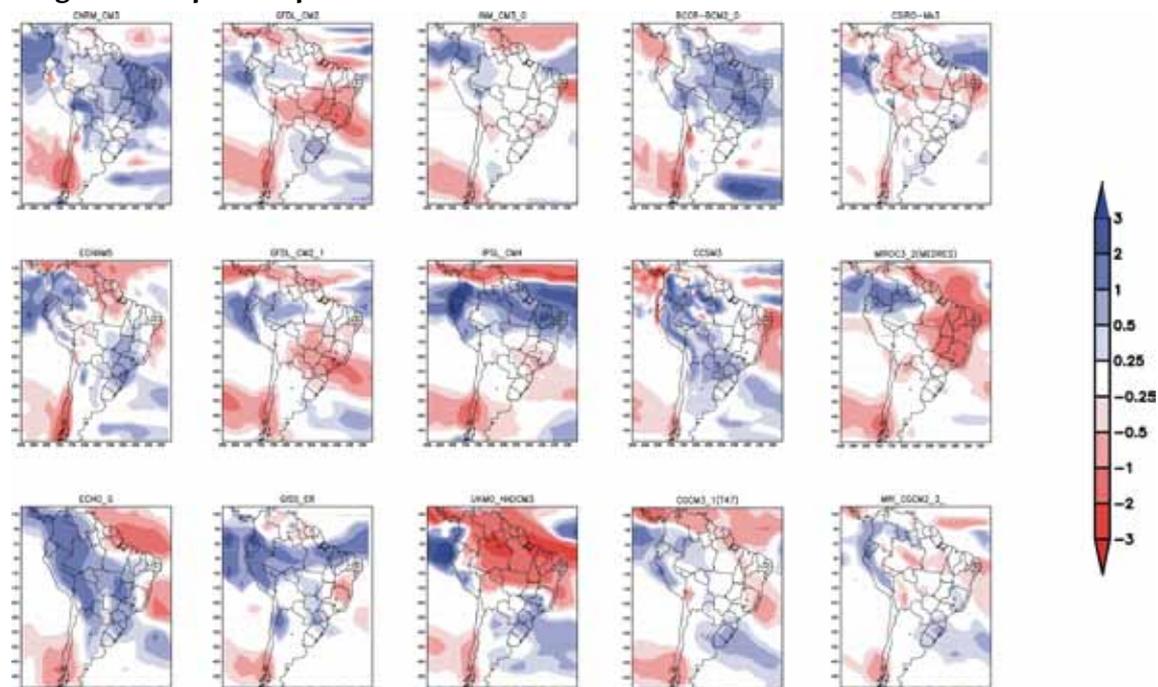
248 Se hace referencia al mantenimiento de los patrones de emisiones de gases de efecto invernadero observados en las últimas décadas; ese escenario implicaría llegar al 2100 con concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> cercanas a las 850 partes por millón en volumen (ppmv).

**Figura 1.1** Proyecciones de anomalías de temperatura (°C) para América del Sur para el período 2071-2099 (Escenario A2) en relación al período base 1961-1990 para 15 diferentes modelos climáticos globales disponibles por medio del IPCC.



Fuente: : NOBRE *et al.*, 2008.

**Figura 1.2** Proyecciones de anomalías de precipitación (mm/día) para América del Sur para el período 2071-2099 (Escenario A2) en relación al período base 1961-1990 para 15 diferentes modelos climáticos globales disponibles por medio del IPCC.



Fuente: NOBRE *et al.*, 2008.

También queda evidente que existe mucha variabilidad en las anomalías de temperatura y precipitación proyectadas por los diferentes modelos en la magnitud y en la señal de la anomalía hasta el fin del siglo XXI. La diferencia entre las anomalías para los diferentes modelos sugiere que todavía se tiene un grado de incertidumbre considerable en los escenarios de proyección del clima futuro, lo que indica la necesidad de mejorar la representación de los procesos físicos. El estado de la ciencia actual aún no permite establecer escenarios inequívocos (NOBRE *et al.*, 2008).

Volviendo a la cuestión de las deficiencias en la identificación de los riesgos provenientes del cambio del clima en Brasil, se vuelve necesario buscar un aumento de la confiabilidad asociada a los escenarios del posible futuro del clima en el país. El conocimiento actual de las dimensiones regionales del cambio global del clima es todavía muy fragmentado, lo que requiere más estudios. Para la elaboración de esos estudios existe, empero, la necesidad del desarrollo de modelos de cambio del clima a largo plazo, con una resolución espacial adecuada para el análisis regional, lo que creará condiciones para la elaboración de posibles escenarios futuros de cambio del clima con diferentes concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, posibilitando también el análisis de los impactos del cambio global del clima sobre Brasil.

La mayoría de las incertidumbres de las proyecciones del modelo para los escenarios de cambio del clima puede estar relacionada al problema de la escala espacial y la representación de eventos climáticos extremos, en escalas espaciales más elevadas que las producidas por la mayor parte de los modelos globales de clima.

Las proyecciones de los escenarios de cambio del clima para el siglo XXI fueron derivadas de los varios modelos de clima global utilizados por el IPCC. El hecho de que los modelos globales de clima utilicen diferentes representaciones físicas de procesos en una escala de resolución relativamente baja, introduce un cierto grado de incertidumbre en esos escenarios futuros de cambio del clima. Esa incerteza es extremadamente significativa en la evaluación de la vulnerabilidad y de los impactos del cambio climático, así como en la implementación de medidas de adaptación y de mitigación. Por ejemplo, para la Cuenca Amazónica, algunos modelos produjeron climas más lluviosos y otros climas relativamente más secos; para el Noreste de Brasil, algunos modelos sugieren un aumento de la precipitación.

El problema de la escala temporal también es crucial, ya que los eventos extremos (olas de baja humedad, de frío, de calor y tempestades) pueden ser identificados apenas con datos diarios, y no con los datos mensuales o estacionales

producidos por la mayoría de los modelos globales del IPCC. Está también el problema de la representación del proceso físico por las parametrizaciones de los diferentes modelos y la representación correcta del clima actual por parte de los modelos climáticos.

Existe, entonces, la necesidad de utilizar métodos de *downscaling*<sup>249</sup> que puedan ser aplicados a los escenarios de cambio del clima a partir de los modelos globales, con el objetivo de obtener proyecciones más detalladas para estados, valles o regiones, con una resolución espacial más alta que la ofrecida por un modelo global del clima. Eso sería muy útil para los estudios de impacto del cambio climático en la gestión y en la operación de los recursos hídricos, en los ecosistemas naturales, en las actividades agrícolas y hasta en la salud y la diseminación de enfermedades.

Por lo tanto, ha sido de fundamental importancia el desarrollo de la capacidad de modelado climático en Brasil, por medio del análisis de modelos globales y regionales para escenarios actuales y futuros del cambio climático.

En ese sentido, el MCT reconoció que era de fundamental importancia el desarrollo de la capacidad de modelado climático en Brasil, por medio del análisis de modelos globales y regionales para escenarios actuales y futuros del cambio climático, buscando invertir en esa área.

El Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales - INPE, vinculado al MCT, es el responsable por coordinar el modelado regional del clima y de los escenarios de cambio climático para el futuro, coordinando también la relación entre estos resultados y las investigaciones y estudios de vulnerabilidad y adaptación relativos a sectores estratégicos que son vulnerables a los impactos asociados al cambio del clima en Brasil.

249 La técnica de *downscaling* es utilizada para hacer la "interpolación" de una escala de subgrada con menos resolución a una con mayor resolución, adecuada a los procesos de mesoescala, tales como aquellos a nivel de una cuenca hidrológica. La técnica de *downscaling* consiste en la proyección de informaciones a gran escala a una escala regional. Esa "traducción" de una escala global a una regional y de escalas de tiempo anuales a diarias, también aumentaría el grado de incertidumbre de las proyecciones del cambio climático. Por ejemplo, aunque un modelo de clima pueda ser capaz de reproducir con algún éxito el campo de precipitación observado, es probable que el mismo tenga menos éxito en la reproducción de la variabilidad diaria, especialmente en relación a estadísticas de orden elevado, como el desvío estándar y los valores extremos. Así, aunque pueda parecer razonable adoptar un escenario de temperatura interpolado a partir de los puntos de escala de un modelo global del clima para una localidad específica, la serie temporal interpolada puede ser considerada como inadecuada para los climas actuales y, por lo tanto, generar incerteza en los escenarios de cambio climático.

## 1.1 El Modelo Eta-CPTEC

El INPE ha evaluado los diferentes escenarios de cambio climático propuestos por los modelos acoplados globales del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC y desarrollado métodos de downscaling para Brasil, los cuales son aplicados a proyecciones de cambios climáticos provenientes de modelos climáticos globales, para así obtener proyecciones climáticas más detalladas, con una mejor resolución espacial derivada de modelos regionales. Esas proyecciones pueden también ser utilizadas en los estudios de los impactos del cambio climático en diversos sectores socioeconómicos (agrícola, energético, salud, recursos hídricos, etc.), mostrando la vulnerabilidad a los riesgos en forma de probabilidad.

Para eso, el INPE desarrolló el modelo regional Eta-CPTEC para América del Sur, que es corrido en supercomputadoras, dada la necesidad de un gran procesamiento en tiempo real. Los modelos numéricos en general necesitan una gran capacidad de computación y de almacenamiento de datos. El modelo Eta fue corrido en la supercomputadora NEC-SX6 del INPE, capaz de realizar 768 mil millones de operaciones aritméticas por punto flotante por segundo, con una capacidad para utilizar modelos numéricos para la simulación de tiempo y clima, integrando informaciones atmosféricas y oceánicas, con capacidad de modelado regional.

El Eta es un modelo atmosférico regional completo usado por el CPTEC, desde 1997, para las previsiones del tiempo operacionales y periódicas. El modelo fue adaptado con el objetivo de ser utilizado como un Modelo Climático Regional - MCR, siendo validado como tal (PESQUERO *et al.*, 2009). El MCR Eta-CPTEC fue usado para producir escenarios regionalizados de cambio futuro del clima para la Segunda Comunicación Nacional de Brasil a la Convención.

Los primeros resultados de los modelos climáticos regionales derivados del modelo climático global del Hadley Centre, del Reino Unido, fueron disponibilizados en el 2007, los cuales pasaron a constituir el "Informe de Clima"<sup>250</sup> del INPE

250 Es llamado "Informe del Clima" a los resultados de los trabajos desarrollados por el Grupo de Investigación en Cambios Climáticos - GPMC, del INPE. Este grupo tiene como objetivo el desarrollo de investigaciones relacionadas al tema de cambios climáticos. Entre los miembros del grupo hay investigadores que trabajan en las áreas de cambio climático, análisis de vulnerabilidad, estudios de impactos y adaptación, de instituciones como la Universidad de São Paulo-IAG (Vide <http://www.iag.usp.br>), la Universidad de Campinas (Vide <http://www.unicamp.br>), la Fundación Brasileña de Desarrollo Sustentable (Vide <http://www.fbds.org.br>), con la colaboración de instituciones del Gobierno Federal, como la Embrapa, el INMET, la Fiocruz, la ANA, la Aneel, el ONS y la COPPE-UFRJ, entre otras, así como los centros estaduais de meteorología, universidades, el FBMC y la sociedad civil organizada. El grupo también trabaja en conjunto con el Programa Nacional de Cambios Climáticos de Brasil del MCT, con la Secretaría de Cambios Climáticos y Calidad del Aire del MMA, con la Red Clima y con el Programa de Cambios Climáticos Globales de la Fapesp, así como con programas nacionales de algunos países de Sudamérica. Más informaciones están disponibles en: < [http://www.cptec.inpe.br/mudancas\\_climaticas](http://www.cptec.inpe.br/mudancas_climaticas) >.

(MARENGO *et al.*, 2007), usando 3 modelos regionales: RegCM3, Eta CCS y HadRM3P, con las condiciones laterales del modelo atmosférico HadAM3P, para los escenarios de emisión extremos A2 (altas emisiones) y B2 (bajas emisiones), con una resolución de 50 km.

Entre los varios estudios de impactos y análisis de vulnerabilidad que han utilizado las proyecciones de los tres modelos regionales, pueden citarse el informe "Cambios Climáticos y Seguridad Energética de Brasil," publicado en mayo del 2008 por la COPPE/UFRJ (SCHAEFFER *et al.*, 2008), el informe "El Calentamiento Global y la Nueva Geografía en la Producción Agrícola en el Brasil", publicado en agosto del 2008 por la EMBRAPA-UNICAMP (ASSAD & PINTO, 2008), y el estudio "Cambios Climáticos, Migraciones y Salud: Escenarios para el Noreste Brasileño" (CEDEPLAR & FIOCRUZ, 2008). Además, pueden también ser citados los informes sobre los impactos económicos de cambio climático en Brasil (MARCOVITCH *et al.*, 2010) y en América Latina (CEPAL, 2009).

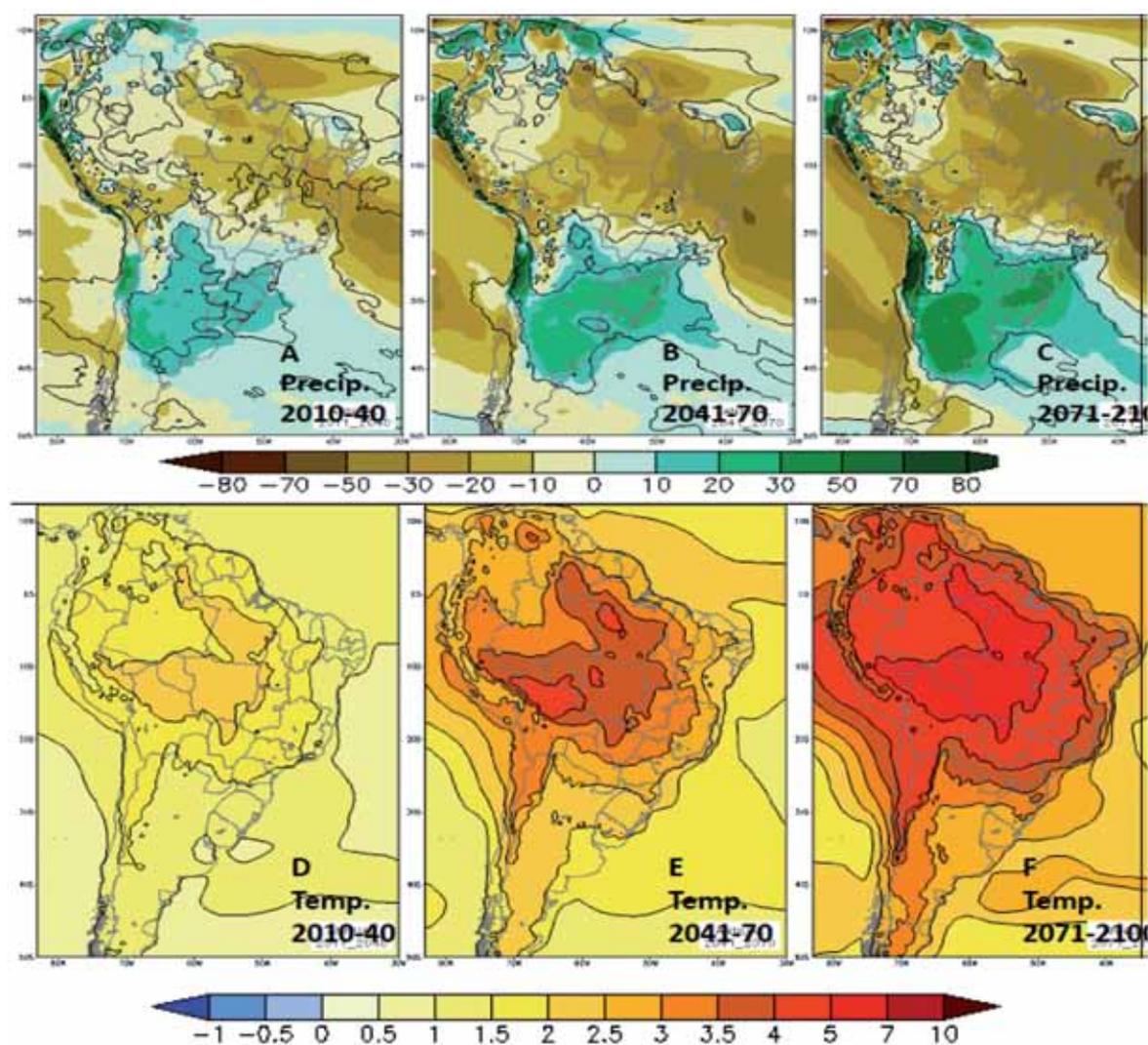
Recientemente, el modelo regional Eta-CPTEC pasó a contar con nuevas condiciones laterales del modelo global acoplado océano-atmósfera HadCM3, cedidas por el *Hadley Centre*. El trabajo relacionado a los métodos de downscaling para Brasil fue aplicado a los escenarios de cambio climático provenientes del modelo global HadCM3, para obtener proyecciones climáticas (2010-2040, 2040-2070, 2070-2100) más detalladas con una mejor resolución espacial, según el escenario A1B. Para incluir la medida de incerteza en las proyecciones, el Modelo HadCM3 sufrió pequeñas modificaciones, o perturbaciones, generando tres nuevas realizaciones o miembros. Estos miembros presentaron las proyecciones para finales del siglo XXI con diferentes sensibilidades a la temperatura. Un miembro presentó un fuerte calentamiento, otro miembro presentó un calentamiento intermedio, y un tercer miembro presentó un calentamiento leve, todos manteniendo la misma tasa de aumento de CO<sub>2</sub> correspondiente al escenario A1B. Incluyendo el resultado del modelo HadCM3 sin perturbación, fueron utilizados un total de 4 miembros del HadCM3.

Estas condiciones fueron proporcionadas al modelo Eta-CPTEC para generar el clima presente, 1961-1990, y las proyecciones para el período 2011-2100 en detalle en la escala de 40km. La evaluación de los resultados del clima presente mostró que, en general, el modelo representa con exactitud el clima presente, en relación a los vientos, temperatura y lluvia. Los resultados también muestran una mejoría en la simulación de las lluvias y la temperatura a partir del uso del Modelo Regional Eta-CPTEC en relación al modelo global HadCM3. En general, las condiciones del HadCM3 subestiman la frecuencia de eventos de El Niño (calentamiento de las aguas del Océano Pací-

fico) y La Niña (enfriamiento de las aguas del Océano Pacífico), mientras que las anomalías representadas por el downscaling presentan patrones próximos a los observados (CHOU *et al.*, 2010). La Figura 1.3 muestra las proyecciones anuales de temperatura y lluvia para el período del 2010 al 2100, derivadas del modelo Eta-CPTEC para América del

Sur, mostrando aumentos de la precipitación en la región Sur de Brasil, y reducciones de lluvia en el Noreste y en la Amazonia, mientras que las temperaturas aumentan en todo Brasil, siendo mayores en la región continental (MARENGO *et al.*, 2010a).

**Figura 1.3 Proyecciones de cambios de lluvia (%) y de temperatura (°C) para América del Sur para los períodos entre 2010 y 2100 (Escenario A1B) en relación al período base de 1961-1990, generadas por el modelo Eta-CPTEC, 40 km a partir de proyecciones del HadCM3**



Fuente: MARENGO *et al.*, 2010a.

Cabe destacar que las proyecciones climáticas regionales fueron disponibilizadas para grupos de países de América Latina, para que los escenarios pudiesen ser desarrollados en centros nacionales por los especialistas de cada país.

El INPE, con el apoyo del MCT, promovió la coordinación entre los resultados preliminares relacionados a la elaboración del modelado regional de clima y de escenarios de cambio del clima, con las investigaciones y estudios de vulnerabilidad y adaptación relativos a sectores estratégicos, que son vulnerables a los impactos asociados al cambio climático en Brasil. Fueron generados informes con escenarios climáticos para subsidiar estudios sobre vulnerabilidad en el sector de salud; en el sector energético; en el sector de recursos hídricos, inundaciones y desertificación; en el sector agrícola; en el sector de biodiversidad (incluyendo el blanqueamiento de corales); y en zonas costeras.

Los informes producidos contienen los resultados de los modelos utilizados en forma digital (resultados especializados en resolución apropiada para análisis, planillas, gráficos, diagramas, según sea apropiado), los cuales fueron ampliamente disponibilizados.

Aunque se trate de un primer esfuerzo de regionalización de los escenarios futuros de cambio climático y de la realización de estudios de vulnerabilidad basados en esos mismos escenarios, con los resultados obtenidos se espera que el país esté mejor capacitado para identificar regiones y sectores más vulnerables con un mayor grado de confiabilidad que aquel ofrecido por los modelos globales y, a partir de ahí, en el futuro, poder elaborar proyectos de adaptación específicos con una base científica apropiada, posibilitando una asignación más racional de los recursos públicos.

Sin embargo, todavía queda mucho por hacer. El perfeccionamiento planificado de esa versión del MCR Eta incluye la vegetación dinámica y cambios en el uso de la tierra. Los modelos atmosféricos presuponen un tipo de vegetación que no se altera con el cambio climático. Sin embargo, el tipo y la densidad de la vegetación pueden sufrir alteraciones<sup>251</sup> capaces de ejercer una influencia considerable sobre el modelado del clima local. El modelado dinámico permite la inclusión de esos efectos. El modelo Eta también ha sido corrido hasta el momento con el uso de pocas condiciones de contorno de modelo de clima global. Consecuentemente, las informaciones cuantificadas y detalladas sobre la incertidumbre de las proyecciones son limitadas.

<sup>251</sup> La vegetación puede sufrir una alteración a partir de la posibilidad de que sean excedidos los límites de las condiciones climáticas; o debido a medidas de adaptación que acarreen un cambio en el uso de la tierra.

Se prevé el funcionamiento de una versión perfeccionada del modelo Eta, reforzado con, por lo menos, cuatro modelos de clima global de centros mundiales de las Américas, Europa y Asia, e inclusive con el Modelo Brasileño del Sistema Climático Global - MBSCG (*vide* ítem 1.2). Se espera que los resultados completen los vacíos de los escenarios existentes, reduzcan los márgenes de error y aumenten la resolución espacial de 40x40 km<sup>2</sup> para 20x20 km<sup>2</sup>, lo que mejorará el nivel de detalle de las proyecciones para las regiones montañosas y valles, necesario para las evaluaciones de impactos.

## 1.2 Modelo Brasileño del Sistema Climático Global - MBSCG

El Modelo Brasileño del Sistema Climático Global - MBSCG se encuentra en fase de elaboración en el INPE, en colaboración con otros centros de clima de América del Sur, África del Sur, India y Europa. El objetivo del proyecto MBSCG reside en establecer un modelo de clima global adecuado a proyecciones de cambio climático a largo plazo. El MBSCG se basa en la principal estructura del actual modelo de clima del CPTEC (que es utilizado para previsiones de clima estacional), pero incluye representaciones más realistas de fenómenos que actúan en una escala de tiempo más amplia: transiciones mar-hielo, aerosoles y química atmosférica, vegetación dinámica, variabilidad de CO<sub>2</sub>, y otras mejoras. El avance del MBSCG le permitiría al INPE la participación en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC y la realización de proyecciones de cambio climático.

El trabajo relacionado al MBSCG tuvo inicio con recursos financieros del gobierno brasileño y diversas agencias de financiamiento de Brasil<sup>252</sup>. Este modelo tendrá un gran potencial de generación de evaluaciones detalladas de los efectos del cambio climático, vulnerabilidad y adaptación para Brasil. Los escenarios de cambio climático regionales realizados permitirán un cuidadoso análisis de las incertidumbres con el uso de la técnica del modelo de armado. Los escenarios de cambio del clima serán generados por medio de las supercomputadoras instaladas en el CPTEC/INPE.

Se pretende reflejar los esfuerzos del desarrollo del Modelo Brasileño del Sistema Climático Global - MBSCG en los estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación en el ámbito de la Tercera Comunicación Nacional de Brasil a la Convención.

<sup>252</sup> Una parte del Modelo Brasileño del Sistema Climático Global (4 años) fue financiada por la Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de São Paulo - Fapesp.

## 2 Efectos del Cambio Global del Clima en los Ecosistemas Marinos y Terrestres

### 2.1 Región Semiárida

El Noreste brasileño ocupa 1.600.000 km<sup>2</sup> del territorio nacional y un 59% de su área incluye el llamado “Polígono de las Sequías”, una región semiárida de 940 mil km<sup>2</sup>, que abarca a nueve estados del Noreste y enfrenta un problema crónico de falta de agua y lluvia, llegando a quedar debajo de los 800 mm por año (MARENGO, 2008). En la región semiárida viven más de 20 millones de personas, siendo la región seca más densamente poblada del mundo. La región es un enclave de escasa precipitación, que se expande desde la costa marítima del estado de Ceará y de Rio Grande do Norte hasta la mitad del río São Francisco, con una vegetación semidesértica denominada *Caatinga*. La región semiárida es una región heterogénea, estando compuesta por muchos microclimas con diferentes especies vegetales, que también incluyen microclimas con remanentes de Mata Atlántica. Esas regiones se encuentran amenazadas por la presión antrópica, con una creciente degradación ambiental.

Históricamente, la región semiárida de Brasil siempre fue afectada por grandes sequías o grandes inundaciones. Años de sequías y lluvias abundantes se alternan de forma errática, debiendo destacarse las intensas sequías de 1710-11, 1723-27, 1736-57, 1744-45, 1777-78, 1808-09, 1824-25, 1835-37, 1844-45, 1877-79, 1982-83, 1997-98, además de las lluvias de 1924, 1974, 2004-2005 y del 2009.

Las sequías están asociadas a las características climáticas de la región y a las variabilidades de los océanos Pacífico y Atlántico Tropical (MARENGO & SILVA DIAS, 2007; NOBRE *et al.*, 2006). Estadísticamente, hay de 18 a 20 años de sequías por cada período de 100 años. Graves sequías ya aparecen en los registros históricos desde el inicio de la colonización, en el siglo XVI, siendo común ese tipo de fenómeno. Hasta ahora, el siglo XX fue uno de los más áridos, registrando 27 años de sequía.

La presencia de lluvia, por sí sola, no garantiza que las culturas de subsistencia de sequía sean exitosas. En la región semiárida, es frecuente que se den períodos secos durante la estación lluviosa que, dependiendo de la intensidad y duración, provocan fuertes daños en las culturas de subsistencia (NAE, 2005), y consecuentemente, impactos adversos a la

agricultura de la región. Los impactos sobre las poblaciones pueden aumentar con la intensificación de las lluvias. Como ejemplo, en el primer semestre del 2009, las lluvias intensas perjudicaron a 664 mil personas en seis estados en las regiones Noreste y Norte de Brasil.

El “Informe del Clima” del INPE indicó una tendencia de escenarios de sequías y eventos extremos de lluvias en grandes áreas de Brasil. La región semiárida es considerada como la región más vulnerable de Brasil al posible cambio del clima, ya que la disponibilidad hídrica *per capita* en gran parte del área ya es insuficiente, habiendo un creciente proceso de degradación y desertificación, y con más del 50% de la población viviendo en una condición típica de pobreza.

Según el citado informe del INPE, en el escenario pesimista – basándose en los modelos regionales RegCM3, Eta CCS y HadRM3P – las temperaturas aumentarían de 2°C a 4°C y las lluvias se reducirían entre 15 y 20% (2-4 mm/día) en el Noreste, hasta el fin del siglo XXI. En el escenario optimista, el calentamiento sería de entre 1-3°C y la lluvia quedaría entre un 10-15% (1-2 mm/día) menor. El aumento de la deforestación de la Amazonia podría además generar efectos adversos en la región semiárida, haciéndola más seca.

Con la posible consecuencia de una región semiárida más árida y con una mayor frecuencia de sequías y precipitaciones intensas o excesivas, los impactos podrán ser muy negativos en la economía y en la sociedad. La base de sustentación para las actividades humanas – como la agropecuaria, la minería, la industria, la hidroenergía y el turismo – disminuiría, probablemente aumentando el desplazamiento de la población a las ciudades o a las áreas donde fuese posible desarrollar una agricultura irrigada. La población más pobre y los agricultores de subsistencia serían más fuertemente afectados.

Como ejemplo de extremos climáticos de gran impacto sobre la región, en noviembre del 2007 la represa de Sobradinho llegó a apenas el 15% de su volumen de agua. En el estado de Paraíba, 158 municipios estaban en estado de emergencia, siendo motivado por esa sequía. Esa situación podrá darse con más frecuencia, ya que, según el Atlas del Agua del Noreste (ANA, 2006), más del 70% de las ciudades con una población superior a 5.000 habitantes enfrentarán una crisis en el abastecimiento de agua para consumo humano hasta el 2025, independientemente de la obra de integración de la cuenca del río São Francisco a las cuencas septentrionales de la región Noreste<sup>253</sup>. Por lo tanto, los problemas de abastecimiento podrán alcanzar a gran parte de la población de la mencionada región.

253 Vide cuadro sobre “Transposición del Río São Francisco”.

La región presenta bajos indicadores sociales y de salud. De hecho, entre los diez menores índices del Índice de Desarrollo Humano - IDH del país, ocho son de estados del Noreste (MARENGO, 2008). Agregándose a eso el clima semiárido, la vulnerabilidad de la población aumenta mucho. La región también presenta las mayores tasas de mortalidad infantil y la menor expectativa de vida en Brasil. Ese cuadro puede agravarse con el aumento de la temperatura y la reducción de las lluvias.

El Proyecto de Integración del Río São Francisco con las Cuencas Hidrográficas del Noreste Septentrional es un emprendimiento del Gobierno Federal, bajo la responsabilidad del Ministerio de Integración Nacional, destinado a garantizar la oferta de agua, en el 2025, para cerca de 12 millones de habitantes de pequeñas, medias y grandes ciudades de la región semiárida de los estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba y Rio Grande do Norte.

La integración del río São Francisco a las cuencas de los ríos temporarios del Semiárido será posible con la retirada continua de 26,4 m<sup>3</sup>/s de agua, el equivalente al 1,4% del flujo garantizado por la represa de Sobradinho (1850 m<sup>3</sup>/s) en el trecho del río donde se dará la captación. Este montante hídrico será destinado al consumo de la población urbana de 390 municipios del *Agreste* y del *Sertão*, de los cuatro estados del Noreste Septentrional. En los años en que la represa de Sobradinho esté vertiendo para mantener controlado el nivel de agua del embalse, el volumen captado podrá ser ampliado hasta los 27 m<sup>3</sup>/s, contribuyendo al aumento de la garantía de la oferta de agua para múltiples usos.

La región Noreste, que posee apenas el 3% de la disponibilidad de agua y un 28% de la población brasileña, presenta internamente una gran irregularidad en la distribución de sus recursos hídricos, ya que el río São Francisco representa un 70% de toda la oferta regional.

Esta irregularidad en la distribución interna de los recursos hídricos, asociada a una discrepancia en las densidades demográficas (cerca de 10 hab/km<sup>2</sup> en la mayor parte de la cuenca del río São Francisco y aproximadamente 50 hab/km<sup>2</sup> en el Noreste Septentrional) hace que, desde el punto de vista de su oferta hídrica, el Semiárido Brasileño sea dividido en dos: el Semiárido de la Cuenca del São Francisco, con 2.000 a 10.000 m<sup>3</sup>/hab/año de agua disponible en el río permanente, y el Semiárido del Nordeste Septentrional, comprendiendo parte del estado de Pernambuco y los estados de Paraíba, Rio Grande do Norte y Ceará, con poco más de 400m<sup>3</sup>/hab/año disponibilizados por medio de embalses construidos en ríos intermitentes y en acuíferos con limitaciones en relación a la calidad y/o cantidad de sus aguas.

En la década de 1960, el sector agrícola respondía por cerca del 30% del PBI de la región Noreste. Esa relación actualmente está cercana al 7%. Sin embargo, las personas dependientes de las actividades agrícolas todavía representan cerca del 30% de la fuerza de trabajo de la región, o sea, gran parte de la fuerza de trabajo permanece con una bajísima productividad, lo que explica el cuadro de pobreza rural de la región.

Box-1 - Transposición del Río São Francisco (MI, 2010)

Frente a esta realidad, y teniendo como base la disponibilidad hídrica de 1500 m<sup>3</sup>/hab/año, establecida por la ONU como cantidad mínima necesaria para garantizarle a una sociedad el abastecimiento de agua para sus diversos usos, el Proyecto de Integración establece la interconexión de la cuenca hidrográfica del río São Francisco, que presenta una relativa abundancia de agua (1850 m<sup>3</sup>/s de flujo garantizado por la represa de Sobradinho), con cuencas en el Noreste Septentrional, cuyas cantidades de agua disponible establecen limitaciones al desarrollo socioeconómico de la región.

Las cuencas que recibirán agua del río São Francisco son: Brígida, Terra Nova, Pajeú, Moxotó y Cuencas del Agreste en Pernambuco; Jaguaribe y Metropolitanas en Ceará; Apodi y Piranhas-Açu en Rio Grande do Norte; Paraíba y Piranhas en Paraíba.

### Beneficios

El Proyecto de Integración del Río São Francisco con las Cuencas Hidrográficas del Noreste Septentrional es la más importante acción estructurante en el ámbito de la política nacional de recursos hídricos, teniendo como objetivo la garantía de agua para el desarrollo socioeconómico de los estados más vulnerables a las sequías (Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte y Pernambuco). En este sentido, al mismo tiempo en que se garantiza el abastecimiento a largo plazo de grandes centros urbanos de la región (Fortaleza, Juazeiro do Norte, Crato, Mossoró, Campina Grande, Caruaru y João Pessoa) y de centenas de ciudades pequeñas y medianas en el ámbito del Semiárido, el proyecto beneficia áreas del interior del Noreste con un razonable potencial económico, estratégicas en el ámbito de una política de desconcentración del desarrollo, polarizado hasta hoy, casi exclusivamente, por las capitales de los estados.

El Proyecto de Integración también tendrá un gran alcance en el abastecimiento a la población rural, ya sea a través de las centenas de kilómetros de canales y de lechos de ríos perennizados, o por intermedio de aductoras para atender a un conjunto de localidades.

En lo concerniente a los impactos sobre la biodiversidad en la región semiárida, se debe recordar que la *Caatinga* es el único bioma exclusivamente brasileño, el cual abriga a una fauna y una flora únicas, con muchas especies endémicas que no son encontradas en ningún otro lugar del planeta. Se trata de uno de los biomas más amenazados de Brasil, teniendo ya una gran parte de su área bastante modificada por las condiciones extremas de clima observadas en los últimos años, y, potencialmente, es muy vulnerable al cambio global del clima. Los resultados de experiencias de modelado de vegetación asociados a los escenarios de cambio del clima de altas emisiones de gases de efecto invernadero (SALAZAR *et al.*, 2007) sugieren que la *Caatinga* podrá dar lugar a una vegetación más típica de las zonas áridas, con una predominancia de cactáceas, hasta finales del siglo XXI.

Es necesaria una acción coordinada para enfrentar los posibles efectos adversos del cambio climático en la región semiárida. Algunas iniciativas implementadas incluyen el Sistema Brasileño de Alerta Anticipado de Sequías y Desertificación (INPE/MCT y MMA), el Programa de Monitoreo Climático en Tiempo Real de la Región Noreste - Proclima, de la Superintendencia de Desarrollo del Noreste - Sudene y del Ministerio de Integración - MI, y el Programa Nacional de Combate a la Desertificación y Mitigación de los Efectos de la Sequía - PAN-Brasil, del MMA.

La región semiárida del Noreste cuenta con una larga historia de políticas de adaptación a la variabilidad climática, en especial a las sequías. Esa experiencia implicó la creación y desarrollo de instituciones, la construcción de infraestructura hídrica y de transportes, la realización de acciones de emergencia en épocas de sequías, la investigación y extensión rural en la agricultura, y la reducción de la participación en la economía (diversificación económica) en relación a las actividades dependientes de las lluvias, como la agricultura de sequía.

Como ejemplos de adaptación puede citarse la creación de empleos de emergencia en épocas de sequía (en 1983, fueron creados 3 millones de empleos en "frentes de trabajo"); la acumulación de agua en embalses y cisternas; la irrigación tanto pública como privada; el gerenciamiento de los recursos hídricos; la revitalización de cuencas hidrográficas, inclusive de micro-cuencas; y el desarrollo de actividades menos dependientes de los recursos de clima.

Para enfrentar los desafíos en la región semiárida de Brasil, se hacen necesarios estudios de vulnerabilidad a eventos climáticos, de cambios en el uso de la tierra, de aumento poblacional y de conflictos de utilización de recursos naturales (MARENGO, 2008). Los esfuerzos deben orientarse

a ayudar a planificar e implementar acciones que conduzcan al desarrollo sustentable de la región, fortaleciendo la capacidad de adaptación de la sociedad, de la economía y del medio ambiente y contribuyendo, al mismo tiempo, a las iniciativas de mitigación orientadas a reducir las causas del cambio global del clima.

Son además necesarias políticas ambientales a largo plazo, así como programas de educación ambiental. Debe mejorarse el conocimiento sobre el ecosistema de la *Caatinga*, recomendándose la elaboración de un mapa de riesgos y de las posibles vulnerabilidades de la región semiárida al cambio global del clima, integrando las diferentes vulnerabilidades en diversos sectores y sus causas, e incluyendo una guía de orientación para la planificación de estrategias de adaptación a esas vulnerabilidades. Debe promoverse el establecimiento de políticas de abastecimiento de agua y saneamiento básico, principalmente para las pequeñas comunidades. Existe además la necesidad de evaluar la seguridad alimentaria en la región Noreste y desarrollar culturas y sistemas agrícolas adaptados a la región semiárida, tanto en el contexto de variabilidad climática como de cambio del clima.

Sin embargo, así como la región semiárida es vulnerable al cambio climático, es también una región con potencialidades que precisan ser mejor conocidas e incorporadas a los planes de adaptación y de desarrollo regional sustentable.

## 2.2 Áreas Urbanas

De acuerdo al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, Informe del Grupo de Trabajo II, "Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad", está prevista una mayor frecuencia de olas de calor en áreas urbanas, de mayor intensidad y duración, bien como el aumento de la temperatura mínima (IPCC, 2007b), con posibles impactos sobre la salud, principalmente para ancianos y niños de hasta 5 años de edad. Puede preverse, además, un deterioro de la calidad del aire y el aumento de áreas de riesgo, especialmente en las ciudades tropicales, debiendo quedar cada vez más sujetas a lluvias intensas que pueden provocar inundaciones y derrumbes en laderas.

La concentración poblacional brasileña se distribuye en las metrópolis y en ciudades grandes y medias. La urbanización de Brasil es un fenómeno reciente al compararse lo que ocurrió en los países centrales (RIBEIRO, 2008). La especulación inmobiliaria y el éxodo rural son algunos de los aspectos que tuvieron como efecto el surgimiento de áreas con una elevada concentración de población de bajos ingresos, teniendo como única opción vivir en situaciones de riesgo, como es el caso de fondos de valles, campos inundables próximos a cursos de agua, laderas pronunciadas, en

grupos de viviendas precarias o inmuebles degradados por falta de mantenimiento. Cada una de esas situaciones expone a sus habitantes a los peligros provocados por eventos climáticos adversos y extremos.

El reciente estudio “Vulnerabilidad de las Megaciudades Brasileñas al Cambio Climático: Región Metropolitana de São Paulo” (NOBRE *et al.*, 2010), muestra que, en caso de que continúe el patrón histórico de expansión, la mancha urbana de la Región Metropolitana de São Paulo será, en el 2030, el doble del tamaño actual, aumentando los riesgos de anegaciones, inundaciones y derrumbes en la región, afectando cada vez más a la población como un todo, y principalmente a los más pobres. Esto ocurre porque esa expansión deberá darse principalmente en la periferia, en ocupaciones y construcciones irregulares, y en áreas frágiles, como en el caso de terrenos bajos, inundables y inestables, con una gran presión sobre los recursos naturales. Los riesgos serán potenciados por el aumento del número de días con lluvias fuertes, debido al cambio global del clima. Los estudios preliminares sugieren que, entre el 2070 y el 2100, una elevación media en la temperatura de la región de 2 °C a 3 °C podrá duplicar el número de días con lluvias intensas (superiores a 10 milímetros) en la capital de São Paulo.

El aumento de temperatura en las ciudades brasileñas puede darse por factores naturales, como el calentamiento del Atlántico Sur, observado desde 1950 (MARENGO, 2006), o debido a factores antrópicos (ej.: islas de calor, el efecto de verticalización y el uso intenso del automóvil en las grandes ciudades), o a una combinación de los dos. Las mayores tasas de calentamiento pueden ser detectadas en las metrópolis de la región Sudeste de Brasil (principalmente en São Paulo y Rio de Janeiro), pero las mismas también son perceptibles en ciudades como Manaus - AM, Cuiabá - MT, Campinas - SP y Pelotas - RS. La “isla de calor” (LOMBARDO, 1985) - frecuentemente encontrada en metrópolis y grandes ciudades - causa una incomodidad térmica que se refleja en el aumento del consumo de energía para enfriar los edificios. El aumento de la temperatura global podrá, además, tener impactos significativos sobre la salud humana, principalmente en las grandes ciudades, con el agravamiento del cuadro de salud de los hipertensos, lo que puede aumentar el número de muertes<sup>254</sup>.

La atmósfera terrestre ha sido constantemente contaminada por sustancias emitidas por industrias, automóviles, termoeléctricas y otras fuentes. Ese impacto es más evidente en los grandes centros urbanos, como, por ejemplo,

254 Es importante destacar que la concentración de contaminantes deja los ojos irritados, acelera el desarrollo de tos, gripe y resfrío. Esos son problemas graves porque afectan más a las personas de los extremos de la pirámide poblacional: niños de hasta cinco años y ancianos (RIBEIRO, 2008).

en la ciudad de São Paulo, donde la polución atmosférica es tratada como un problema de salud pública (SALDIVA, 1992). La contaminación del aire genera un aumento en las internaciones (principalmente de personas con problemas respiratorios y portadores de molestias cardíacas), óbitos neonatales, problemas hematológicos, oftalmológicos, neurológicos y dermatológicos (COELHO-ZANOTTI, 2007). Eso pasa principalmente en períodos de sequía, especialmente en el invierno, en las ciudades de las regiones Sudeste y Sur, cuando se verifica con mayor frecuencia la denominada inversión térmica, fenómeno que podrá ser intensificado con el aumento global de la temperatura.

El cambio climático podrá además incidir en una mayor frecuencia de plagas urbanas. Temperaturas más elevadas propiciarán un aumento considerable en la escala de insectos. Será preciso crear campañas de combate a las plagas urbanas para evitar que se propaguen, antes de que comiencen a generar dificultades a los habitantes de las ciudades brasileñas, o que se transformen en vectores de propagación de enfermedades.

Otra posible consecuencia del cambio global del clima será una mayor frecuencia de lluvias de elevada intensidad. Los eventos extremos tienen como resultado trastornos locales muy intensos, como inundaciones de calles y avenidas, embotellamientos en el tránsito, pérdida de casas, principalmente por parte de la población de bajos ingresos, perjuicios materiales y hasta muertes, en general, de habitantes de áreas de riesgo (RIBEIRO, 2008).

En toda la costa marítima este de la región Noreste, en la “Zona de la Mata”<sup>255</sup> (desde parte del estado de Rio Grande do Norte; como también en el estado de Pernambuco, sobre todo en las ciudades de Recife y Olinda; hasta el estado de Bahia, en la región de la Bahía de Todos los Santos<sup>256</sup>), son comunes las lluvias fuertes y grandes olas causadas por el viento proveniente del este, siendo capaces de provocar perjuicios e inclusive daños mayores en edificaciones y estructuras viales en la costa (XAVIER *et al.*, 2008).

Como las lluvias serán más intensas en algunas regiones, el agua tendrá más velocidad y fuerza para generar surcos y transportar sedimentos, causando y/o acelerando los procesos erosivos. La erosión puede colocar en riesgo las

255 Formada por una estrecha franja de tierra (cerca de 200 kilómetros de ancho) situada en la costa Noreste. La vegetación original en la Zona de la Mata era predominantemente Mata Atlántica. Es un área con un alto nivel de urbanización, además de concentrar los principales centros regionales del Noreste. En el sector agrícola, se destacan las grandes propiedades de tabaco, caña de azúcar y cacao. Existe una larga producción agrícola debido al suelo fértil de la región.

256 Esa región geográfica es también conocida como Recôncavo Baiano, abarcando la Región Metropolitana de Salvador, donde está la capital del estado de Bahia, Salvador. La región es muy rica en petróleo y también hay una fuerte presencia del cultivo de la caña de azúcar.

casas. Paralelamente, una erosión más intensa contribuye todavía más a la sedimentación de los cuerpos de agua, lo que aumenta la posibilidad de inundaciones en las zonas bajas de los valles. En muchas ciudades del país hubo una impermeabilización de los cuerpos de agua, junto a la ocupación de campos inundables para la instalación de sistemas viales. Las lluvias fuertes deben agravar las ya conocidas inundaciones en vías públicas, generando perjuicios y pérdidas humanas todos los años en el país.

Los deslizamientos de tierra en las laderas y las inundaciones provocadas por tempestades severas son dos tipos de desastres naturales responsables por un gran número de víctimas en el país, principalmente en las regiones metropolitanas de Rio de Janeiro, São Paulo, Recife, Salvador y Belo Horizonte, y en las regiones de las Sierras del Mar y de la Mantiqueira<sup>257</sup>.

El patrimonio edificado también podrá ser afectado por el cambio climático. Las lluvias intensas y las temperaturas más elevadas van a exigir además una mayor atención y recursos para el mantenimiento del patrimonio arquitectónico de las ciudades y metrópolis de Brasil, como ya ocurrió, por ejemplo, en Ouro Preto - MG y Paraty - RJ (ZANIRATO, 2004).

La elevación del nivel del mar podrá llevar al abandono de edificios localizados en áreas urbanas bajas y al traslado de la población que vive junto a la costa, además de los centros de servicios instalados en las playas (RIBEIRO, 2008). Otra dificultad en las ciudades costeras será el destino del residuo cloacal que es transportado al mar por medio de emisarios submarinos, sin cualquier tratamiento previo. Los cálculos de lanzamiento de ese material fueron realizados para niveles del mar menores a los proyectados por el cambio global del clima.

Algunas ciudades del país ya están tomando medidas para mitigar y adaptarse al cambio global del clima, como es el caso de Rio de Janeiro, donde fueron desarrollados sistemas de alerta para resacas y riesgos de deslizamientos (CIM, 2008). El estado de São Paulo ya implementó también su Plan de Cambios Climáticos, que debe ayudar a la mitigación y adaptación a los nuevos escenarios. A nivel estadual, también fue aprobado el Plan Estadual sobre Cambios Climáticos de São Paulo, Minas Gerais y Pernambuco. Las ciudades de São Paulo y Curitiba están afiliadas al C40, un grupo de grandes ciudades mundiales comprometidas con el combate al cambio climático. Otra iniciativa es la Campaña Ciudades por la Protección del Clima (*Cities for Climate Protection - CCP*), lanzada en junio de 1991 por el Consejo In-

257 La Sierra de la Mantiqueira es una cadena montañosa que se extiende por tres estados de Brasil: São Paulo, Minas Gerais y Rio de Janeiro.

ternacional para las Iniciativas Ambientales Locales - ICLEI (sigla en inglés de *International Council for Local Environmental Initiatives*), con el objetivo de apoyar acciones de los gobiernos locales a favor de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y darles a los gobiernos municipales una mayor fuerza de expresión internacional colectiva frente a los gobiernos nacionales y a la Convención<sup>258</sup>.

Entre las medidas de adaptación al cambio climático para áreas urbanas, pueden destacarse los siguientes puntos:

oferta de alternativas de viviendas para la población de bajos ingresos que actualmente viven en áreas de riesgo;

- mayor rigor en el cumplimiento de las leyes de uso y ocupación del suelo;
- elaboración e implementación de planes urbanísticos orientados al confort urbano y ambiental y no dictados por las decisiones del sector inmobiliario;
- implementación de medidas para atenuar la elevación de la temperatura (forestación de ciudades, adecuación de los edificios a las condiciones tropicales);
- reformulación del sistema vial y del tratamiento de residuos cloacales, especialmente en las ciudades costeras;
- renaturalización de las áreas urbanas (reconstrucción de microclimas, revegetación, revitalización de cursos de agua);
- obtención de conocimiento y alternativas técnicas para mitigar y adaptar la población y las ciudades al cambio climático;
- reglamentación de las construcciones, por medio del Código de Obras y del Plan Director, adaptándose a los efectos del cambio climático; y finalmente
- implementación de mecanismos y políticas para incentivar el transporte público y el transporte ferroviario a la integración modal.

## 2.3 Zona Costera

El Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (IPCC, 2007b) prevé, basándose en los diferentes escenarios de emisión de gases de efecto invernadero, que la combinación de la expansión térmica de las aguas junto al derretimiento de los glaciares localizados en los continentes, tendría como

258 Ver sección XXXX Parte III, capítulo 3

resultado un aumento del nivel medio del mar de entre 18 cm y 59 cm en el período 2090-2099, tomando como referencia el período 1980-1990. El cambio del clima y el aumento del nivel del mar (las variaciones del nivel relativo del mar, o sea, las variaciones entre el continente y el mar) podrán ampliar la erosión de las áreas costeras, el riesgo del blanqueamiento y la mortalidad de corales, y los impactos negativos sobre los manglares y las áreas húmedas costeras. En América Latina, el aumento del nivel del mar elevaría el riesgo de inundación de áreas de costas más bajas, afectando, sobre todo, los deltas de los ríos y las áreas urbanas costeras.

La costa marítima de Brasil se extiende desde la región ecuatorial del hemisferio norte a las latitudes subtropicales del Hemisferio Sur, a lo largo de cerca de 8.000 km bañados por el Océano Atlántico occidental. Cuando se considera la extensión de la línea de la costa incluyendo el contorno de los principales estuarios e islas, la extensión es de aproximadamente 12.600 km. Como consecuencia de su tamaño, la zona costera atraviesa, a lo largo de toda esa extensión, diferentes ambientes climáticos, variando desde el húmedo ecuatorial y tropical, al semiárido en la región Noreste, y al clima subtropical en la región Sur, incluyendo también diferentes ambientes geológicos y geomorfológicos (NEVES & MUEHE, 2008). Para efectos legales, la zona costera está constituida por una franja marítima con 12 millas náuticas de ancho, y por una franja terrestre de 50 km de ancho a partir de la línea de la costa, correspondiendo a una superficie territorial total de 535.000 km<sup>2</sup> (VIDIGAL, 2006). En los municipios bañados por el mar y los estuarios, habita aproximadamente un 20% de la población brasileña, o sea, más de 38 millones de personas, concentradas principalmente en las áreas próximas a las capitales de los estados. Además de las áreas residenciales, son desarrolladas otras actividades económicas o tipos de ocupación de la zona costera, relacionadas principalmente a la explotación de recursos minerales, turismo, acuicultura, puertos, áreas de conservación y de protección ambiental.

Una forma de analizar la vulnerabilidad de los municipios costeros al cambio climático, consiste en identificar el porcentaje del PBI ahí generado y compararlo al PIB estadual. Se verifica que en los estados de Amapá, Piauí, São Paulo, Paraná, Santa Catarina y Rio Grande do Sul, la generación de riquezas es comparable a la población residente en la zona costera. El estado de Rio de Janeiro, donde poco más del 80% de la riqueza y un 70% de la población se localizan en la zona costera, la situación deriva del resultado combinado de la industria del petróleo y de varias actividades marítimas (astilleros, turismo etc.). En los demás estados, hay una marcada diferencia entre los porcentajes de pobla-

ción (30% a 50%) y de PBI (40% a 70%). Los casos más extremos son: Pernambuco (65% del PIB y 40% de la población), Alagoas (58% y 40%), Paraíba (45% y 28%) y Espírito Santo (72% y 48%). Sin embargo, al analizarse los valores de PIB/capita de todos los municipios brasileños, se verificó que, entre los 50 mayores valores, apenas 14 municipios estaban localizados en la zona costera, espacio que generalmente es ocupado por actividades asociadas a los puertos o a la industria del petróleo; entre los 100 mayores valores, apenas 22 municipios estaban localizados en la zona costera. Curiosamente, entre los 100 menores valores de PIB/capita del país, 12 municipios estaban localizados en la zona costera.

Para verificar la capacidad de los municipios costeros en relación a la atención de situaciones de emergencia de salud vinculadas a catástrofes naturales, se identificó que en 6.000 km de línea de costa existe una oferta inferior a 1,5 lechos en hospitales/1.000 hab.; en 4.100 km, la oferta pasa a quedar entre 1,5 y 2,5 lechos/1.000 hab.; en 1.500 km, la oferta es inferior a 3,5 lechos/1.000 hab.; y en apenas 800 km, la oferta supera 3,5 lechos/1.000 hab., índice considerado deseable por las autoridades de salud brasileñas. Sin embargo, es verificada también la fragilidad de los municipios portuarios a la hora de enfrentar enfermedades traídas por las tripulaciones de navíos extranjeros, u otras enfermedades causadas por la contaminación del agua de lastro.

De la situación descrita arriba, surge un escenario socioeconómico y físico-geográfico bastante complejo para la zona costera brasileña, poniendo en evidencia la mala asignación de recursos en los municipios, su incapacidad para resolver los problemas socioambientales asociados al cambio climático, y la dificultad de los estados para promover un correcto gerenciamiento costero.

Las áreas geomorfológicamente más susceptibles a la erosión están en la región Noreste, debido en parte a la falta de ríos capaces de abastecer el mar con sedimentos, pero también a la retención de las arenas marinas en los campos de dunas y al pequeño declive de la plataforma continental, lo que amplifica el ajustamiento de la costa a una elevación del nivel del mar. El agotamiento generalizado de las fuentes de sedimento de la plataforma continental interna, juntamente con otros factores - como la alteración natural o inducida en el balance de sedimentos -, ha provocado una erosión de variados grados de intensidad en toda la costa brasileña (MMA, 2006).

Por otro lado, las costas de las regiones Sur y Sudeste de Brasil están sujetas a ciclones extratropicales, debiendo destacarse que en una situación única un ciclón ya alcanzó

la fuerza de un huracán, el Catarina, llegando a la costa del estado de Santa Catarina, en febrero del 2004 (NEVES & MUEHE, 2008).

Se estima que los valores materiales en riesgo en la zona costera, considerando el escenario más elevado del nivel del mar y los eventos meteorológicos extremos, varían entre R\$ 136,5 mil millones y R\$ 207,5 mil millones (ROSMAN *et al.*, 2010). Se calcula que, debido al valor estimado del patrimonio en riesgo, debe haber una inversión mínima cercana a los R\$ 4 mil millones hasta el 2050, con el objetivo de garantizar una base sustentable para una toma de decisión y dimensionamiento seguro de la infraestructura necesaria para enfrentar los cambios esperados. Sin embargo, esa valoración de impactos y respuestas al cambio climático en la zona costera de Brasil es bastante incierta, ya que se conoce muy poco sobre algunos de los eventos más importantes, como la generación de olas y la marea meteorológica, el relieve de la región y la morfología de la plataforma continental interna.

El régimen de vientos, asociado a la deforestación de dunas, ha sido uno de los factores preocupantes de la ocupación urbana en varios puntos de la costa brasileña (como, por ejemplo, Itaúna - BA, Grussaí - RJ, Cabo Frio - RJ y Arraial do Cabo - RJ, y varios otros lugares en la región Noreste), debido al transporte eólico de sedimentos. Los cambios climáticos que afecten el régimen local de vientos o la vegetación fijadora de dunas, incluyendo la presencia de disponibilidad sedimentar en la franja costera, pueden causar impactos adversos. Además, debe estarse atento a las variaciones del alcance de la brisa marina en relación a la acción del salitre y la corrosión sobre materiales y estructuras.

Debido a que la circulación atmosférica afecta la precipitación, el balance hídrico de las regiones costeras (incluyendo los ríos y las lagunas y los manglares, así como las restingas y las dunas, donde queda almacenada agua de lluvia) será muy sensible al cambio global del clima. Por ser un área de gran valor económico y de atracción poblacional, se estima que podrá surgir una presión mayor sobre el uso de recursos hídricos en esas regiones, ya sea como fuentes de agua dulce, o como áreas de desecho de residuos.

Otros factores podrán aumentar la vulnerabilidad, tales como la ocupación territorial desordenada, la explotación indiscriminada de yacimientos de arena en los estuarios y brazos de mar, así como la construcción de obras de protección costera con criterios técnicos de ingeniería inadecuados, que muchas veces han desencadenado procesos erosivos rápidos (como en los casos de Fortaleza - CE, Olinda - PE, Conceição da Barra-ES y Matinhos - PR).

En resumen, los impactos previstos en la zona costera brasileña derivados de las consecuencias del cambio global del clima, excluyendo a aquellos que serían comunes a las áreas continentales (agricultura, clima etc.), podrán ser los siguientes (NEVES & MuEHE, 2008):

- erosión costera;
- daños a las obras de protección costera;
- efectos del *spray* salino en estructuras de concreto (edificios y obras marítimas) y en monumentos históricos;
- perjuicios estructurales u operacionales a los puertos y terminales;
- daños a obras de urbanización de ciudades costeras;
- daños estructurales o perjuicios operacionales a obras de saneamiento;
- exposición de cañerías enterradas o daños estructurales a los caños expuestos;
- derrumbes en laderas y acantilados de la zona costera;
- intrusión salina en estuarios y acuíferos, lo que puede afectar la captación de agua dulce;
- alteración del área de ocupación de los manglares, lo que puede tener como resultado un impacto sobre las aves, inclusive las migratorias, así como en la ictiofauna<sup>259</sup> local;
- daños a ecosistemas debido a la falta de agua dulce, causados por los efectos relacionados al desequilibrio salino;
- daños a los arrecifes de coral.

Además de los efectos arriba mencionados, deben ser considerado el cambio climático asociado a la interacción océano-atmósfera y sus posibles consecuencias sobre las diversas formas de ocupación de la zona costera y de la Zona Económica Exclusiva, inclusive las actividades de explotación mineral en la plataforma y el talud continentales<sup>260</sup>, y sobre las rutas de navegación en el Atlántico Sur, debido a la intensidad y frecuencia de las tempestades.

259 En el ámbito de la ecología y las ciencias pesqueras, se denomina como "ictiofauna" al conjunto de las especies de peces que existen en una determinada región biogeográfica.

260 En oceanografía, se denomina "talud" continental a la parte del fondo marino con un declive muy pronunciado que queda entre la plataforma continental y el margen continental, donde comienzan las planicies abisales.

Para fines de gerenciamiento y de decisión política relacionados a la mejor respuesta al cambio climático que afecta la zona costera, se hace necesario considerar un cuadro multidisciplinar e interdisciplinar que considere quince “dimensiones”: (1) una base cartográfica integrada para la zona costera (regiones emergente y submarina); (2) el contorno continental y su vulnerabilidad a los varios agentes dinámicos; (3) el clima en la zona costera y programas adecuados de monitoreo para usos diversos, inclusive para proyectos de ingeniería; (4) la dependencia económica en relación al mar y actividades costeras; (5) la urbanización de la franja costera y el ordenamiento político de la ocupación humana; (6) planificación y control de la recaudación y riquezas generadas en la zona costera; (7) análisis integrado de informaciones ambientales; (8) la educación para el futuro, en todos los niveles formales y en el ámbito de la educación informal (divulgación científica); (9) la salud en la zona costera, incluyendo la infraestructura actual, los aspectos políticos de las migraciones nacionales y los aspectos sanitarios de las fronteras marítimas internacionales (salud de los puertos); (10) el agua en la zona costera, incluyendo los aspectos relacionados a la captación, al tratamiento y a la distribución de agua potable, así como a la recolección, tratamiento y retorno de las aguas servidas; (11) el destino final de los residuos sólidos; (12) la generación y distribución de energía; (13) la producción y distribución de alimentos; (14) las relaciones externas geopolíticas en los ámbitos regional, nacional e internacional; (15) la legislación, a niveles federal, estadual y municipal, que necesita ser actualizada y prever también un presupuesto específico destinado al monitoreo y a la adaptación al cambio climático.

Por ahora, la respuesta más recomendable a los efectos del cambio climático es el establecimiento de una estrategia de acciones para el Gerenciamiento Costero Integrado, que incluya:

- la conducción de un monitoreo ambiental permanente (a largo plazo);
- la proposición de ordenamientos municipales para la ocupación urbana, paralelamente a un mayor rigor en el cumplimiento de los mismos;
- la implementación de políticas estaduais efectivas de gerenciamiento costero;
- el disciplinamiento del uso de los suelos;
- la integración de programas y políticas de gestión de recursos hídricos y de gerenciamiento costero;

- el direccionamiento de los esfuerzos de la acción federal: legislación, educación, monitoreo, sistema de alerta anticipado;
- la planificación previa y la priorización de estudios para las formas clásicas de respuestas (retroceso, acomodación y protección).
- la elaboración de directrices y de normas técnicas para las obras costeras y marítimas, que incorporen los posibles impactos del cambio global del clima sobre las obras y construcciones;
- el desarrollo de técnicas de perfeccionamiento biológico de manglares, buscando la reforestación de los mismos.

## 2.4 Salud Humana

Como efectos futuros del cambio global del clima sobre la salud humana, el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, Informe del Grupo de Trabajo II, “Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad”, reconoció los siguientes posibles impactos (IPCC, 2007b):

- alteraciones en la distribución espacial e intensidad de la transmisión de enfermedades infecciosas endémicas, especialmente aquellas transmitidas por vectores, tales como la malaria, el dengue, las leishmaniosis, etc.;
- un riesgo mayor de diarrea, especialmente en niños, debido al empeoramiento del acceso a agua de buena calidad, principalmente en las regiones tropicales secas;
- agravamiento en el estado nutricional de niños, con un perjuicio a su desarrollo, en áreas ya afectadas por la inseguridad alimentaria y que pueden sufrir períodos prolongados de sequía, en los países en desarrollo;
- aumento en el riesgo de enfermedades cardiorrespiratorias debido al aumento en la concentración de contaminantes de la tropósfera (especialmente el ozono), influenciados por la temperatura más alta;
- incremento en el riesgo de perjuicios a grupos poblacionales considerados como más vulnerables, tales como niños y ancianos, poblaciones indígenas y comunidades tradicionales, comunidades pobres de zonas urbanas, poblaciones costeras y poblaciones que dependen directamente de los recursos naturales afectados por la variación climática.

Brasil, por su localización geográfica y por su tamaño continental, puede sufrir alteraciones climáticas importantes, que pueden provocar impactos socioambientales que, a su vez, favorezcan el aumento de enfermedades infecciosas endémicas sensibles al clima, tales como la malaria, el dengue, la cólera, las leishmaniosis y la leptospirosis, entre otras (MCT, 2007). Los mecanismos de acción de las alteraciones climáticas pueden ser tanto directos, tal como la persistencia de humedad y temperaturas favorables al desarrollo y dispersión de agentes infecciosos y vectores, o indirectos, como los procesos de migración de la población humana desencadenados por la sequía, provocando una redistribución espacial de las endemias y el aumento de la vulnerabilidad social de las comunidades.

Como ejemplo pueden citarse los brotes importantes de leptospirosis que surgieron en Rio de Janeiro. Fueron relatados 4.643 casos en el período 1975-2006, además de la gran epidemia de 1996 en Jacarepaguá - RJ, con 1.797 casos confirmados (CONFALONIERI & MARINHO, 2007). Esa fue una de las mayores epidemias de esa enfermedad sobre la cual se tiene noticia en todo el mundo. Problemas similares son encontrados también en otras grandes ciudades del país, como resultado de una precaria infraestructura de saneamiento y del uso inadecuado del suelo urbano. Las enfermedades infecciosas endémicas de mayor relevancia en Brasil, en relación al cambio climático, son la malaria y la fiebre del dengue, pudiendo tanto aumentar como disminuir su incidencia en el ámbito regional. La mayor importancia de esos problemas está relacionada principalmente a su alta incidencia y dificultad de control, además de la conocida sensibilidad a los factores climáticos.

Los estados de la región Noreste son los más vulnerables a los impactos del climático en lo concerniente a la salud (MCT, 2007), identificándose la escasez hídrica, capaz de afectar tanto el cuadro epidemiológico de las enfermedades vinculadas a la mala higiene (por ejemplo, diarreas infecciosas infantiles), así como agravar las situaciones de inseguridad alimentaria que generan desnutrición. Se constató, en años de sequías severas asociadas al fenómeno El Niño, un aumento significativo de las tasas de mortalidad infantil por enfermedades diarreicas.

En la región semiárida de Brasil, con la ausencia de lluvias estacionales - como ocurre en los períodos de sequía - la población ha, históricamente, migrado del medio rural a las áreas urbanas, en busca de asistencia gubernamental. Así, el factor cambio demográfico puede constituirse en uno de los elementos intermediadores principales entre los fenómenos climáticos extremos (en este caso, la sequía) y sus efectos en la economía y la salud. El movimiento - intra o

interregional - de migrantes de las sequías produce cambios en la economía regional y aumenta el nivel de la inseguridad pública en los puntos de destino, debido al aumento en la demanda por servicios públicos en general, incluyendo el sistema único de salud - SUS<sup>261</sup>. El desencadenamiento de flujos migratorios podrá además redistribuir espacialmente tanto enfermedades crónicas como infecciosas, tales como el dengue, el calazar (o leishmaniosis visceral), la esquistosomosis y el Mal de Chagas.

Un estudio regional de cuantificación de vulnerabilidad de la región Noreste de Brasil, en relación a los impactos inferidos por los escenarios regionales de clima, desarrolló un índice compuesto de vulnerabilidad. Las razones para este estudio de la región Noreste fueron las siguientes:

- aumento proyectado de la aridez en la región, de acuerdo a los escenarios del INPE;
- peores índices de vulnerabilidad de la salud, según el proyecto MCT/Fiocruz, en el ámbito nacional (CONFALONIERI *et al.*, 2009);
- región posiblemente más afectada por el cambio climático, en Brasil, según el "Climate Change Index" (BAET-TIG *et al.*, 2007);
- región históricamente afectada por sequías, con graves impactos sociales, y presentando bajos indicadores socioeconómicos.

El Índice de Vulnerabilidad General para la región fue obtenido, por unidad de la Federación, para la región, por medio de la asociación de datos de daños a la salud (Índice de Vulnerabilidad de Salud - IVS) capaces de ser influenciados, directa o indirectamente, por los factores del clima, con datos ambientales (Índice de Desertificación - IVD) y proyecciones demográficas y económicas obtenidas a partir de escenarios de cambio regional del clima, como consecuencia del cambio climático global (Índice de Vulnerabilidad Socioeconómica - IVSE e Índice de Vulnerabilidad Climática - IVC). La premisa principal fue la de que, a partir de las proyecciones de un aumento futuro de la aridez, la escasez de agua y alimentos agravará el cuadro sanitario, causando migraciones capaces de redistribuir enfermedades endémicas en el espacio geográfico, y aumentando la presión sobre los servicios de salud en las áreas de destino de los migran-

261 El Sistema Único de Salud - SUS - fue creado por la Constitución Federal de 1988 y reglamentado por la Ley nº 8080/1990 y la Ley nº 8.142/1990, Leyes Orgánicas de la Salud, con la finalidad de alterar la situación de desigualdad en la asistencia a la salud de la población, tornando obligatoria la atención pública a cualquier ciudadano, siendo prohibidas cobranzas de dinero bajo cualquier pretexto. Para mayores informaciones vide < [http://portal.saude.gov.br/portal/saude/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=24627](http://portal.saude.gov.br/portal/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=24627)>.

tes. El instrumento de análisis fue la obtención de métricas, variando de 0,0 a 1,0, capaces de reflejar importantes relaciones causales en el contexto “sequías/pérdidas agrícolas/inseguridad alimentaria/migraciones/salud”.

La inclusión de datos sobre desertificación fue considerada importante por la relación que esta forma de degradación del suelo tiene con el clima (además del uso de la tierra), como también por su repercusión en la productividad agrícola de subsistencia y, por lo tanto, en la permanencia de la población en las áreas afectadas.

Fueron analizados, por estado, los índices para los dos escenarios de cambio del clima (A2 y B2). Como resultado, fue verificado que aquellos que tienen una mayor vulnerabilidad, en ambos escenarios, fueron los estados de Ceará y Pernambuco. Contribuyeron para esto los valores altos de los indicadores parciales Índice de Vulnerabilidad en Salud - IVS, Índice de Vulnerabilidad a la Desertificación - IVD, Índice de Vulnerabilidad Económico-Demográfico - IVED y, en menor medida, los valores del Índice de Vulnerabilidad Climática - IVC. En el escenario de emisiones de carbono más altas (A2), el estado de Bahia también se presentó con un grado de vulnerabilidad alto (índice de 0,75), cayendo posteriormente (índice de 0,37) en el escenario de menor emisión (B2).

Para la Segunda Comunicación Nacional, en base a los datos corridos del Eta-CPTEC, fue construido un Índice de Vulnerabilidad General - IVGp (elaborado por la Fiocruz y por el Departamento de Demografía de la UFMG), con un indicador compuesto, para cada estado brasileño, formado por sub-indicadores de salud (tendencias de enfermedades infecciosas endémicas sensibles al clima); demográfico (crecimiento de la población en general, y de mayores de 60 años, hasta el 2040) y de anomalías climáticas proyectadas, según el modelo Eta-CPTEC, con condiciones laterales del modelo global acoplado HadCM3. Para el escenario A1FI (2011-2040), que presupone una continuidad en el uso intensivo de combustibles fósiles, fueron obtenidos los valores abajo presentados para cada unidad de la Federación. Estos valores están organizados en orden creciente, de menor a mayor vulnerabilidad (valor de IVGp = 1,0 es el de mayor vulnerabilidad):

Valores de IVGp	Unidades de la Federación
0,0 < IVGp <= 0,2	DF, PR, PE, RJ, RS, SE
0,2 < IVGp <= 0,3	AL, PB, SC, SP
0,3 < IVGp <= 0,4	AP, RN
0,4 < IVGp <= 0,5	CE, ES, RR
0,5 < IVGp <= 0,7	AM, BA, MS, MG, PI, RO, TO
0,7 < IVGp <= 1,0	AC, GO, MA, MT, PA

Hay, en el cómputo del IVGp, una predominancia de las unidades de la Federación de las regiones Centro-Oeste, Norte y Noreste, en las peores categorías (valores de 0,5 a 1,0), englobando a 12 estados brasileños. En relación al grupo de las unidades de la Federación con los valores más bajos del IVGp, se percibe que las unidades con valores de Índice de hasta 0,3, incluyen dos estados de la región Sudeste, los tres de la región Sur y el Distrito Federal, además de 4 estados de la región Noreste. La situación general de vulnerabilidad de las unidades de la Federación, según es observado en la presente evaluación, al ser comparada con el estudio anterior (MCT, 2005) revela que:

- Hay una concordancia general entre los dos estudios al señalar al DF y a todos los estados de la región Sur como las unidades de menor vulnerabilidad.
- Hay una menor concordancia en lo relativo a los más bajos IVGp estaduais, ya que, si en el primer estudio realizado (MCT, 2007), la totalidad de las peores situaciones estaban representadas por los estados de la región Noreste, en la actual evaluación esta distribución fue más heterogénea, debido a que este grupo contiene estados que se encuentran en las regiones Norte, Centro-Oeste, Sudeste, y en la región Noreste.

En relación a la relevancia de esos estudios, debe ser considerada la utilización de índices compuestos de este tipo, de forma comparativa, en políticas públicas y estrategias regionales de enfrentamiento al cambio climático. Tomándose en cuenta la contribución relativa de cada factor, el carácter transversal entre las cuestiones climáticas y otros factores ambientales y socioeconómicos que afectan la salud de la población humana, los mismos deben ser considerados en la planificación de políticas de adaptación al cambio climático.

En la Amazonia, otra región vulnerable, los posibles impactos de una reducción de lluvias y aumento de la temperatura están relacionados a cuatro aspectos principales: peoría en la situación de acceso a agua de buena calidad; reducción en la abundancia de ítems de subsistencia extractivista; aumento de la inhalación de partículas de humo de incendios forestales; alteraciones en los ciclos de las enfermedades endémicas transmisibles, tales como la malaria y la leishmaniosis, entre otras (CONFALONIERI, 2008). La dimensión de los impactos esperados sobre el medio ambiente y la salud en la Amazonia central brasileña, puede ser ilustrada tomándose como ejemplo el episodio de la sequía ocurrida en el 2005. Pequeñas comunidades ribereñas quedaron aisladas, sin agua suficiente y sin la posibilidad de pescar, debido a que los canales de acceso quedaron secos (BANCO MUNDIAL, 2005).

En relación a las enfermedades endémicas, los escenarios futuros para la malaria en la Amazonia - considerando apenas los factores ambientales -, dependerán de lo que ocurra con el bosque, y principalmente con su ciclo hidrológico, a partir de la influencia del clima (CONFALONIERI, 2008). La fiebre del dengue, la otra endemia de amplia distribución en el país, y además sensible al clima, sufre una influencia estacional. El resultado de eso es que el dengue tiene una mayor incidencia, actualmente, en los períodos de verano. Eso se debe a la persistencia de temperaturas y humedad favorables, así como a la mayor exposición de la población a lugares abiertos en esa época del año. La dirección en que se darán las posibles modificaciones en la epidemiología del dengue en Brasil dependerá de lo que pase, a nivel regional o subregional, con el cambio climático. Los escenarios previstos para la región Noreste, por ejemplo, no serían favorables al ciclo del dengue, desde un punto de vista ambiental, ya que el aumento de la temperatura estaría acompañado de una reducción de la humedad, lo que desfavorece su desarrollo.

La población urbana, principalmente la que vive en áreas periféricas, es vulnerable a tres riesgos principales: derrumbes de laderas habitadas, durante lluvias fuertes; riesgo de epidemias de leptospirosis durante períodos de inundaciones, en áreas inundables en las que es depositada la recolección de residuos; y la exposición a contaminantes atmosféricos, como el ozono, cuyas concentraciones pueden aumentar debido a temperaturas más elevadas (CONFALONIERI, 2008).

Debe ser dada especial atención a las regiones metropolitanas de la costa que, históricamente, han presentado una mayor carga de morbimortalidad, debido a sus características sociales, demográficas y geográficas (MCT, 2007). Los impactos costeros resultantes del aumento del nivel medio del mar derivarán principalmente de la salinización del suelo, con una pérdida de áreas cultivables y con el deterioro de reservorios de agua potable. Puede haber también, debido a la erosión, daños a la infraestructura de saneamiento, electricidad, etc. Los posibles efectos en la salud serían, por lo tanto, indirectos.

Se estima que, con una mayor periodicidad de eventos extremos de lluvia en las regiones Sur y Sudeste del país, la situación de mayor riesgo sería resultado de la exposición a tempestades e inundaciones. Históricamente, en esas regiones, fueron registrados eventos de lluvia fuerte y anegamientos con víctimas fatales en diversas ocasiones.

Considerando el conjunto actual de evidencias, puede afirmarse que las siguientes medidas generales de adaptación serían recomendables para el sector salud (CONFALONIERI, 2008):

- perfeccionamiento de los programas de control de aquellas enfermedades infecciosas de amplia dispersión en el país con altos niveles de endemicidad y sensibles al clima, especialmente la malaria y el dengue;
- reducción de los condicionantes generales de la vulnerabilidad social de la población amenazada al riesgo de sufrir daños a la salud (principalmente enfermedades infecciosas y accidentes por eventos críticos), por medio de políticas económicas, educacionales y habitacionales;
- creación de sistemas de alerta anticipado, conjugando la previsión de eventos climáticos extremos con mapas de vulnerabilidad y planes de contingencia que también incluyan asistencia a la salud;
- identificación de los impactos del cambio climático en la salud humana y su cuantificación física y financiera, incluyendo, entre otros elementos, informaciones sobre la producción de alimentos, los costos de tratamiento de enfermedades infecciosas endémicas y de contaminación atmosférica, morbimortalidad e impactos materiales.

## 2.5 Energía y Recursos Hídricos

Según el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, Informe del Grupo de Trabajo II, "Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad (IPCC, 2007b), los efectos de la evolución del clima sobre el volumen de los cursos de agua y recarga de los acuíferos, varían de acuerdo a las regiones y los escenarios climáticos idealizados, principalmente debido a las variaciones en las precipitaciones proyectadas. En las proyecciones realizadas hasta el momento, los resultados para América del Sur no presentan coherencia en la proyección de los volúmenes, en primer lugar, a causa de las diferentes proyecciones de precipitación, y en segundo lugar, debido a las diferentes proyecciones relativas a la evaporación, que pueden contrabalancear el aumento de las precipitaciones (Figura 1.2).

Brasil posee la mayor reserva hídrica superficial del planeta, cerca del 19,4%, y uno de los mayores potenciales hidráulicos. Sin embargo, hay una disparidad entre la disponibilidad hídrica y la localización de las demandas consuntivas y no consuntivas de agua (FREITAS, 2003). De hecho, aproximadamente un 90% de las aguas se encuentra en las cuencas hidrográficas del río Amazonas y del río Tocantins, siendo áreas de baja densidad demográfica, mientras que cerca del 90% de la población convive con el 10% restante de los recursos hídricos.

Hay además otros desafíos regionales vinculados a los recursos hídricos. Si las sequías son recurrentes en el semiá-

ruido de la región Noreste, en la región Sudeste es común la contaminación industrial y urbana, además de la sedimentación de los ríos, siendo uno de los asuntos que más preocupa (FREITAS & SOITO, 2008). Más al Sur, la producción agrícola y animal es responsable por una contaminación difusa de difícil control en los cuerpos hídricos superficiales y subterráneos. Aun en la cuenca amazónica, mayor cuenca hidrográfica del planeta, hay problemas derivados de la expansión demográfica y la ocupación desordenada. Algunas cuestiones son puntuales, como la contaminación de los canales y ríos que bañan los centros urbanos, mientras que otros problemas son de amplitud regional, como el contagio de enfermedades de transmisión hídrica y la degradación de la calidad del agua en las comunidades menores durante los períodos de sequía.

En los escenarios a medio y largo plazo de uso del agua en las cuencas hidrográficas brasileñas, las necesidades de agua tienden a aumentar debido al crecimiento demográfico y, sobre todo, al desarrollo económico. Debe acrecentarse a eso el hecho de que el riesgo del cambio global del clima puede alterar el ciclo hidrológico y, con esto, el régimen y la disponibilidad hídrica en las cuencas hidrográficas puede aumentar la presión sobre los recursos hídricos.

Los impactos del cambio climático no serán distribuidos uniformemente entre las regiones y su población. Justamente la población, los sectores productivos y los sistemas naturales pueden ser más o menos afectados o beneficiados. Así, los impactos pueden variar en magnitud e intensidad, de acuerdo a la localización geográfica, el tiempo, las condiciones sociales, económicas y ambientales y la infraestructura de cada lugar.

En lo referente a las principales cuencas hidrográficas brasileñas, la cuenca del río São Francisco se caracteriza principalmente por atender las demandas de uso consumitivo, como la irrigación para la producción de alimentos, el abastecimiento de agua para el consumo humano y para la disolución de contaminantes provenientes de la industria y de las cloacas urbanas. Con esa configuración, una posible alteración del régimen hídrico derivado del cambio climático, los conflictos por el uso del agua podrán aumentar. Por eso, las acciones que aumenten la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos para la irrigación y el tratamiento de contaminantes urbanos, deben ser priorizadas. En relación al potencial hidráulico, una reducción en el volumen de agua podría provocar una merma en la generación de energía a lo largo del año, la cual debería ser completada por otras fuentes en el ámbito del sistema eléctrico interconectado.

La cuenca del río Paraná es de vital importancia para el sistema eléctrico brasileño, con más del 50% de la capacidad instalada en operación en el país. Esa relevancia deriva, principalmente, de la usina hidroeléctrica de Itaipu, y sus 14.000 MW de potencia instalada. Esa cuenca, además, también es la que posee una mayor densidad poblacional, hecho que produce diversos conflictos de uso del suelo y del agua, tanto urbanos como rurales, que pueden perjudicar el aprovechamiento futuro del potencial hidráulico, y sobre todo, traer limitaciones a la generación de energía eléctrica en las usinas en operación. En relación a las alteraciones climáticas, la cuenca del río Paraná ha sido caracterizada principalmente por su potencial de riesgo de inundaciones, con una mayor frecuencia en los años de calentamiento anómalo del océano Pacífico, o sea, a partir del fenómeno El Niño. Las hidroeléctricas de la cuenca han sido utilizadas para regular la disponibilidad hídrica y para gestionar los eventos extremos derivados de las inundaciones. Por lo anterior, debe darse una mayor atención a los conflictos por el uso del agua en la cuenca del Paraná, ya que los mismos pueden llegar a transformarse en una vulnerabilidad en la generación de energía hidroeléctrica, mereciendo una mayor atención del sector eléctrico y de los gestores del agua, pues la situación puede agravarse en el futuro.

Siendo la mayor cuenca hidrográfica del globo, la cuenca Amazónica posee una superficie de aproximadamente 6.100.000 km<sup>2</sup> y una enorme importancia en la dinámica climática y en el ciclo hidrológico del planeta. La misma representa aproximadamente un 16% del stock de agua superficial dulce de la Tierra y, consecuentemente, cumple una función fundamental al contribuir al régimen de lluvias y evapotranspiración de América del Sur y del mundo. Los cambios regionales, especialmente el cambio del uso de la tierra, han provocado alteraciones en el clima y en la hidrología de la Amazonia. El cambio global de la temperatura puede llevar a varias otras alteraciones del medio ambiente, entre ellas la intensificación del ciclo hidrológico global, lo que provocará impactos sobre los recursos hídricos a nivel regional. Debe destacarse que, en caso de que se intensifiquen los fenómenos de calentamiento anómalo de la temperatura de la superficie de los océanos Pacífico y Atlántico, las lluvias, y por lo tanto, el volumen de agua de los ríos deberán disminuir. De hecho, sobre el Océano Pacífico, la presencia de El Niño ha determinado eventos extremos de deficiencia de lluvia, y por consecuencia, bajas descargas en los ríos de la región, sobre todo en la parte norte oriental de la Amazonia. Aunque el impacto de la variabilidad climática sobre la hidrología en el conjunto de la cuenca Amazónica es aún poco conocido, desde septiembre de 1997 grandes extensiones de la Amazonia han recibido lluvias en nivel inferior a la cantidad media. Ese hecho tuvo repercusiones

adversas en la seguridad alimentaria de la población ribereña y en la generación de energía hidroeléctrica, con la reducción de los niveles de los embalses y el aumento de la demanda de energía termoeléctrica (MARENGO, 2006). Por otro lado, la sequía más intensa de los últimos 106 años que afectó a la Amazonia en el 2005, no tuvo sus causas asociadas a El Niño, sino a un calentamiento anormal del Océano Atlántico tropical del Norte durante el verano y el otoño del 2005 (MARENGO *et al.*, 2008).

Debido a la gran participación de las usinas hidroeléctricas en el Sistema Eléctrico Brasileño, la generación de energía eléctrica en el país es fuertemente dependiente de los regímenes hidrológicos de las cuencas hidrográficas (FREITAS & SOITO, 2008). Como existe un desequilibrio regional en la disponibilidad de agua, los nuevos y los antiguos emprendimientos hidroeléctricos son, en mayor o menor medida, vulnerables al cambio climático, ya sea por la reducción del volumen promedio de agua en las cuencas hidrográficas, o por los eventos extremos que podrían perjudicar la operación de las usinas. Como alerta, puede citarse la crisis que ocurrió entre el 2001 y el 2002 y que afectó la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, teniendo como resultado interrupciones y racionamiento de energía.

Las regiones Sur y Sudeste tienen, juntas, cerca del 59% del potencial hidroeléctrico en operación o en construcción. Por otro lado, la región Norte tiene, sola, cerca del 52% del potencial hidroeléctrico, en fase de estudio o estimado (ELETROBRÁS, 2007). O sea, esto indica que, a corto plazo, las preocupaciones con la vulnerabilidad deben concentrarse principalmente en las regiones Sur y Sudeste. Para el futuro, sin embargo, es preciso mejorar la comprensión del cambio global del clima y de sus relaciones con el potencial hidráulico de la región Norte.

En el estudio “Cambios Climáticos y Seguridad Energética en Brasil” (SCHAEFFER *et al.*, 2008) se buscó investigar - a partir de los escenarios del IPCC, de las proyecciones del Plan Nacional de Energía 2030, de los datos del volumen de agua del Operador Nacional del Sistema Eléctrico - ONS y de la Agencia Nacional de Aguas - ANA -, las posibles vulnerabilidades del sector de energía a partir de los efectos del cambio climático. Según las estimativas preliminares, el cambio del clima puede implicar una caída media de un 8,6% (escenario A2) a un 10,8% (escenario B2) en el promedio anual del volumen de agua, es decir, la cantidad media anual de agua que fluye para las usinas. Las represas más afectadas serían las de la cuenca del río São Francisco. En la gran cuenca del río Paraná - formada por el río Paraná y las cuencas de los ríos Paranaíba, Paranapanema y Grande - a pesar de la caída en el volumen anual medio, habría una mayor cantidad de agua durante el comienzo de la estación lluviosa. El almacenamiento de esa agua adicional atenuaría

los efectos negativos de la reducción del volumen de agua, por lo menos en las usinas hidroeléctricas ya existentes. Los estudios sobre la precipitación también muestran un posible gran impacto de variación media del volumen anual de agua en la Amazonia, aunque el potencial de generación hidroeléctrica todavía no fue bien explorado. Al confirmarse esas caídas en la cantidad de agua, habría efectos negativos en la producción total de energía media por parte de las hidroeléctricas brasileñas, que caería un 1%, en el escenario A2, y un 2,2% en el escenario B2. El efecto más acentuado sería en las usinas del río São Francisco, donde la producción podría caer hasta un 7,7%.

Los estudios realizados en el ámbito de la preparación de la Segunda Comunicación Nacional de Brasil, en base al *downscaling* y utilizando el modelo Eta-CPTEC, señalan que, a corto y mediano plazo (2011-2040), el impacto sobre la generación de energía eléctrica en Brasil no deberá ser negativo, ya que la generación hidroeléctrica tiende a ser favorecida con los escenarios climáticos producidos. Sin embargo, estudios realizados recientemente para el sector, con resultados para períodos más largos (2070-2100), apuntan en una dirección contraria al levantamiento de corto y mediano plazo. Los resultados son presentados en la Cuadro 2.1.

**Cuadro 2.1 Comparación entre diferentes estudios en relación al impacto sobre la generación de energía eléctrica en Brasil a partir escenarios futuros de cambio climático**

	Presente Estudio	SCHAEFFER <i>et al.</i> (2008)	SCHAEFFER <i>et al.</i> (2010)
Escenarios Emisión	A1b	A2 e B2	A2 e B2
GCM	HadCM3	HadCM3	HadCM3
Downscaling	ETA	PRECIS	PRECIS
Horizonte	2011-2040	2071-2100	2025-2100*
Modelado Hidrológica	Balance Hídrico	Estadístico	Balance Hídrico/Estadístico
Modelado Energética	MSUI	SUISHI-O	SUISHI-EI
Resultados	Energía Media (+12 a 16%); Energía Firme (+14 a 20%); Impactos Negativos Regionales (At. Este y Parnaíba)	Energía Media (+12 a 16%); Fuertes Impactos Negativos Regionales (N/NE)	Energía Media (- 1 a 3%); Energía Firme (-29 a 32%); Fuertes Impactos Negativos Regionales (N/NE)
Adaptación	MAED-MESSAGE	-	MAED-MESSAGE
Resultados	Disminución Capacidad Inst.	-	Aumento Capacidad Inst.

\* Período 2025-2070 hecho por interpolación por el CPTEC/INPE. Fuente: COPPE/UFRJ, 2010.

Es importante que el análisis de los resultados presentados arriba, sea hecho con prudencia, teniendo en cuenta que son estudios con diferentes metodologías y datos climáticos. Tal comparación de resultados refuerza la necesidad de profundización de los estudios sobre el impacto climático futuro en el sector energético. El estudio de la vulnerabilidad del sector energético nacional debe ser continuamente desarrollado y mejorado. Entre los principales desarrollos está la utilización de una mayor cantidad de escenarios de clima futuro, para poder reducir el nivel de incertidumbre en relación a los posibles impactos del cambio global del clima. Es de extrema importancia, también, aumentar la base de datos sobre las variables climáticas regionales para que se pueda acompañar el proceso de cambio climático y ofrecer mejores condiciones para la realización de nuevos estudios.

Más allá de la incertidumbre cumulativa inherente a los estudios de impactos y adaptación al cambio global del clima, es importante notar que, por depender intrínsecamente de condiciones climáticas, la generación hidroeléctrica es vulnerable a las alteraciones del clima, independientemente de la confirmación de los escenarios futuros. Por lo tanto, es preciso un constante esfuerzo de evaluación de la vulnerabilidad del sector, buscando aumentar el número de escenarios, así como mejorar la metodología utilizada. Paralelamente, la vulnerabilidad del sistema energético brasileño al cambio global del clima requiere que se investiguen, inmediatamente, alternativas de adaptación para que se pueda actuar preventivamente, más allá de las incertezas relacionadas a los escenarios climáticos. De esa forma, las políticas de adaptación deben ser específicas, para que la implementación de las mismas sea benéfica, aun cuando el escenario climático no ocurra, al buscar disminuir la vulnerabilidad del sistema en relación alteraciones del clima. Finalmente, la acción de ampliar la red de medición y monitoreo de datos meteorológicos es una precondition para la evolución de los estudios de impactos del cambio global del clima en Brasil.

Como posibles medidas de adaptación al cambio global del clima, pueden ser citarse los siguientes puntos:

- promoción de la gestión múltiple e integrada de los embalses;
- integración de los planes de recursos hídricos con la planificación y operación de generación hidroeléctrica (y demás usos del agua);
- promoción de la utilización racional e integrada de los recursos hídricos;

- promoción de la implementación del sistema de gerenciamiento y de los instrumentos previstos en la Política Nacional de Recursos Hídricos;
- desarrollo de nuevos arreglos institucionales y regulatorios para la generación de energía hidráulica;
- revisión de las reglas operacionales de las usinas hidroeléctricas, tomando en consideración los posibles impactos del cambio climático;
- aumento del uso racional de energía y de la eficiencia energética;
- expansión de la oferta de electricidad por medio del uso de combustibles alternativos, como los residuos sólidos urbanos, el bagazo de caña, la energía eólica, la energía solar y la energía de los mares; y
- promoción de la gestión de la demanda y aumento de la oferta de biocombustibles, sobre todo del biodiesel.

## 2.6 Bosques

Los modelos climáticos del IPCC indican que las regiones de América del Sur más vulnerables al cambio climático, tanto en el componente socioeconómico como en términos de biodiversidad, serían la Amazonia y el Noreste de Brasil (MARENGO *et al.*, 2009). El IPCC proyecta (IPCC, 2007a), para mediados de este siglo, y con una alta probabilidad, que el aumento de la temperatura y la asociada disminución de la disponibilidad de agua podrán llevar a una gradual substitución del bosque tropical por sabana en parte de la Amazonia. Las pérdidas significativas de Bosque Amazónico son esperadas debido al aumento de la temperatura en aproximadamente 2,5°C arriba de la temperatura media de la era preindustrial (IPCC, 2007a). Además es muy probable<sup>262</sup> que disturbios naturales, tales como el fuego, insectos y enfermedades, sean alterados por el cambio climático, tanto en su frecuencia como en su intensidad, impactando sobre los bosques y el sector forestal. Sin embargo, es difícil estimar precisamente el impacto del cambio del clima en esos disturbios.

Ambas fuerzas inductoras, climáticas y no climáticas, afectan a los sistemas forestales, tornando desafiante analizar el papel del cambio climático en los cambios observados (KRUG, 2008). Las fuerzas no climáticas incluyen la urbanización y la contaminación, las cuales pueden influenciar los sistemas de forma directa o indirecta, por medio de sus efectos a partir del reflejo de la luz y del régimen de humedad del suelo. Los

<sup>262</sup> Probabilidad mayor que 90%.

procesos socioeconómicos, incluyendo cambios en el uso de la tierra (como, por ejemplo, la conversión de bosques para la agricultura o de áreas de agricultura para áreas urbanas) y la modificación de la cobertura terrestre (como, por ejemplo, por medio de procesos de degradación o restauración) también afectan esos sistemas.

El entendimiento de los potenciales impactos del cambio del clima en los ecosistemas forestales es de particular importancia para Brasil, que posee cerca del 30% de los bosques tropicales del mundo (FAO, 2005) y que cuenta con más de la mitad de su territorio cubierto por formaciones forestales nativas, distribuidas en sus biomas, particularmente en la Amazonia y en la sabana denominada *Cerrado*.

El bosque primario en la Amazonia Legal abarca una área de aproximadamente 3,5 millones de km<sup>2</sup> (incluyendo el "*Cerradão*", que es una formación forestal del bioma *Cerrado* que, desde el punto de vista fisionómico, es un bosque, aunque florísticamente se asemeja más a la sabana). El *Cerrado* (incluyendo las formaciones de *parque de Cerrado*, *Cerrado stricto sensu* y *campo Cerrado*, entre otras) ocupa cerca de 2 millones de km<sup>2</sup>, distribuidos a lo largo del Brasil Central. Los otros biomas tienen una cobertura forestal menos expresiva. La Mata Atlántica, por ejemplo, posee hoy menos del 7% de su cobertura vegetal original.

Para los escenarios que presentan una anomalía de temperatura mayor a 3°C existe el riesgo de pérdida de más del 40% del bosque en algunas partes de la Amazonia, (SCHOLZE *et al.*, 2006). Por otro lado, si se da una tendencia al aumento de las precipitaciones, las mismas actuarían para contrabalancear la reducción de las lluvias debido a la deforestación, y el resultado final sería más favorable al mantenimiento de los ecosistemas y de las especies. Los diversos estudios realizados por el Instituto de Investigaciones de la Amazonia - IPAM muestran que, en un cuadro de calentamiento global y sequías más frecuentes, los bosques de la Amazonia perderían mucha humedad, tornándose mucho más vulnerables a las quemadas, pudiendo haber un aumento significativo de la mortalidad de árboles, con el consecuente aumento de las emisiones de carbono a la atmósfera.

Los bosques fragmentados son más vulnerables a los daños periódicos de las sequías provocadas por El Niño, en relación a los bosques intactos. A pesar de que el IPCC señala una gran incertidumbre en el comportamiento de El Niño en el futuro, también es señalada la posibilidad de una intensificación de los extremos de lluvias intensas, de sequías y de inundaciones. Entre los daños causados por la sequía en la Amazonia, se registra una alta tasa de mortalidad de árboles, cambios en la fenología de las plantas y otros cambios

ecológicos, especialmente en los bordes de los bosques. Los estudios muestran que los incendios forestales están tornándose más comunes y tienen fuertes efectos negativos en la vegetación de la Amazonia (COCHRANE & LAURANCE, 2002; COCHRANE, 2003). Como ejemplo, la sequía provocada por el evento El Niño en el norte del país, en el período 1997-1998, fue responsable por el incendio forestal a gran escala en el estado de Roraima, que afectó una parte significativa de su bosque primario. Sin embargo, es importante resaltar que la quema de biomasa promueve también un aumento en la cantidad de aerosoles en la atmósfera, y que los mismos, globalmente, tienen un forzamiento radioactivo negativo. Fueron también detectados incendios forestales en un mayor número durante la sequía del 2005 (MARENCO *et al.*, 2008) y durante el estiaje del 2010.

Por otro lado, algunos tipos de bosques pueden beneficiarse con el cambio climático, particularmente los que se encuentran hoy afectados por las limitaciones de sus requisitos mínimos de temperatura y precipitación, o por ganancias en su productividad líquida, como resultado de la fertilización por CO<sub>2</sub> (aunque la magnitud de este efecto permanezca aún incierta para algunos tipos de sistemas).

A las alteraciones climáticas que pueden tener origen a partir del calentamiento global, hay que adicionar aquellas debidas a las alteraciones de la cobertura de la vegetación. Hay proyecciones de que la deforestación del bosque tropical llevará a un clima más caliente y seco en la región (NOBRE *et al.*, 1991; SAMPAIO *et al.*, 2007; COSTA *et al.*, 2007). Los estudios sobre el asunto muestran además que la pérdida de bosque en la Amazonia puede cambiar los niveles de precipitación en vastas áreas de América del Sur (MARENCO, 2006). La evapotranspiración en la Amazonia alimenta las lluvias que pasan por los Andes y llegan a las regiones Centro-Sur, Sudeste y Sur de Brasil. La deforestación del bosque podrá reducir, así, la precipitación en esas regiones.

La pérdida de bosques disminuye su potencial papel como sumidero y reserva de carbono y contribuye al aumento de la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub>. Por otro lado, se estima que los impactos negativos del cambio del clima contribuirán a la destrucción o degradación de los bosques, promoviendo emisiones de gases de efecto invernadero.

Como existe esa interacción entre la deforestación y el cambio climático, la primera intensificando los impactos del segundo, las acciones para reducir la deforestación tendrán como consecuencia la reducción de la vulnerabilidad de los bosques al cambio climático. Sin embargo, para los bosques con baja intensidad de manejo o ningún manejo, particularmente los bosques tropicales, existen menos opciones de

adaptación planificada que para los bosques más intensivamente manejados, aumentando la incertidumbre en relación a la vulnerabilidad de esos bosques al cambio del clima. Prevenir la fragmentación forestal es una medida de adaptación anticipatoria para los bosques nativos, que también está asociada a la reducción de la deforestación. Esa reducción traerá tanto beneficios para la prevención del cambio climático (mitigación) como para la adaptación, reduciendo la vulnerabilidad de los bosques al cambio del clima.

Por lo tanto, las políticas forestales tienen un potencial importante de mitigación del cambio climático, incluyendo la reforestación y forestación, las actividades de manejo forestal, la reducción de la tasa de deforestación y el uso de productos y residuos forestales en la producción de bioenergía para la sustitución de combustibles fósiles, entre otros. Existe hoy, en el ámbito de la Convención, un esfuerzo para reducir las emisiones por deforestación y degradación en países en desarrollo, acción que, aunque pueda ser entendida como un esfuerzo de mitigación, tiene también componentes de adaptación, por preservar la riqueza de las especies y la continuidad de los ecosistemas forestales, y de resiliencia.

La adaptación de las especies al cambio climático puede darse por medio de la evolución o migración a lugares más apropiados, siendo esta última, muy probablemente, la respuesta más común en el pasado (KRUG, 2008). Entre las prácticas de uso de la tierra y de manejo probables para mantener la biodiversidad y las funciones ecológicas de los bosques, se incluyen, entre otras, la protección de los bosques primarios, la contención de la fragmentación y la representación de los tipos forestales a lo largo de escalas ambientales en reservas, la práctica de la explotación forestal de baja intensidad, el mantenimiento de un banco genético diverso y la identificación y protección de grupos funcionales y especies relevantes.

## 2.7 Agropecuaria

### 2.7.1 Infraestructura de Investigación sobre las Interacciones entre el Cambio Climático y la Agricultura

La agricultura es una actividad ampliamente dependiente de factores climáticos, cuyas alteraciones pueden afectar la productividad y el manejo de los cultivos, con consecuencias sociales, económicas y políticas (LIMA & ALVES, 2008).

El IPCC destaca la elevada probabilidad de que haya una degradación de los recursos naturales, como el suelo y el agua,

debido a los cambios en la temperatura y en la precipitación, con consecuencias negativas para la agricultura (IPCC, 2007b). El IPCC proyecta también una disminución en la productividad de muchos cultivos, aun cuando son considerados los efectos directos del aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> y de la adopción de medidas de adaptación en áreas productoras. El cambio climático incluso puede llevar a pérdidas de materia orgánica del suelo, alterando el balance de la entrada y salida de nutrientes, pudiendo influenciar la productividad de los sistemas agrícolas.

Por lo tanto, los efectos del cambio climático global sobre la agricultura pueden transformarse, principalmente, en una caída de la productividad y una disminución de áreas adecuadas para la actividad agropecuaria. La vulnerabilidad de los establecimientos agrícolas es bastante variable, significando que su capacidad de adopción de acciones de adaptación al cambio climático varía no solo debido a los diferentes escenarios climáticos, región y tipo de cultivo, sino que varía también de acuerdo a su condición socioeconómica y de acceso a los beneficios de políticas públicas que enfoquen la reducción de su vulnerabilidad. Debido al efecto acumulativo de los forzantes espaciales y socioeconómicos, los impactos del cambio del clima sobre la agricultura deberán ser evaluados tanto en el ámbito nacional como en el internacional. Algunos análisis de la vulnerabilidad de la agricultura son presentados abajo. Debe destacarse, sin embargo, que no fueron considerados los efectos de plagas, enfermedades y de eventos climáticos extremos, que podrían modificar drásticamente las previsiones de productividad para el cultivo. Y, además, hay incertidumbres en relación al efecto de fertilización de CO<sub>2</sub> sobre la productividad de la agricultura.

Debido a la necesidad de una toma de decisión y de la formulación de políticas públicas frente al cambio del clima proyectado, el análisis de vulnerabilidad de los sistemas de producción es de fundamental importancia para que las estrategias de adaptación sean planificadas y adoptadas, debiendo realizar ese análisis con el mejor conjunto de datos disponibles, y no esperando el dato perfecto que imposibilite cualquier toma de decisión. En ese contexto, la continua evolución en la calidad y en la definición de las incertezas de las proyecciones climáticas de los modelos regionales de circulación atmosférica, está siendo reflejada en la mejoría de los análisis de vulnerabilidad de los cultivos agrícolas, dando una mayor seguridad en la definición de políticas públicas.

Una de las medidas de adaptación es el uso del zoneamiento agroclimático como herramienta para identificar las mejores áreas para cada tipo de cultivo, permitiendo una mayor productividad, práctica que ha sido implementada en Brasil

desde mediados de la década de 1990, por medio del programa de Zoneamiento de Riesgo Climático de los principales cultivos agrícolas brasileños, llevado a cabo por el Gobierno Federal<sup>263</sup>, tornándose, de hecho, un inductor de tecnología y reduciendo el riesgo de producción de esos cultivos. Los mismos modelos utilizados en el Zoneamiento de Riesgo Climático han sido utilizados para analizar la vulnerabilidad futura de la agricultura, por medio de la incorporación de datos de entrada de modelos regionales utilizando los escenarios definidos por el IPCC (NAKICENOVIC *et al.*, 2000).

263 Vide <<http://www.agritempo.gov.br>>.

El estudio “El Calentamiento Global y la Nueva Geografía de la Producción Agrícola en Brasil” (ASSAD & PINTO, 2008) presenta un análisis de la vulnerabilidad de nueve cultivos agrícolas al impacto del cambio climático en Brasil. Para ese análisis, las proyecciones regionalizadas de los escenarios B2 y A2 del IPCC, realizadas por el INPE (MARENGO *et al.*, 2007), fueron utilizadas como conjunto de entrada para los modelos del Zoneamiento de Riesgo Climático de los cultivos agrícolas analizados. Los resultados de ese trabajo, presentados en el Cuadro 2.2, muestran una gran variación del área potencial de bajo riesgo para el desarrollo de cada cultivo.

**Cuadro 2.2 Variación porcentual del área potencial de bajo riesgo para nueve culturas agrícolas brasileñas, para los escenarios B2 y A2**

Cultivo	Producción actual	Valor de la producción	Área actual	Escenario B2 - % de variación en relación al área o producción actual			Escenario A2 - % de variación en relación al área o producción actual		
				2020	2050	2070	2020	2050	2070
	(toneladas)	R\$ 1,000	(km <sup>2</sup> )						
Algodón	2,898,721	2,831,274	4,029,507	-11.04	-14.17	-15.71	-11.07	-14.40	-16.12
Arroz	11,526,685	4,305,559	4,168,806	-08.56	-12.53	-14.31	-09.70	-12.32	-14.19
Café	2,573,368	9,310,493	395,976	-06.75	-18.32	-27.61	-9.48	-17.15	-33.01
Caña	457,245,516	16,969,188	619,422	170.93	146.77	143.42	159.76	138.58	118.18
Frijoles	3,457,744	3,557,632	4,137,837	-04.35	-10.01	-12.75	-4.36	-10.21	-13.3
Girasol	-----	-----	4,440,650	-14.10	-16.63	-18.25	-14.16	-16.47	-18.17
Mandioca	26,639,013	4,373,156	5,169,601	-02.51	07.29	16.61	-03.15	13.48	21.26
Maíz	42,661,677	9,955,266	4,381,791	-12.17	-15.13	-16.98	-11.98	-15.18	-17.28
Soja	52,454,640	18,470,711	2,790,265	-21.62	-29.66	-34.86	-23.59	-34.15	-41.39

Fuente: Adaptado de ASSAD & PINTO, 2008

El análisis la tabla 2.2 muestra la reducción de las áreas de bajo riesgo para el cultivo en la mayoría de los casos. A excepción de la caña de azúcar, hay reducciones significativas para el cultivo del algodón, el girasol, el café, el arroz, los frijoles o porotos, y principalmente, el maíz y la soja. La mandioca, aunque presente un aumento de área en las demás regiones de Brasil, sufre una reducción de área en la región Noreste, donde justamente se constituye como base de la alimentación de la población.

Frente a esos escenarios futuros del agro, cabe analizar qué medidas de adaptación a los impactos del cambio climático pueden ser tomadas para reducir la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas. El mejoramiento genético vegetal es una pieza clave en la adaptación de los cultivos a las condiciones de estrés. Sin embargo, el manejo de los sistemas de producción, tales como la irrigación, el arborizado para la producción de granos y pastajes, la siembra directa y el incentivo de sistemas de producción mixta, así como incentivos para el mantenimiento y ampliación de áreas forestadas, pasillos forestales y sistemas integrados de cultivo-

bosque, pueden contribuir de manera más inmediata para aliviar el problema.

Para el desarrollo de los cultivos, el factor esencial que más será afectado a partir de la concretización de cualquier proyección de escenario climático futuro, es la disponibilidad hídrica. Así, siempre que sea posible almacenar agua de manera eficiente para su uso en la irrigación, esa actividad puede ser vista también como una de las formas más evidentes de adaptación de los sistemas de manejo de los cultivos frente al cambio climático.

Sobre la agricultura, en el estudio “Economía del Cambio Climático en Brasil: costos y oportunidades” se muestra un análisis de inversiones en esas dos alternativas de adaptación del sistema productivo, mejoramiento genético e irrigación, buscando apoyar la toma de decisión y la definición de políticas públicas que traten sobre las acciones de adaptación a los impactos del cambio climático en la agricultura brasileña. Como forma de realizar un análisis de costo/beneficio simplificado, se consideró que, individualmente,

las acciones de mejoramiento genético, o las acciones de irrigación, son suficientes para evitar la pérdida económica vinculada a la reducción del área potencial de bajo riesgo para los cultivos, presentada en el Cuadro 2.2. De esa forma, en los cuadros 2.3, 2.4, 2.5 y 2.6 y las Figuras 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4, adaptadas a partir de aquel estudio, se presenta una comparación entre los costos de adaptación y las pérdidas que se obtendrían por la reducción del área adecuada al cul-

tivo en los escenarios analizados, en caso de que se mantuviesen los plantíos de los cultivos actualmente existentes, o en el caso de la irrigación, los manejos del agua adoptados hoy. En la columna "Costo/Pérdida" (Cuadros 2.3, 2.4, 2.5 y 2.6), se ofrece, una noción sobre la ventaja o no de invertir en la adaptación, siendo que, cuanto mayor sea el valor invertido, menos ventajosa sería la inversión.

**Cuadro 2.3 Costos anuales estimados para la adaptación genética de todos los cultivos registrados en el MAPA para los escenarios de 2020, 2050 y 2070, PRECIS RCM, escenario A2**

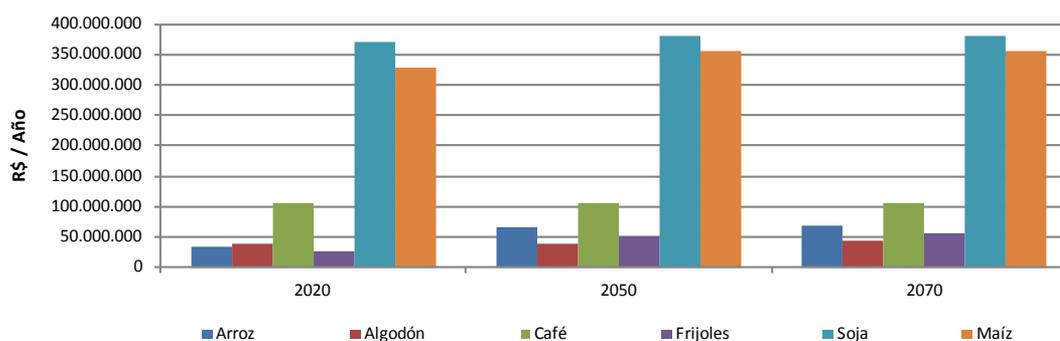
Cultivos	PRECIS RCM A2 - 2020			PRECIS RCM A2 - 2050			PRECIS RCM A2 - 2070		
	Costo/Año* (R\$1.000,00)	Pérdida/Año** (R\$ 1.000,00)	Costo/ Pérdida	Costo/Año* (R\$1.000,00)	Pérdida/Año** (R\$1.000,00)	Costo/ Pérdida	Costo/ Año* (R\$ 1.000,00)	Pérdida/Año** (R\$1.000,00)	Costo/ Pérdida
Arroz	34.000	417.639	8%	65.000	530.444	12%	68.000	610.958	11%
Algodón	38.000	313.422	12%	38.000	407.703	9%	44.000	456.401	10%
Café	104.000	882.463	12%	104.000	1.596.749	7%	104.000	3.073.393	3%
Frijoles	27.000	155.112	17%	51.000	363.234	14%	55.000	473.165	12%
Soja	369.000	4.357.240	8%	378.000	6.307.747	6%	378.000	7.645.027	5%
Maíz	328.000	1.192.640	28%	354.000	1.511.209	23%	354.000	1.720.269	21%

\*Costo estimado por año de mejoramiento del cultivo.

\*\*Pérdidas estimadas a partir del valor de la producción y de las variaciones presentadas en el Cuadro 2.2.

Fuente: Embrapa, 2010.

**Figura 2.1 Costos anuales estimados para la adaptación genética de todos los cultivos registrados en el MAPA\* para los escenarios de 2020, 2050 y 2070, PRECIS, escenario A2**



Fuente: Embrapa, 2010.

**Cuadro 2.4 Costos anuales estimados para la adaptación genética de todos los cultivos registrados en el MAPA para los escenarios de 2020, 2050 y 2070, PRECIS, escenario B2.**

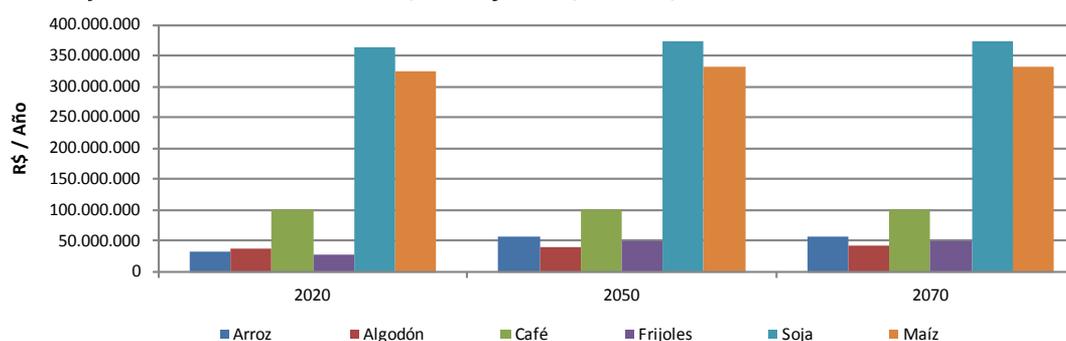
Cultivos	PRECIS RCM B2 - 2020			PRECIS RCM B2 - 2050			PRECIS RCM B2 - 2070		
	Costo/Año* (R\$1.000,00)	Pérdida/Año** (R\$ 1.000,00)	Costo/ Pérdida	Costo/Año* (R\$1.000,00)	Pérdida/Año** (R\$1.000,00)	Costo/ Pérdida	Costo/ Año* (R\$ 1.000,00)	Pérdida/Año** (R\$1.000,00)	Costo/ Pérdida
Arroz	34.000	368.555	9%	58.000	539.486	11%	58.000	616.125	9%
Algodón	38.000	312.572	12%	40.000	401.191	10%	43.000	444.793	10%
Café	104.000	628.458	17%	104.000	1.705.682	6%	104.000	2.570.627	4%
Frijoles	28.000	154.756	18%	51.000	356.118	14%	51.000	453.598	11%
Soja	369.000	3.993.367	9%	378.000	5.478.412	7%	378.000	6.438.889	6%
Maíz	327.000	1.211.555	27%	337.000	1.506.231	22%	337.000	1.690.404	20%

\*Costo estimado por año de mejoría de la cultura.

\*\*Pérdidas estimadas a partir del valor de la producción e de las variaciones presentadas en el Cuadro 2.2.

Fuente: Embrapa, 2010.

**Figura 2.2 Costos anuales estimados para la adaptación genética de todos los cultivos registrados en el MAPA\* para los escenarios de 2020, 2050 y 2070, PRECIS, escenario B2**



Fuente: Embrapa, 2010.

**Cuadro 2.5 Costos anuales estimados para la irrigación de los cultivos de arroz, frijoles y maíz en los municipios excluidos de las regiones aptas en los escenarios de 2020, 2050 y 2070, PRECIS, escenario A2.**

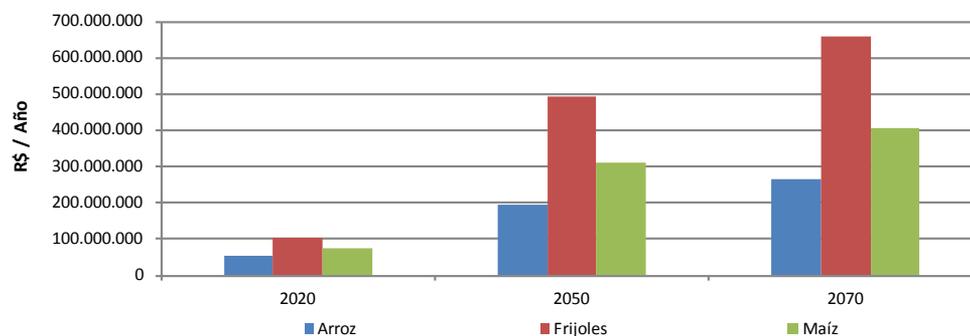
Cultivos	PRECIS RCM A2 - 2020			PRECIS RCM A2 - 2050			PRECIS RCM A2 - 2070		
	Costo/Año* (R\$1.000,00)	Pérdida/Año** (R\$ 1.000,00)	Costo/ Pérdida	Costo/Año* (R\$1.000,00)	Pérdida/Año** (R\$1.000,00)	Costo/ Pérdida	Costo/Año* (R\$ 1.000,00)	Pérdida/Año** (R\$1.000,00)	Costo/ Pérdida
Arroz	56.336	417.639	13%	197.480	530.444	37%	264.173	610.958	43%
Frijoles	102.358	155.112	66%	493.802	363.234	136%	660.725	473.165	140%
Maíz	72.175	1.192.640	6%	309.338	1.511.209	20%	409.001	1.720.269	24%

\*Costo estimado por año de irrigación del cultivo.

\*\*Pérdidas estimadas a partir del valor de la producción y de las variaciones presentadas en el Cuadro 2.2.

Fuente: Embrapa, 2010.

**Figura 2.3 Costos anuales estimados para la irrigación de los cultivos de arroz, frijoles y maíz en los municipios excluidos de las regiones aptas en los escenarios de 2020, 2050 y 2070, PRECIS, escenario A2**



Fuente: Embrapa, 2010.

**Cuadro 2.6 Costos anuales estimados para la irrigación de los cultivos de arroz, frijoles y maíz en los municipios excluidos de las regiones aptas en los escenarios de 2020, 2050 y 2070, PRECIS, escenario B2**

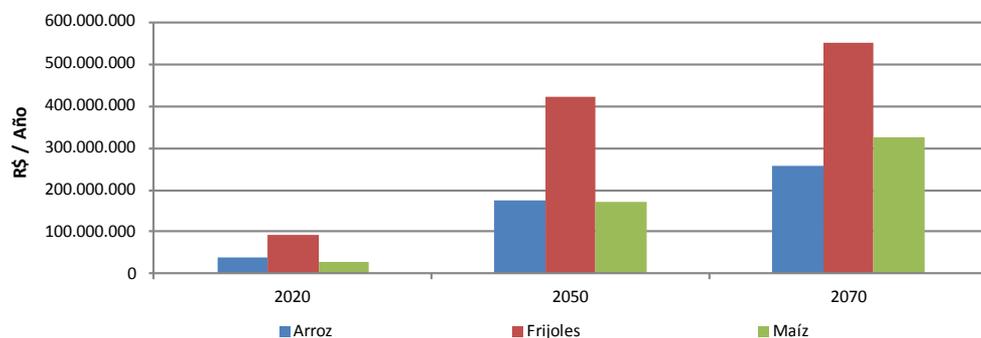
Cultivos	PRECIS RCM B2 - 2020			PRECIS RCM B2 - 2050			PRECIS RCM B2 - 2070		
	Costo/Año* (R\$1.000,00)	Pérdida/Año** (R\$ 1.000,00)	Costo/ Pérdida	Costo/Año* (R\$1.000,00)	Pérdida/Año** (R\$1.000,00)	Costo/ Pérdida	Costo/Año* (R\$ 1.000,00)	Pérdida/Año** (R\$1.000,00)	Costo/ Pérdida
Arroz	40.813	368.555	11%	172.870	539.486	32%	255.380	616.125	41%
Frijoles	92.152	154.756	60%	418.333	356.118	117%	544.242	435.598	120%
Maíz	27.965	1.211.555	2%	170.315	1.506.231	11%	322.271	1.690.404	19%

\*Costo estimado por año de irrigación del cultivo.

\*\*Pérdidas estimadas a partir del valor de la producción y de las variaciones presentadas en el Cuadro 2.2.

Fuente: Embrapa, 2010.

**Figura 2.4 Costos anuales estimados para la irrigación de los cultivos de arroz, frijoles y maíz en los municipios excluidos de las regiones aptas en los escenarios de 2020, 2050 y 2070, PRECIS, escenario B2**



Fuente: Embrapa, 2010.

Analizando los Cuadros 2.3 y 2.4 y las Figuras 2.1 y 2.2, que presentan los costos de adaptación genética, se percibe la necesidad de aportes significativos de recursos, principalmente en el escenario A2 del 2020, para todos los cultivos, siendo esos valores dependientes del número de cultivos.

Para todos los cultivos es pequeña o nula la diferencia de inversiones necesarias entre los escenarios A2 o B2, y de acuerdo a esos análisis, una inversión en adaptación genética que atendiese las demandas de los municipios que serán afectados en el 2020, se produciría de un 85 a un 90% de los cultivos necesarios para los municipios que todavía pudiesen ser afectados en los otros escenarios futuros. Esa afirmación no es válida para el arroz y los frijoles, ya que demandarían nuevas tierras hasta el 2050. El estudio concluye que:

- hay poco tiempo para decidir en relación a las inversiones en adaptación genética de la mayoría de los cultivos, ya que la gran necesidad de tierras aptas se dará en un futuro muy próximo.
- por otro lado, existe la posibilidad de una adaptación a los escenarios más distantes en el tiempo.
- en el caso del arroz y de los frijoles, una parte de las inversiones estimadas puede ser postergada, aunque no más allá de 15 o 20 años.

Los costos de la irrigación por área, de acuerdo a los Cuadros 2.1 y 2.2 y a las Figuras 2.3 y 2.4, varían de un cultivo a otro. Además, aunque la pérdida anual de producción también sea dependiente del área, la misma incorpora las diferencias de producción por área y las diferencias de los precios de cada cultura. Eso lleva a una variación muy grande de la relación entre el costo anual de la adaptación por la irrigación y la pérdida anual de producción. Así, en base a esa relación, son presentadas las siguientes conclusiones:

- la irrigación aparece como una forma ventajosa de adaptación en el caso del maíz, que mantiene valores menores o próximos a los de la adaptación genética, aproximadamente de un 20%.
- en el caso del arroz, aunque sea ventajoso invertir en la irrigación, ya que el costo máximo es de un 43% de la producción que se perdería, hay una desventaja en relación a la adaptación genética de los cultivos actualmente existentes.
- la inversión es desventajosa en el caso de los frijoles, ya que el costo anual de la irrigación es mayor que la pérdida anual de producción, restando la adaptación genética como única alternativa.

En términos de acciones inmediatas, lo que viene siendo hecho son estudios de adaptación genética de plantas, principalmente de la soja, el café y los frijoles, debiendo destacar que para los últimos ya están siendo comercializados cultivos que tienen una mayor tolerancia a las altas temperaturas. Las instituciones de investigación agrícola, entre ellas la Embrapa, el Instituto Agronómico de Paraná - IAPAR y la Empresa de Investigación Agropecuaria y Extensión Rural de Santa Catarina - EPAGRI, priorizaron investigaciones en el área de adaptación de plantas por medio del mejoramiento genético, buscando así reducir los posibles impactos en la producción agrícola, debido al aumento de la temperatura y de la deficiencia hídrica.

Otro posible impacto es la intensificación de los brotes de plagas y enfermedades debido a las alteraciones graduales del clima (por medio de la alteración de vectores invertebrados o aumentando el estrés de la temperatura y el agua en las plantas) y de una mayor frecuencia de eventos de clima poco comunes (la tendencia al tiempo seco favorece a los insectos, vectores y virosis, mientras que el tiempo húmedo favorece patógenos fúngicos y bacterianos) (ANDERSON *et al.*, 2004).

Simultáneamente a los estudios de vulnerabilidad de los cultivos agrícolas que derivan de las alteraciones provocadas por el calentamiento global, en el proyecto "Impactos de los Cambios Climáticos Globales sobre Problemas Fitosanitarios - CLIMAPEST"<sup>264</sup>, están siendo estudiados los efectos del cambio climático sobre las plagas, enfermedades y plantas dañinas que afectan la agricultura brasileña. En este caso específico, son analizados los efectos del clima futuro - en la mayoría de los casos, negativos para la agricultura - del aumento de la temperatura, de la concentración de CO<sub>2</sub> y rayos ultravioletas, no sobre los cultivos agrícolas, sino sobre sus agentes patógenos o especies competidoras, o sea, sobre los problemas fitosanitarios de diversas culturas.

Hay también incertidumbre sobre los efectos del cambio global del clima sobre los sistemas de producción animal. Se prevé que la producción animal en América Latina, predominantemente caracterizada por el sistema de pastaje, sea negativamente afectada por la mayor variabilidad de las precipitaciones. El patrón estacional de disponibilidad de agua, sumado a la baja disponibilidad de nutrientes de los suelos, se constituye como factor limitante en las áreas de pastaje de buena parte de la región, y el ya bajo valor nutricional de los pastajes tropicales puede disminuir aún más como consecuencia del aumento de la relación carbono/nitrógeno) (ZHAO *et al.*, 2005).

En relación al efecto directo sobre los animales, la temperatura es el factor más importante. El estrés al calor influye negativamente en la producción de leche y en la repro-

264 Vide: <<http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/climapest>>.

ducción de vacas lecheras, así como en la fertilidad de los porcinos (BERMAN, 1991; HAHN & MADER, 1997; HAHN, 1999, *apud* ZHAO *et al.*, 2005). La variación en el régimen de lluvias también puede afectar a los animales debido al vaciamiento de los embalses y reservorios y a la imposibilidad de provisión de agua para consumo animal.

Brasil, como mayor exportador de carne del mundo, posee un rebaño bovino predominantemente de la raza cebú, lo que es un aspecto favorable en relación a la tolerancia térmica frente a un escenario futuro de temperaturas más elevadas. El ganado cebú o indio (*Bos indicus*) presenta ventajas sobre el ganado europeo (*Bos taurus*) en relación a la temperatura, ya que los primeros animales tienen una mayor capacidad de regular la temperatura del cuerpo en condiciones de estrés térmico, y las altas temperaturas tienen un menor efecto sobre las células de su cuerpo en comparación al ganado europeo. Además, los pelos del ganado cebú tienen propiedades que aumentan la pérdida de calor y reducen la absorción de la radiación solar (HANSEN, 2004).

En relación a la cría de pollos, actividad que coloca a Brasil en el segundo lugar mundial en producción, la misma también podrá ser afectada por el cambio climático. Los animales adultos tienen un desarrollo óptimo en temperaturas entre los 18 °C y 20 °C, y son sensibles a altas temperaturas, con una elevada mortalidad cuando la temperatura ambiente excede los 38 °C. El estrés por calor es responsable por grandes pérdidas en el rendimiento de pollos, habiendo una disminución del peso corporal y un aumento de la mortalidad (FABRÍCIO, 1994).

Brasil es un importante exportador de productos agrícolas y forestales. La agricultura tiende a ser más vulnerable a los extremos hidrológicos y de temperatura, principalmente aquellos fenómenos que tienen una corta duración, tales como las heladas severas, las lluvias de granizo, temperaturas muy elevadas y la sequía persistente. Un ejemplo en Brasil de los impactos relacionados a los eventos de inundaciones y de sequías prolongadas se dio en el estado de Rio Grande do Sul, en años recientes. Esos eventos estaban relacionados, respectivamente, a los fenómenos de El Niño (calentamiento de las aguas del Océano Pacífico) y de La Niña (enfriamiento de las aguas del Pacífico) teniendo como resultado pérdidas en la zafra. Según las estadísticas disponibles para las últimas dos décadas, de cada diez zafras, cuatro fueron afectadas por sequías. La precipitación pluvial ocurrida en los tres meses del verano 2004-2005 fue inferior a 200 mm en gran parte de Rio Grande del Sul, la menor de los últimos 53 años (BERLATO & CORDEIRO, 2005). Según los autores, la fuerte sequía ocasionó un quiebre en la zafra de granos, que a nivel nacional fue de aproximadamente 20 millones de toneladas.

Sin embargo, aún no se tiene una dimensión adecuada de las consecuencias del cambio climático en la frecuencia de eventos extremos, siendo preciso incrementar los esfuerzos para la evaluación de sus efectos sobre la agricultura y sus impactos económicos. Además de esos impactos directos del cambio climático, deben considerarse también los impactos indirectos, como en el caso de la disponibilidad de alimentos y el precio de los granos, que podrán afectar la seguridad alimentaria del país.

## 2.8 Prevención de Desastres

Los desastres naturales causan una elevada cantidad de pérdidas de vidas humanas y de propiedades en todo el mundo. Según es destacado en el documento de la primera sesión de la Plataforma Global para la Reducción de Riesgos de Desastres, realizada en 2007, en Ginebra, Suiza, 134 millones de personas fueron afectadas por desastres naturales en 2006, que costaron más de US\$ 35 mil millones en daños, incluyendo sequías devastadoras en China y África e inundaciones extensas en Asia y África. El mismo documento destacó que, para cada dólar invertido en la reducción de riesgos de desastres, hubo una economía de 4 dólares en el costo futuro de reconstrucción y rehabilitación. En los años 1990 las pérdidas económicas causadas por desastres naturales fueron superiores a los US\$ 608 mil millones, valor superior al número calculado a lo largo de las cuatro décadas anteriores juntas (DIFD, 2006).

La vulnerabilidad de la población de los países en desarrollo en relación a los desastres naturales es elevada, y las razones inherentes a esa situación son complejas y están vinculadas a los diferentes niveles de desarrollo socioeconómico de los países. La vulnerabilidad también está asociada al cambio del uso de la tierra y a la desigualdad en la distribución de ingresos, que relegan a las franjas poblacionales de bajos ingresos a ocupar lugares de elevado riesgo para vivir.

Brasil es un país de vasta extensión territorial y relativamente populoso; por eso, está sujeto a una variedad de eventos naturales (tempestades severas, aluviones, inundaciones, desmoronamientos de laderas, sequías y estiajes, incendios forestales, vendavales, lluvia de granizo, resacas del mar etc.) que pueden causar desastres naturales. La mayoría de los desastres ambientales en el país está relacionada al clima, a su variabilidad y a sus extremos. Frecuentemente, por falta de previsiones anticipadas, las acciones de las autoridades gubernamentales y de la sociedad civil organizada son verificadas apenas después del hecho, del evento deflagrador del desastre natural, esto es, buscando remediar los daños ya causados por no poder haberlos prevenido y mitigarlos de forma adecuada.

Desde su creación, a finales de 1994, el CPTEC-INPE, disemina avisos y alertas meteorológicos para todo el país cuando hay previsión de algún fenómeno meteorológico extremo, con potencial de afectar adversamente a la sociedad, el ambiente y la economía. El CPTEC-INPE desarrolló, como parte de su rutina operacional en situaciones de previsión de algún fenómeno meteorológico extremo relativo a lluvias intensas o prolongadas, un sistema de informaciones de apoyo a la Defensa Civil. Buenas previsiones de tiempo y de fenómenos meteorológicos extremos pueden posibilitar acciones eficaces de prevención y mitigación de los efectos adversos de estos extremos, resultando en la disminución de pérdidas de vidas humanas y materiales, así como en el ámbito de la protección ambiental.

El INPE, además, viene desarrollando hace varias décadas tecnologías modernas de monitoreo ambiental a partir de plataformas espaciales, las cuales permiten, por ejemplo, elaborar el levantamiento de cambios de los usos de la tierra y cobertura de vegetación - este último factor es usualmente potenciador de la severidad de los desastres naturales -, y desarrollar igualmente una capacidad de análisis optimizada de esas informaciones, por medio de técnicas de geoprosesamiento del banco de datos ambientales. Recientemente, el INPE creó el Centro de Ciencia del Sistema Terrestre<sup>265</sup>, que

265 Ver Parte IV sección 4.7, sobre Centro de Ciencia del Sistema Terrestre - CCST/INPE.

coordina e integra todos los esfuerzos científicos y tecnológicos del INPE sobre desastres naturales y trata sobre cuestiones interdisciplinarias de las complejas interacciones entre sistemas sociales y sistemas naturales.

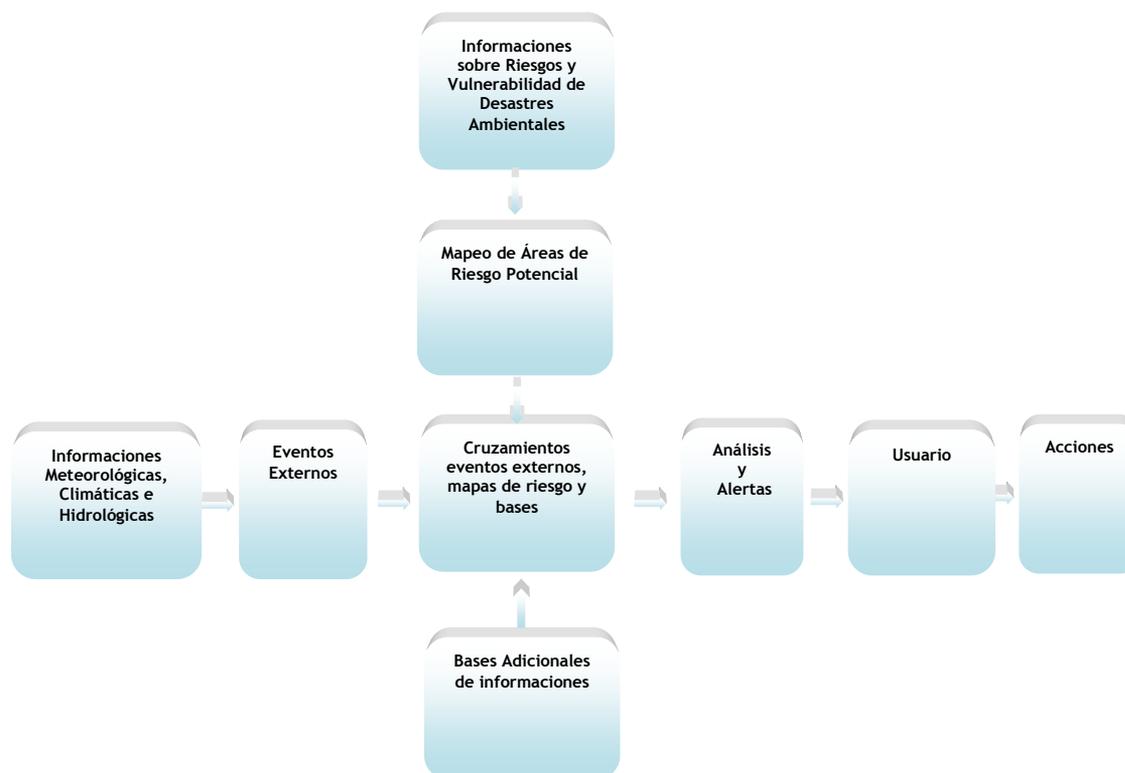
A partir del 2002, el INPE, dentro de la política general del gobierno brasileño de incentivar la producción de *software* libre, inició el desarrollo de la biblioteca *TerraLib*<sup>266</sup>. La *TerraLib* permite la generación de aplicativos de geoprosesamiento que integran datos espaciales (imágenes y mapas) en sistemas gerencadores de bancos de datos - SGBD y puede ser utilizada para diferentes aplicaciones. Un aplicativo recién creado utilizando la biblioteca *TerraLib*, fue el Sistema de Monitoreo y Alerta de Desastres Naturales - Sismaden<sup>267</sup>.

La propuesta del programa Sismaden es ir más allá del alerta meteorológico en operación en el CPTEC, permitiendo que cualquier usuario de este programa tenga a mano los mismos datos meteorológicos del CPTEC y/u otros institutos de meteorología, permitiendo cruzar y analizar en tiempo real tales datos con la vulnerabilidad de la región donde el sistema está siendo utilizado (Figura 2.5).

266 Vide <<http://www.terralib.org>>

267 Vide <<http://www.dpi.inpe.br/sismaden>>.

**Figura 2.5 Esquema general del sistema de monitoreo y alerta de desastres naturales - SISMADEN.**



Fuente: INPE/SISMADEN, 2010.

Además, cabe destacar que el trabajo preventivo de la Defensa Civil brasileña es de suma importancia para la reducción del número de muertes en caso de desastres. Un ejemplo son los resultados obtenidos con la aplicación del Plan Preventivo de Defensa Civil - PPDC, el cual ha sido operado desde 1988. Se cree que la utilización del PPDC ofreció a la mayoría de las ciudades involucradas una buena organización de sus sistemas de defensa civil, paralelamente a la preocupación con medidas más definitivas de ataque al problema de riesgo, tales como obras, fiscalización de áreas y planificación de la ocupación, entre otros.

Los sistemas de alerta son medidas no estructurales eficientes para reducir pérdidas sociales, principalmente cuando los recursos para reducir los riesgos por medio de medidas estruc-

turales son limitados. En las ciudades en que hubo un efectivo trabajo de prevención, no hubo registro de muertes (MACEDO, *et al.*, 1.999). Contrariamente, en todos los municipios donde el trabajo preventivo no fue implantado, el resultado muerte se verificó. Del 2007 a agosto de 2010, fueron notificados 3.510 desastres a la Secretaría Nacional de Defensa Civil del Ministerio de Integración<sup>268</sup>. En el 2010, 4.299 municipios brasileños contaban con Coordinadores Municipales de Defensa Civil<sup>269</sup>.

---

268 Vide <<http://www.defesacivil.gov.br/desastres/desastres/2009/index.asp>>.

269 Vide <[http://www.defesacivil.gov.br/download/download.asp?endereco=/publicacoes/publicacoes/idc\\_03.pdf&nome\\_arquivo=idc\\_03.pdf](http://www.defesacivil.gov.br/download/download.asp?endereco=/publicacoes/publicacoes/idc_03.pdf&nome_arquivo=idc_03.pdf)>.

## Referencias Bibliográficas

- AGUIAR, D. A. *et al.*, 2010. *Relatório técnico: Monitoramento do modo de colheita da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo - ano safra 2009/2010*. São José dos Campos: INPE, 154 p.
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2006. *Atlas Nordeste: abastecimento urbano de água: alternativa de oferta de água para as sedes municipais da Região Nordeste do Brasil e do norte de Minas Gerais*. Brasília.
- ANDERSON, P. K. *et al.*, 2004. Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agro technology drivers. *Trends in Ecology and Evolution*. 19(10): 535-544.
- ANFAVEA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, 2000. *Anuário da Indústria Automobilística Brasileira, 2000*. São Paulo. 163 p.
- \_\_\_\_\_, 2009. *Anuário da Indústria Automobilística Brasileira, 2009*. São Paulo. 175 p.
- ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>>. Acesso em 31 de agosto, 2010.
- \_\_\_\_\_. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas\\_par2\\_cap4.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas_par2_cap4.pdf)>. Acesso em 31 de agosto, 2010.
- \_\_\_\_\_. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas\\_par2\\_cap5.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas_par2_cap5.pdf)>. Acesso em 31 de agosto, 2010.
- ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2008. *Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis*. Rio de Janeiro. 212p.
- ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2009. *Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis*. Rio de Janeiro. 225p.
- \_\_\_\_\_, 2010a. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=17680&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1281537505937>>. Acesso em 5 de agosto, 2010.
- \_\_\_\_\_, 2010b. *Reservas nacionais de petróleo e gás natural*. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=4222>>. Acesso em 31 de agosto, 2010.
- \_\_\_\_\_, 2010c. *Produção nacional de gás natural*. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=31906&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1280592869921>>. Acesso em 31 de agosto, 2010.
- ANTP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS, 2008. *Relatório Geral de Mobilidade Urbana - 2008*. Disponível em: <<http://portal1.antp.net/site/simob/Lists/rltgrl08/rltgrl08menu.aspx>>. Acesso em 21 de junho, 2010.
- \_\_\_\_\_, 2010. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/passageiro>>. Acesso em 20 de junho, 2010.
- ASSAD E.; PINTO H. S., 2008. *Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil*. São Paulo: EMBRAPA-CEPAGRI/UNICAMP. 82p.
- BAETTIG, M. *et al.*, 2007. A climate change index: where climate change may be most prominent in the 21<sup>st</sup> Century. *Geophysical Research Letters*, v. 34.
- BANCO MUNDIAL, 2005. *Drought in the Amazon: scientific and social aspects - report of a World Bank Seminar*. Brasília.
- BERLATO, M. A. & CORDEIRO, A. P. A., 2005. Variabilidade climática e agricultura do Rio Grande do Sul, p.43-59. *In: FEDERAÇÃO DOS CLUBES DE INTEGRAÇÃO E TROCA DE EXPERIÊNCIA-FEDERACITEA, 2005. As estiagens e as perdas na agricultura: fenômeno natural ou imprevidência?* Porto Alegre: Gráfica Porto Alegre.
- BIODIESEL - Portal do Biodiesel. *Anuário da Indústria de Biodiesel no Brasil 2004-2009*. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/social/aspectos-sociais.htm>>. Acesso em 5 de agosto, 2010.
- BRASIL - Empresa de Pesquisa Energética, 1990. *Balanço energético nacional 1990: ano base 1989*. Rio de Janeiro: EPE.

- \_\_\_\_\_, 2001. *Balanço energético nacional 2001: ano base 2000*. Rio de Janeiro: EPE.
- \_\_\_\_\_, 2005. *Balanço energético nacional 2005: ano base 2001*. Rio de Janeiro: EPE.
- \_\_\_\_\_, 2007. *Balanço energético nacional 2007: ano base 2006*. Rio de Janeiro: EPE. 192p.
- \_\_\_\_\_, 2008a. *Balanço energético nacional 2008: ano base 2007*. Rio de Janeiro: EPE. 244p.
- \_\_\_\_\_, 2009b. *Balanço energético nacional 2009: ano base 2008*. Rio de Janeiro: EPE. 276 p.
- \_\_\_\_\_, 2010. *Balanço energético nacional 2010: ano base 2009. Dados Preliminares*. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENResultadosPreliminares2010.aspx>>.
- BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Produção e Agroenergia. 2009a. *Anuário estatístico da agroenergia*. Brasília: Mapa. 160p.
- BRASIL - Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério das Relações Exteriores, Ministério do Meio Ambiente, Ministério de Minas e Energia, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2008b. *Contribuição do Brasil para evitar a mudança do clima*. Brasília. 73 p.
- BRASIL - Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética, 1986. *Balanço energético nacional 1986: ano base 1985*. Rio de Janeiro: EPE.
- BRASIL - Presidência da República. Casa Civil, 2004. *Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal - PPCDAM*. Brasília. 156 p.
- CEDEPLAR-UFMG/FIOCRUZ - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS/FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 2008. *Mudanças climáticas, migrações e saúde: cenários para o Nordeste Brasileiro, 2000-2050*. Relatório de Pesquisa (Research Report). Belo Horizonte: CEDEPLAR/FICRUZ.
- CEPAL - COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA, 2009. *La economía del cambio climático en America Latina - Síntesis 2009*. Disponível em: <[http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/01\\_La\\_economia\\_del\\_cambio\\_climatico\\_-\\_Síntesis\\_2009.pdf](http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/01_La_economia_del_cambio_climatico_-_Síntesis_2009.pdf)>. Acesso em 10 de Septiembre, 2010.
- CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em 14 de julio, 2010.
- CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br/>>. Acesso em 14 de julio, 2010.
- CGEE - CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2008. *Mudança do Clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação*. In: CGEE. *Parcerias Estratégicas*, v. 27. Brasília: CGEE. Disponível em: <<http://www.cgee.org.br/parcerias/p27.php>>. Acesso em 8 de septiembre, 2010.
- CGEE - CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2009. *Bioetanol combustível: uma oportunidade para o Brasil*. Brasília: CGEE. 536 p.
- CHOU, S. C. et al., 2010. Downscaling of South America present climate driven by 4-member HadCM3 runs. *Climate Dynamics*. EGU General Assembly 2010, Vienna, Austria, p. 13799.
- CIM - COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA, 2008. *Plano Nacional sobre Mudança do Clima*. Brasília.
- COCHRANE, M. A., 2003. Fire science for rainforests. *Nature Magazine*. 421: 913-919.
- COCHRANE, M. A.; LAURANCE, W. F., 2002. Fire as a large-scale edge effect in Amazonian forests. *Journal of Tropical Ecology*. 18: 311-325.
- COELHO-ZANOTTI, M.S.S., 2007. *Uma análise estatística com vistas à previsibilidade de internação por doenças respiratórias em função das condições meteorológicas na cidade de São Paulo*. Tese de Doutorado. São Paulo: Instituto de Astronomia Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo.
- CONFALONIERI, U. E. C., 2008. Mudança climática global e saúde humana no Brasil. In: CGEE. *Parcerias*

- Estratégicas*. Brasília, 27: 323-350.
- CONFALONIERI, U. E. C.; MARINHO, D. P., 2007. *Mudança climática global e saúde: perspectivas para o Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Instituto Pereira Passos. 19p.
- CONFALONIERI, U. E. C. *et al.*, 2009. Public Health Vulnerability to Climate Change in Brazil. *Climate Research*. 40:175-186.
- COSTA, M. H. *et al.*, 2007. Climate change in Amazonia caused by soybean cropland expansion, as compared to caused by pastureland expansion. *Geophys. Res. Lett.*, v. 34.
- DFID - DEPARTMENT FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (UNITED KINGDOM), 2006. *Reducing the risk of disasters - helping to achieve sustainable poverty reduction in a vulnerable world*. London: DFID. 36p.
- ELETROBRAS - CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, 2007. *Sistema de informação do potencial hidrelétrico brasileiro*. Rio de Janeiro: SIPOT.
- ELETROBRAS - CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. & PROCEL - PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ENERGIA ELÉTRICA, 1998. *Resultados do Procel 1997 Economia de Energia e Redução na Ponta*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 2008. *Avaliação dos resultados do PROCEL 2007*. Rio de Janeiro.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2008. *Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento da Agropecuária*. Brasília: Pronapa.
- \_\_\_\_\_. *Impactos das Mudanças Climáticas Globais sobre Problemas Fitossanitários*. Disponível em: <<http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/climatepest>>. Acesso em 12 de setembro, 2010.
- \_\_\_\_\_. *Simulação de cenários agrícolas futuros a partir de projeções de mudanças climáticas regionalizadas*. Disponível em: <<http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/scaf>>. Acesso em 12 de setembro, 2010.
- EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2010a. *Plano decenal de energia 2010 - 2019*. Rio de Janeiro: EPE. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/PDEE/Forms/EPEEstudo.aspx>>. Acesso em 30 de agosto, 2010.
- \_\_\_\_\_, 2010b. *Plano Nacional de Energia*. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/PNE/Forms/Empreendimento.aspx>>. Acesso em 3 de maio, 2010.
- FABRICIO, J. R., 1994. *Influência do estresse calórico no rendimento da criação de frangos de corte*, p.129-136. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos. Campinas: FACTA, Anais da Conferência.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION, 2005. *Forest resources assessment*. Disponível em: <[www.fao.org/forestry](http://www.fao.org/forestry)>. Acesso em 4 de novembro, 2009.
- FREITAS, M. A. V., 2003. Hidroeletricidade no Brasil: perspectivas de desenvolvimento e sustentabilidade, p. 49-63. In: ANA - Agência Nacional de Águas; MMA - Ministério do Meio; OMM- Organização Meteorológica Mundial; BIRD - Banco Mundial. *O Estado das Águas no Brasil*. Brasília.
- FREITAS, M. A. V.; SOITO, J. L. S., 2008. Energia e recursos hídricos: vulnerabilidade, impactos e possibilidades de adaptação da geração de energia hidrelétrica no Brasil às mudanças climáticas globais. *Parcerias Estratégicas*. Brasília: CGEE, 27: 177-216.
- FUNAI - FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO. *Terras Indígenas*. Disponível em: <<http://www.funai.gov.br/indios/terras/conteudo.htm#atual>>. Acesso em 29 de junho, 2010.
- HACON, S. S., 2000. Exposure to mercury in pregnant women from Alta Floresta - Amazon Basin, Brazil. *Environmental Research*. USA, 84: 204-210.
- HACON, S. S. *et al.*, 1997. Mercury exposure through fish consumption in the urban area of Alta Floresta in the Amazon Basin. *Journal of Geochemical Exploration*. Netherlands, 58: 209-216.

- HANSEN, P. J., 2004. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. *Animal Production Science*, (82-83): 349-360.
- IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, 1998. *Programa de Prevenção e Controle as Queimadas e aos Incêndios Florestais no Arco de Desflorestamento "PROARCO"*. Brasília: IBAMA. 49 p.
- \_\_\_\_\_, 2002. *Geo Brasil 2002. Perspectivas do meio ambiente no Brasil*. Brasília: IBAMA. 54 p.
- \_\_\_\_\_. *Proarco*. Disponível em: <<http://www2.ibama.gov.br/proarco/index0.htm>>. Acesso em 23 de junho, 2010.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2004. *Sala de imprensa: mapa de biomas e de vegetação*. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=169&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169&id_pagina=1)>. Acesso em 2 de junho, 2010.
- ICMBio - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. *Unidades de Conservação*. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/menu/unidades-de-conservacao>>. Acesso em 13 de abril, 2010.
- IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2004. *Biofuels for transport: an international perspective*. Disponível em: <<http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2004/biofuels2004.pdf>>. Acesso em 4 de agosto, 2010.
- INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. *Deter*. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/deter>>. Acesso em 23 de junho, 2010.
- \_\_\_\_\_. *Monitoramento de focos*. Disponível em: <<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/>>. Acesso em 23 de junho, 2010.
- \_\_\_\_\_. *Prodes Taxas Anuais*. Disponível em: <[http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes\\_1988\\_2009.htm](http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2009.htm)>. Acesso em 21 de julho, 2010.
- \_\_\_\_\_. *Prodes*. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes>>. Acesso em 23 junho, 2010.
- \_\_\_\_\_. *Relatório de Clima do INPE*. Disponível em: <<http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/>>. Acesso em 8 de setembro, 2010.
- IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007a. *Climate Change 2007: the physical science basis*. Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Genebra.
- \_\_\_\_\_, 2007b. *Climate Change 2007: climate change impacts, adaptation and vulnerability*. Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Genebra.
- JENKINS, B. 1994. *Atmospheric pollutant emission factor from open burning of sugar cane by wind tunnel simulation*. Final report. Davis, CA: University of California.
- KRUG, T., 2008. Impacto, vulnerabilidade e adaptação das florestas à mudança do clima. *Parcerias Estratégicas*. Brasília: CGEE, 27: 43-72.
- LACERDA, L. D. *et al.*, 2001. Mercury distribution and reactivity in waters of a sub-tropical coastal lagoon, Sepetiba Bay, SE, Brazil. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, SBQ, São Paulo, 12 (1): 93-98.
- LIMA, M. A.; ALVES, B. J. R., 2008. Vulnerabilidades, impactos e adaptação à mudança do clima no setor agropecuário e solos agrícolas. *Parcerias Estratégicas*. Brasília: CGEE, 27: 73-112.
- LOMBARDO, M. A., 1985. *Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo*. São Paulo: HUCITEC.
- MACEDO, E. S. *et al.*, 1999. *Defesa Civil e escorregamentos: o Plano Preventivo do Litoral Paulista*. In: 9º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia. São Pedro: ABGE, Boletim de Resumos. p. 83.
- MACEDO, I. C. & SEABRA, J. E. A.. 2008. Mitigation of GHG emissions using sugarcane bioethanol. In: Zuurbier, P. & VOOREN, J. (eds.). *Sugarcane ethanol: contributions to climate change mitigation and the environment*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Holanda, p. 95-111. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/download.asp?mmdCode=C3A4273A-6039-4A9C-B83E-64201303BCFD>>.

- MACEDO, I. C. *et al.*, 2008. Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugar cane in Brazil: the 2005/2006 averages and a prediction for 2020. *Biomass & Bioenergy*, v. 32, p. 4.
- MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Monitoramento Agrometeorológico da Região Sudeste*. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/>>. Acesso em 12 de septiembre, 2010.
- MARCOVITCH, J. (coord.) *et al.*, 2010. *Economia da mudança do clima no Brasil: custos e oportunidades*. São Paulo: IBEP Gráfica, 82 p. Disponível em: <[http://www.economiadoclima.org.br/files/biblioteca/Economia\\_do\\_clima.pdf](http://www.economiadoclima.org.br/files/biblioteca/Economia_do_clima.pdf)>. Acesso em 12 de septiembre, 2010.
- MARENGO, J. A., 2006. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. *Biodiversidade* 26. Brasília: MMA.
- \_\_\_\_\_, 2008. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. *Parcerias Estratégicas*. Brasília: CGEE, 27: 149-176.
- MARENGO J. A. & SILVA DIAS M., 2007. Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos In: *Águas Doces no Brasil - capitais ecológicos usos múltiplos, exploração racional e conservação*. 3 ed. São Paulo: IEA/USP. p. 63-109.
- MARENGO, J. A. *et al.*, 2007. Cenários de Mudanças Climáticas para o Brasil em 2100. *Ciência e Ambiente*. 34: 100-125.
- MARENGO, J. A. *et al.*, 2008. The drought of Amazonia in 2005. *Journal of Climate*. 21: 495-516.
- MARENGO, J. A. *et al.*, 2010a. Development of regional future climate change scenarios in South America using the Eta CPTEC/HadCM3 climate change projections: Climatology and regional analyses for the Amazon, São Francisco and the Parana River Basins. *Climate Dynamics* (submitted).
- MARENGO, J. A. *et al.*, 2010b. Future change of climate in South America in the late twenty-first century: intercomparison of scenarios from three regional climate models. *Climate Dynamics*, 35 (6): 1089-1113.
- MCT - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2007. *Análise da vulnerabilidade da população brasileira aos impactos sanitários das mudanças climáticas*. Brasília.
- \_\_\_\_\_, 2008. *Plano Plurianual 2008-2011. Orientações Estratégicas do Ministério da Ciência e Tecnologia*. 61 p.
- \_\_\_\_\_, 2009. *Informativo da Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento*. 120p.
- \_\_\_\_\_. *Mecanismo de Desenvolvimento Limpo*. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/4007.html>. Acesso em 2 de septiembre, 2010
- \_\_\_\_\_. *Mudanças Climáticas*. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/77650.html>>. Acesso em 2 de septiembre, 2010
- MEIRA FILHO, L.G. & MACEDO, I. C. 2009. Uso do etanol contribui para reduzir aquecimento global. In: SOUSA, E. L. & MACEDO, I. C. (org.) 2010. *Etanol e bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética*. São Paulo: Única, p. 20-23. Disponível em: <http://www.unica.com.br/download.asp?mmdCode=075B111F-8958-4E7A-9096-75CB07EFFAC6>
- MI/SEDEC - MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO/SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL. *Desastres Notificados à SEDEC/MI*. Disponível em: <<http://www.defesacivil.gov.br/desastres/desastres/2009/index.asp>>. Acesso em 12 de septiembre, 2010.
- \_\_\_\_\_. Disponível em:<[http://www.defesacivil.gov.br/download/download.asp?endereco=/publicacoes/publicacoes/idc\\_03.pdf&nome\\_arquivo=idc\\_03.pdf](http://www.defesacivil.gov.br/download/download.asp?endereco=/publicacoes/publicacoes/idc_03.pdf&nome_arquivo=idc_03.pdf)>. Acesso em 12 de septiembre, 2010.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2006. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade. In: *Mudanças Climáticas e possíveis alterações nos Biomas da América do Sul (Relatório 6)*. São Paulo: MMA.
- \_\_\_\_\_, 2009a. *Plano de Qualidade do Ar - Volume 1: Subsídios para a 1ª Conferência Nacional de Saúde*

- Ambiental. 155p.
- \_\_\_\_\_, 2009b. *Compromisso pela Qualidade do Ar e Saúde Ambiental*. 19p.
- \_\_\_\_\_, 2010. *1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários. Sumário Executivo*, 26p. Disponible en: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/182/\\_arquivos/inventarioveicular\\_05042010\\_182.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/inventarioveicular_05042010_182.pdf)>. Acceso en 20 de junio, 2010.
- \_\_\_\_\_. *Agenda 21*. Disponible en: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18>>. Acceso en 20 de junio, 2010.
- MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2007. *Plano nacional de energia 2030*. Disponible en: <[http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas\\_publicacoes.html](http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html)>. Acceso en 14 de julio, 2010.
- \_\_\_\_\_. *Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE / Eficiência Energética*. Disponible en: <[http://www.mme.gov.br/spe/menu/programas\\_projetos/programa\\_brasileiro\\_etiquetagem.html](http://www.mme.gov.br/spe/menu/programas_projetos/programa_brasileiro_etiquetagem.html)>. Acceso en 7 de julio, 2010.
- MORAES, M. A. F. D. *et al.*, 2009. Externalidades sociais dos combustíveis. In: SOUSA, E. L.; MACEDO, I. C. (org.). *Etanol e bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética*. São Paulo: Unica, p.45-75. Disponible en: <<http://www.unica.com.br/download.asp?mmdCode=075B111F-8958-4E7A-9096-75C B07EFFAC6>>.
- NAE - NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2005. *Mudança do Clima. Cadernos NAE*, v. 1. Brasília.
- NAKICENOVIC, N. *et al.*, 2000. *Special Report on Emissions Scenarios: summary for policy makers*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Ginebra.
- NEVES, C. F.; MUEHE, D., 2008. Vulnerabilidade, impactos e adaptação às mudanças do clima: a zona costeira. *Parcerias Estratégicas*. Brasília: CGEE, 27: 217-296.
- NEVES, M. F. *et al.*, 2009. O mapa sucroenergético do Brasil. In: SOUSA, E. L.; MACEDO, I. C. (org.). *Etanol e bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética*. São Paulo: Unica, p.15-43. Disponible en: <<http://www.unica.com.br/download.asp?mmdCode=075B111F-8958-4E7A-9096-75C B07EFFAC6>>.
- NOBRE, C. A. *et al.*, 1991. Amazonian deforestation and regional climate change. *Journal of Climate*. 4: 957-988.
- NOBRE, P. *et al.*, 2006. Seasonal-to-decadal predictability and prediction of South American climate. *Journal of Climate*. 19: 5988-6004.
- NOBRE, C. A. *et al.*, 2008. Cenários de mudança climática para a América do Sul para o final do século 21. In: CGEE. *Parcerias Estratégicas*. Brasília, 27: 19-42.
- NOBRE, C. *et al.*, 2010. *Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo, Sumário Executivo*. São Paulo: CCST/INPE, NEPO/UNICAMP, USP, IPT, UNESP. 32p.
- NOGUEIRA, L. A. H. & LORA, E. E. S., 2000. *Dendroenergia: fundamentos e aplicações*. Brasília: ANEEL. 144 p.
- PACCA, S.; MOREIRA, J. R., 2009. Historical carbon budget of the Brazilian ethanol program. *Energy Policy*. Oxford:Elsevier, 37 (11): 4863-4873.
- PESQUERO, J. F. *et al.*, 2009. Climate Downscaling over South America for 1961-1970 using the Eta Model (Downscaling do Clima na América do Sul para o período 1961-1970 com o uso do modelo Eta). *Theoretical and Applied Climatology*.
- PNLT - *Plano Nacional de Logística e Transportes*, 2007. Disponible en: <<http://www.transportes.gov.br/pnlt/index.htm>>. Acceso en 5 de junio, 2007.
- PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2000. *Atlas do desenvolvimento humano no Brasil 2000*. Disponible en: <<http://www.pnud.org.br/atlas/>>.

- REAL, M. V. *et al.*, 2004. *Estruturação de um banco de dados para o planejamento energético do setor transportes*. Anais do Congresso II Rio de Transportes. Rio de Janeiro.
- RIBEIRO, C. M. *et al.*, 1999. *Tecnologia fotovoltaica: uma alternativa real para eletrificação rural no Brasil*. In: VIII Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro, p. 1501-1525.
- RIBEIRO, W. C., 2008. Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil. *Parcerias Estratégicas*. Brasília: CGEE, 27: 297-321.
- RODRIGUES, A. S. L. *et al.*, 2009. Boom-and-bust development patterns across the Amazon deforestation frontier. *Science*, 324: 1435.
- ROSA, L. P. & SCHECHTMAN, R., 1996. Avaliação de custos ambientais da geração termoeletrica: inserção de variáveis ambientais no planejamento da expansão do setor elétrico. Rio de Janeiro: ENERGE, *Cadernos de Energia* nº 9, v.II.
- ROSMAN, P. C. C. *et al.*, 2010. Vulnerabilidades da zona costeira brasileira às mudanças Climáticas. In: *Economia da mudança do clima no Brasil: custos e oportunidades*. São Paulo: IBEP Gráfica. p.38-39.
- RUDORFF, B. F. T. *et al.*, 2010. Studies on the rapid expansion of sugarcane for ethanol production in São Paulo state (Brazil) using LANDSAT data. *Remote Sensing*, 2(4): 1058-1076.
- RYLANDS, A. B. & BRANDON, K., 2005. Unidades de conservação brasileiras: desafios e oportunidades. *Megadiversidade*. Belo Horizonte, 1 (1): 7-13.
- SALAZAR, L. F. *et al.*, 2007. Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America. *Geophysical Research Letters*, v. 34, L09708, 6p. Disponível em: <[http://www.economiadoclima.org.br/files/biblioteca/Economia\\_do\\_clima.pdf](http://www.economiadoclima.org.br/files/biblioteca/Economia_do_clima.pdf)>.
- SALDIVA, P. H. N. *et al.*, 1992. Respiratory alterations due to urban air pollution: an experimental study rats. *Environ. Res.* 57: 19-33.
- SAMPAIO, G. *et al.*, 2007. Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. *Geophysical Research Letters*, v. 34.
- SANTOS, M. M. *et al.*, 2004. Prospecção em ciência, tecnologia e inovação: a abordagem conceitual e metodológica do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos e sua aplicação para os setores de recursos hídricos e energia. *Parcerias Estratégicas*. Brasília: CGEE, 18: 191-238.
- SCHAEFFER, R. *et al.*, 2008. *Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil*. COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro: COPPE-UFRJ.
- \_\_\_\_\_, 2010. *Segurança Energética - Relatório Técnico*. In: MARCOVITCH J., (coord.), *et al.*, 2010. *Economia da Mudança do Clima no Brasil: custos e oportunidades*. São Paulo: IBEP Gráfica. 82 p. Disponível em: <[http://www.economiadoclima.org.br/files/biblioteca/Economia\\_do\\_clima.pdf](http://www.economiadoclima.org.br/files/biblioteca/Economia_do_clima.pdf)>. Acesso em 12 de septiembre, 2010.
- SCHNEIDER, R. R. *et al.*, 2000. *Sustainable Amazon: limitations and opportunities for rural development*. Brasília: World Bank and IMAZON, 77p.
- SCHOLZE, M. *et al.*, 2006. A climate change risk analysis for world ecosystems. *PNAS*. 103: 13116-13120.
- UNICA - UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA DE AÇÚCAR, 2008. *Agroenergia - o novo paradigma da agricultura mundial*. Disponível em: <<http://ceragro.iica.int/Documents/AGROENERGIA%20%20O%20NOVO%20PARADIGMA%20DA%20AGRICULTURA%20MUNDIAL.pdf>>. Acesso em 18 de agosto, 2010.
- VIDIGAL, A. A. F. (coord.), 2006. *Amazônia azul: o mar que nos pertence*. Rio de Janeiro: Ed. Record.
- WANG, M. Q. *et al.*, 1997. *Fuel-cycle fossil energy use and greenhouse gas emissions of fuel ethanol produced from U.S. Midwest corn*, prepared for Illinois Department of Commerce and Community Affairs, Center for Transportation Research, Argonne National Laboratory, Argonne, Ill., Dec.

XAVIER, T. M. B. S. *et al.*, 2008. Mudanças climáticas nas cidades e interferências com o aquecimento global. *Boletim SBMET*. p.61-68.

ZANIRATO, S. H., 2004. A restauração do Largo do Pelourinho: edificações tão bonitas de se ver, histórias não tão bonitas de se contar. *Revista de História*. Vitória, 16: 323-344.

ZHAO, Y. *et al.*, 2005. Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the humid and sub-humid tropics. *Climate Change*, 70: 73-116





Otras Informaciones Consideradas Relevantes para el Alcance del Objetivo de la Convención

**PARTE 4**



# **PARTE 4**

# ÍNDICE

1	TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA .....	462
1.1	Necesidades Tecnológicas en Relación a la Energía .....	462
1.2	Cooperación Sur-Sur .....	466
1.2.1	Programa Estructurado de Apoyo a los demás Países en Desarrollo en el Área de Energías Renovables - Pro-Renova.....	466
1.2.2	Cooperación Triangular.....	466
1.3	Principales Iniciativas e Indicación de Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación relativas a la Vulnerabilidad, Impactos y Adaptación .....	467
1.3.1	Bosques.....	468
1.3.2	Agropecuaria .....	468
1.3.3	Biodiversidad .....	469
1.3.4	Semiárido.....	470
1.3.5	Energía y recursos hídricos .....	470
1.3.6	Zonas costeras .....	470
1.3.7	Áreas urbanas .....	471
1.3.8	Salud humana.....	471
2	INVESTIGACIÓN Y OBSERVACIÓN SISTEMÁTICA.....	476
2.1	Programas Mundiales de Clima .....	476
2.2	Programa Pirata .....	478
2.3	Programa a Gran Escala de la Biósfera-Atmósfera en la Amazonia - LBA.....	479
2.3.1	Primera Fase del LBA .....	479
2.3.2	Resultados de la Primera Fase del LBA .....	480
2.3.3	Propuesta para una Segunda Fase del LBA.....	481
2.4	Modelado Climático sobre América del Sur utilizando el Modelo Regional Eta para la Previsión del Tiempo, Clima y Proyecciones de Escenarios de Cambio Climático .....	482
2.5	Programa Antártico Brasileño - Proantar.....	484
2.5.1	Investigación de la Criósfera: Programa Antártico y Andes.....	484
2.6	Modelo Simplificado de Cambio Climático.....	485

3	EDUCACIÓN, ENTRENAMIENTO Y CONCIENTIZACIÓN PÚBLICA.....	490
3.1	Concientización en Brasil sobre las Cuestiones Relativas al Cambio Climático .....	490
3.1.1	Página Oficial en Internet sobre Cambio Climático.....	490
3.2	Fórum Brasileño de Cambios Climáticos .....	492
3.3	Programas de Educación en Conservación de Energía Eléctrica y Uso Racional de Derivados de Petróleo y Gas Natural .....	493
3.3.1	El Procel en las Escuelas .....	493
3.3.2	El Conpet en la Escuela .....	494
4	FORMACIÓN DE CAPACIDAD NACIONAL Y REGIONAL .....	498
4.1	Instituto Interamericano para Investigaciones en Cambios Globales - IAI .....	498
4.1.1	Programas científicos del IAI - 1999-2010 .....	499
4.2	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático - IPCC .....	500
4.3	Panel Brasileño sobre Cambio Climático - PBMC .....	501
4.4	Red Brasileña de Investigación sobre Cambios Climáticos Globales - Red Clima.....	501
4.5	Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología - INCT para Cambios Climáticos .....	502
4.6	Centro de Previsión del Tiempo y Estudios del Clima - CPTEC / INPE.....	503
4.7	Centro de Ciencia del Sistema Terrestre - CCST / INPE .....	503
4.8	Entrenamiento sobre Modelado de Escenarios Regionales Futuros de Cambio Climático para Países de América Latina y el Caribe.....	504
4.9	Análisis de Impactos Económicos del Cambio Climático en Brasil .....	505
4.9.1	Estudio de Modelo Intersectorial de Equilibrio General y Cambio Climático.....	505
4.9.2	Economía de los Cambios Climáticos en Brasil .....	506
4.10	Cooperación Sur-Sur sobre Cuestiones relacionadas al Cambio Climático .....	508

5	INFORMACIÓN Y FORMACIÓN DE RED .....	512
5.1	Intercambio de informaciones .....	512
5.1.1	Red Iberoamericana de Cambio Climático - RIOCC.....	512
5.1.2	Red Lusófona de Especialistas en Alteraciones Climáticas - RELAC .....	513
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	514





# Capítulo 1

Transferencia de Tecnologías

# 1 Transferencia De Tecnologías

Conforme es descrito en la parte de arreglos institucionales de esta Comunicación Nacional<sup>270</sup>, la responsabilidad por la coordinación de la implementación de los compromisos resultantes de la Convención en Brasil, le cabe al MCT. Este hecho pone en evidencia la importancia que el país le atribuye a la ciencia y a las tecnologías asociadas al cambio climático.

El problema del cambio global del clima es eminentemente científico y tecnológico a corto y mediano plazo. Es científico, porque se trata de definir el cambio del clima, sus causas, intensidad, vulnerabilidades, impactos y reducción de las incertezas. Es tecnológico, porque las medidas de combate al calentamiento global pasan por acciones que buscan promover y cooperar para el desarrollo, aplicación, difusión, e inclusive transferencia, de tecnologías, prácticas y procesos que prevengan el problema y sus efectos adversos.

Según el artículo 4<sup>o</sup>, párrafo 1(c) de la Convención, Brasil, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus prioridades de desarrollo, objetivos y circunstancias específicas, nacionales y regionales, contribuye a “promover y cooperar al desarrollo, aplicación y difusión, e inclusive transferencia, de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antrópicas de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en todos los sectores pertinentes (...)”. Deben destacarse igualmente las disposiciones de la Convención sobre la transferencia de tecnología, presentes en su artículo 4<sup>o</sup>, párrafos 3<sup>o</sup>, 5<sup>o</sup>, 7<sup>o</sup>, 8<sup>o</sup> y 9<sup>o</sup>.

Debe reconocerse que una rápida y efectiva reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, paralela a la necesidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático, requiere un acceso a la difusión y transferencia de tecnologías ambientalmente sustentables.

Brasil considera la expresión “transferencia de tecnología” de una forma más amplia, comprendiendo las diferentes fases del ciclo tecnológico, incluyendo la investigación y desarrollo – P&D, la demostración, el aumento de escala (*deployment*), la difusión y transferencia de tecnología en sí, tanto en lo referente a la mitigación como a la adaptación.

Brasil considera que el desarrollo y la transferencia de tecnología relativa al cambio global del clima deben apoyar acciones de mitigación y adaptación, para alcanzar el objetivo último de la Convención. En la búsqueda de este objetivo, la identificación de necesidades tecnológicas debe ser determinada con base en circunstancias y prioridades nacionales.

<sup>270</sup> Vide Parte I, sección 3 sobre Arreglos Institucionales para la Elaboración de la Comunicación en Bases Permanentes.

## 1.1 Necesidades Tecnológicas en Relación a la Energía

En esta sección se destacan las necesidades tecnológicas del país en relación a la energía, para que se combine la atención a las crecientes demandas con fuentes menos emisoras de gases de efecto invernadero. Sin embargo, esta sección no busca apenas identificar las tecnologías que el país necesita recibir, sino también el gran potencial de tecnologías endógenas que pueden ser difundidas y/o transferidas a otros países, principalmente en desarrollo, por medio de la cooperación sur-sur o triangular (norte-sur-sur). El etanol producido de la caña de azúcar es uno de esos ejemplos, así como los avances tecnológicos alcanzados en el sector agrícola.

Brasil posee un gran desafío en las próximas décadas para buscar soluciones que atiendan su creciente demanda de energía y, al mismo tiempo, sean satisfactorias en relación a los criterios de economicidad, seguridad de abastecimiento, salud pública, garantía de acceso universal y sustentabilidad ambiental. Para satisfacer esos criterios, deberán ser iniciados significativos esfuerzos en investigación y desarrollo e innovación – PD&I, inmediatamente y en los próximos años, para atender la demanda de energía estimada para el período 2030-2050.

En este contexto, el CGEE ha desarrollado estudios<sup>271</sup> orientados a identificar el status actual de diversas tecnologías relacionadas a la generación de energía, y a explorar el interés y las oportunidades de transferencia/cooperación entre Brasil y el exterior en relación a las mismas. Estos estudios buscan ofrecer un subsidio técnico a las negociaciones internacionales vinculadas a las tecnologías relacionadas a la energía con potencial para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. Los resultados de estos estudios están sintetizados en el Cuadro 1.1.

En lo relativo a tecnologías para generación de electricidad a partir del gas natural y del carbón, Brasil tiene la necesidad de recibir las tecnologías más modernas basadas en esos combustibles, inclusive de otros países en desarrollo, como Sudáfrica. Brasil posee un conocimiento en el área del carbón pulverizado, ya que existen actualmente usinas de este tipo en el país; sin embargo, no hay iniciativas en investigaciones en sistemas de carbón ultra supercríticos. En el caso de las turbinas a gas de gran porte, se trata de una tecnología ya dominada a escala comercial, por medio de empresas multinacionales. Las turbinas a gas de pequeño porte comienzan a despertar interés en Brasil y ya existen grupos de investig-

<sup>271</sup> Estos estudios pueden ser encontrados en el sitio de Internet del CGEE. Disponible en: <[http://www.cgee.org.br/busca/Consulta\\_ProdutoNcomTopo.php?f=1&idProduto=4825](http://www.cgee.org.br/busca/Consulta_ProdutoNcomTopo.php?f=1&idProduto=4825)>.

ación actuando en esa área, posibilitando un espacio para la colaboración internacional en P&D aplicado.

En el caso de las tecnologías para generación de electricidad a partir de la energía nuclear, Brasil tiene un conocimiento en el área de producción del combustible, inclusive en la etapa de enriquecimiento de uranio. Puede pensarse hasta en exportar el *know-how* para enriquecimiento de uranio con la centrífuga desarrollada en el país, de acuerdo a las políticas de seguridad y los acuerdos que regulan esa área. Las tecnologías avanzadas de reactores nucleares (generación III y IV) no son dominadas en el país (Brasil posee algún conocimiento sobre la generación II).

**Cuadro 1.1 Oportunidades de transferencia de tecnologías para generación de energía de/para Brasil y países en desarrollo (Sur-Sur), y de/para Brasil y países desarrollados (Sur-Norte/Norte-Sur)**

	Transferencia de tecnología de Brasil		Transferencia de tecnología para Brasil	
	SUR-SUR	SUR-NORTE	SUR-SUR	NORTE-SUR
<b>Tecnologías para generación de electricidad</b>				
<b>Gas Natural</b>				
Turbinas (gran porte)	No	No	No	Sí
Microturbinas	No	No	No	Sí
<b>Carbón Mineral</b>				
Pulverizado (crítico, supercrítico e ultrasupercrítico)	No	No	Sí	Sí
Gasificación (IGCC)	No	No	No	Sí
Lecho fluidizado atmosférico circulante	No	No	Sí	Sí
<b>Fisión Nuclear (generaciones III y IV)</b>				
Producción de combustible	Sí	Sí	No	Sí
Reactores	No	No	No	Sí
<b>Solar</b>				
Energía solar fotovoltaica (Si)	No	No	No	Sí
Energía solar térmica de alta temperatura	No	No	No	Sí
Energía eólica	Sí	No	No	Sí
Gasificación da biomasa	Sí	No	No	Sí
<b>Hidroelectricidad</b>				
PCH	Sí	No	No	Sí
Medio y gran porte	Sí	No	No	Sí

<b>Hidrógeno</b>				
Célula a combustible	Sí	Sí	Sí	Sí
Producción y almacenamiento	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Combustibles y calor</b>				
<b>Gas Natural</b>				
GNL (liquefacción e regasificación)	No	No	No	Sí
GTL (gas-to-liquid)	No	No	Sí	Sí
<b>Carbón Mineral</b>				
CTL (Coal-to-liquid)	No	No	Sí	Sí
<b>Etanol</b>				
Resultante de la fermentación del azúcar	Sí	Sí	No	No
Etanol lignocelulósico	Sí	Sí	No	No
<b>Energía Solar</b>	Sí	No	Sí	Sí
<b>Carbón Vegetal</b>	Sí	No	No	Sí
<b>Biodiesel</b>	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Tecnologías de Interfase</b>				
<b>CCS</b>	No	No	No	Sí
<b>Smart Grids</b>	No	No	No	Sí
<b>Almacenamiento (baterías)</b>	No	No	No	Sí
<b>Tecnologías Socias</b>				
<b>Cocinas, combustibles limpios - GLP/etanol cocción</b>	Sí	No	Sí	Sí
<b>Eficiencia energética para bajos ingresos</b>	Sí	No	Sí	Sí
<b>Solar térmico para bajos ingresos</b>	Sí	No	Sí	Sí

Fuente: CGEE, 2009.

En relación a la energía solar fotovoltaica, existe el interés de buscar más tecnología en esa área y promover acuerdos de cooperación con los centros de excelencia reconocidos internacionalmente, con el objetivo de capacitar recursos humanos, posibilitar el intercambio de informaciones (como experiencias, normatizaciones, mediciones y apoyo) y promover la ejecución de proyectos. Brasil tiene un gran parque industrial que extrae y beneficia el cuarzo, transformándolo en silicio grado metalúrgico, pero aún no posee empresas que transformen el silicio grado metalúrgico en grado solar. La producción de electricidad por medio de energía solar a altas temperaturas es otra área de poco dominio en el país. Hay todavía muy pocas investigaciones sobre el tema y pocos investigadores involucrados. Sin embargo, en el ámbito internacional, la situación de las tecnologías utilizadas en el área de *Concentrated Solar Power - CSP* está avanzando para las fases de demostración y mercado.

En el caso de la energía eólica, esta es una de las fuentes que más crece y cuyos avances tecnológicos están rápidamente entrando en el mercado. El país precisa acompañar más agresivamente esos avances. Existe la necesidad de adaptaciones de *softwares*, tecnologías y materiales, para que sean más apropiados a las condiciones brasileñas. Hay espacio para P&D y para la investigación aplicada y nacionalización de componentes. Ya existen industrias instaladas en el país, inclusive con acuerdos de transferencia de tecnología. Brasil cuenta también con una estructura industrial capaz de, potencialmente, atender la demanda de nuevos aerogeneradores y sus componentes. Los países poseedores de esas tecnologías son principalmente Alemania, Dinamarca y Estados Unidos. China e India ya poseen expresivos programas de fabricación e instalación de aerogeneradores.

En relación a la gasificación de la biomasa, la cual aún se encuentra en desarrollo en el ámbito internacional, Brasil tiene interés en su mayor utilización. El Plan de Energía 2030 ya contempla la entrada de sistemas utilizando la gasificación y el ciclo combinado en el sector sucroalcoholero. Ya existen algunos grupos trabajando con ese tema en las universidades brasileñas y más recientemente pasó a observarse un esfuerzo por parte del sector industrial en el desarrollo de prototipos. Esa es una área que puede beneficiarse de la mayor cooperación internacional con centros de investigación de Estados Unidos y Europa, y el conocimiento académico que el país posee podría ser transferido para los países del Sur y también del Norte.

La hidroelectricidad de medio y gran porte ya es una tecnología madura en Brasil y en el mundo. Las PCHs presentan un potencial de desarrollo tecnológico en el mundo y ya se encuentran en fase de comercialización. En el país existe una *expertise*, principalmente en las áreas de optimización de proyectos de turbinas hidráulicas e ingeniería civil, actividad que actualmente, en su mayoría, viene siendo realizada por empresas privadas. El parque industrial brasileño es capaz de ofrecer equipamientos hidrodinámicos de hasta 10 MW. En términos de transferencia de tecnología, esta es un área donde el país puede exportar conocimiento, productos y servicios tanto para países del Sur como del Norte.

En relación al hidrógeno, su producción ya es realizada en el país, aunque su utilización, en mayor grado, con fines energéticos, necesita de esfuerzos adicionales para la reducción de sus costos. Existen posibilidades de desarrollo conjunto entre Brasil y diversos países desarrollados y algunos en desarrollo, como ocurrió en el ámbito de la "Cooperación Internacional para una Economía de Hidrógeno (*International Partnership for a Hydrogen Economy*)". Brasil ya posee conocimiento en algunas áreas y tecnologías de producción

de hidrógeno (por electrólisis del agua, reforma del etanol y gas natural<sup>272</sup>) y tipos de células de combustible PEM<sup>273</sup> (de la sigla en inglés *Próton Exchange Membrane* para aplicaciones estacionarias y de porte reducido), existiendo, inclusive, pequeñas empresas en esta área.

En lo relativo al gas natural, aunque la tecnología de gas natural licuado - GNL ya sea utilizada a escala comercial en el mundo, Brasil aún no posee un conocimiento suficiente en el área y actualmente los esfuerzos están orientados a la adquisición de tecnología de liquefacción y regasificación del gas natural. El Centro de Investigaciones y Desarrollo Leopoldo Américo Miguez - CENPES, de la Petrobras, está realizando un esfuerzo para la adquisición de conocimiento y levantamiento sobre los avances relativos a las tecnologías de GNL, aunque todavía no hay capacitación industrial en esta área. En el caso de la tecnología *gas to liquids* - GTL, y mismo en el *coal to liquids* - CTL, también hay un conocimiento limitado en el país, aunque con algunos avances en el ámbito del CENPES. Algunas universidades y otros centros de investigación también han adquirido conocimiento en el área, pero sin llegar al punto de la capacitación industrial en Brasil.

El etanol de primera generación (etanol producido a partir de la glucosa de la caña de azúcar) tiene su ciclo completamente dominado en el país y es una tecnología que Brasil ciertamente podrá transferir a otros países, tanto desarrollados, como en desarrollo, incluyendo el *know-how* para su integración al sistema de derivados de petróleo. El etanol de segunda generación<sup>274</sup> se encuentra en etapas de P&D e inicio de demostración, necesitando todavía la realización de investigaciones fundamentales. El país cuenta con diversos investigadores y centros donde se localiza la mayor parte del conocimiento, incluyendo también algunas industrias del sector sucroalcoholero. Recientemente, fue creado el Centro de Ciencia y Tecnología del Bioetanol - CTBE. En esta área, es posible afirmar que Brasil tiene posibilidades de transferir conocimiento para otros países en desarrollo y beneficiarse con investigaciones colaborativas tanto con países desarrollados como con países en desarrollo.

Sobre la energía solar térmica de baja temperatura, Brasil domina la tecnología de colectores planos. Sería impor-

272 Vide Parte III, sección A.1.7, sobre Hidrógeno.

273 La célula de combustible del tipo *Próton Exchange Membrane* - PEM utiliza una membrana polimérica conductora de protones. A cada lado, es acoplado un electrodo, conductor a través del cual se ofrece o se retira corriente eléctrica de un sistema, espacio donde ocurren las reacciones.

274 Es el etanol producido a partir de todo tipo de biomasa vegetal, incluyendo la basura orgánica. El bagazo y la paja de la caña son excelentes alternativas para Brasil en la producción del etanol lignocelulósico. Estas tecnologías incluyen las rutas termoquímicas (FisherTropsh) y bioquímicas (hidrólisis ácida, hidrólisis enzimática) para la producción de biocombustibles.

tante desarrollar otras aplicaciones, como la refrigeración, el aire acondicionado, las superficies selectivas, los tubos al vacío y los procesos de fabricación automatizados. Aunque haya capacitación en las universidades, aún no se observan esfuerzos coordinados y una mayor interacción con las empresas, siendo también necesario promover una modernización de la industria nacional. En esa área, Brasil se beneficiará de una mayor cooperación con otros países, como China e Israel, por ejemplo.

Brasil es actualmente el mayor productor mundial de carbón vegetal de origen plantado y posee una posición de destaque en el dominio tecnológico, aunque necesite incorporar avances, especialmente para aumentar la eficiencia del proceso de carbonización<sup>275</sup>. El país tendría, por lo tanto, la oportunidad de transferir tecnología para otros países, principalmente de América Latina, África y Asia, que consumen mucho carbón vegetal. Hay empresas en el país, de capital nacional e internacional, dedicadas a la producción de carbón vegetal para la siderurgia.

El país posee grupos de investigación activos en toda la cadena productiva del biodiesel y existen oportunidades de transferencia de tecnología nacional para el exterior, así como un mayor intercambio y cooperación con otros grandes productores mundiales, como Alemania. Brasil posee, también, un sector industrial capacitado para la producción de biodiesel con empresas de capital nacional.

En lo tocante a las tecnologías de captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, aunque esas tecnologías aún estén en fases iniciales de P&D, ya existe en el país un interés en esa área. En el 2006, la Petrobras creó una Red Temática de Secuestro de Carbono y Cambios Climáticos y estableció un Centro de Investigaciones sobre Almacenamiento de Carbono - CEPAC. Todas las tecnologías que componen el *Carbon Capture and Storage* - CCS (captura, transporte, almacenamiento y monitoreo) merecen atención y requieren cooperación con otros países. Existe también la expectativa de que se desarrolle en el país la captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub> a partir de fuentes renovables (*Renewable Carbon Capture and Storage* - RCCS) con el objetivo de capturar y almacenar en el subsuelo el CO<sub>2</sub> emitido en el proceso de fermentación del azúcar, sobre todo en la producción de etanol.

Las tecnologías relacionadas a las "redes inteligentes" (*smart grids*) están en desarrollo en el mundo. Australia, Estados Unidos y la Unión Europea están invirtiendo en proyectos piloto, incluyendo no solo aspectos tecnológicos, como también reformas regulatorias que propiciarán el desarrollo del mercado para esas tecnologías. Aspectos como la interconexión para generación distribuida, sistemas de almacenado, sistemas de

275 Vide Parte III, sección A.1.9, sobre Industria a Carbón Vegetal.

gerenciamiento de cargas en tiempo real, automatización, entre otras cosas, son áreas importantes para el desarrollo de esas tecnologías. Brasil ya posee cierto conocimiento, con una buena capacitación en las universidades, en el CENPES y en el Centro de Investigaciones de Energía Eléctrica - CEPEL. La ampliación de ese conocimiento será fundamental para dar base a una mayor penetración de fuentes como la solar y la fotovoltaica, la eólica y el hidrógeno, siendo deseable, por lo tanto, la transferencia de tecnología y conocimientos de países desarrollados.

Ha habido recientemente un gran interés en baterías de litio en el sector automovilístico, las cuales podrán auxiliar a una mayor difusión de vehículos eléctricos. Esa es una tecnología en fase de demostración y fuertemente dominada por empresas multinacionales relacionadas a la industria automovilística. En Brasil hay capacitación y empresas que fabrican diversos tipos de baterías, las cuales podrán, en caso de que estén debidamente capacitadas, dominar también esta nueva tecnología.

En relación a las tecnologías sociales, Brasil ha invertido a lo largo de muchos años en algunas tecnologías que fueron capaces de transformar el mercado de energía con impactos sociales importantes. El caso de la introducción del GLP para sustitución de la leña es un ejemplo de eso, así como el etanol. Hubo una preocupación en transformar el mercado existente creando proveedores, empresas distribuidoras y puntos de venta para las nuevas cocinas, y posteriormente, una consolidación de ese mercado. En el mundo existen cerca de 2 mil millones de personas que todavía utilizan leña para cocción, la mayor parte de ellas en África y Asia. Es una oportunidad para llevar el *know-how* para esos países, e inclusive, una posibilidad para llevar el conocimiento relativo a otros combustibles más limpios para ese uso final, como es el caso del etanol, que podría ser también producido en pequeñas destilerías (otra tecnología dominada por el país). Brasil ha invertido cerca de R\$ 100 millones anualmente en programas de eficiencia energética para la población de bajos ingresos. Esos programas han sido llevados a cabo por las concesionarias de electricidad, habiendo contribuido al fomento del mercado interno de proveedores de equipamientos más eficientes, como lámparas, refrigeradores, y calentadores solares para uso residencial. Esos programas vienen siendo desarrollados para la población urbana y periurbana en situaciones de mucha dificultad logística. Existe, por lo tanto, un *know-how* para la implementación de programas de ese tipo a gran escala, el cual puede ser transferido para otros países en desarrollo.

Cabe resaltar que aún es necesario el desarrollo de más investigaciones orientadas al sector de transporte, sobre todo en lo relativo al desarrollo del ómnibus a hidrógeno<sup>276</sup> y a

276 Vide Parte III, sección A.1.7.2, sobre el Proyecto Ómnibus Brasileño a Hidrógeno.

las tecnologías *flex-fuel*<sup>277</sup>, principalmente aquella que tiene como foco a los vehículos pesados.

## 1.2 Cooperación Sur-Sur

Brasil le atribuye una especial importancia a la cooperación Sur-Sur, entendiendo que el intercambio de experiencias y de conocimientos entre los países en desarrollo materializa el sentimiento de solidaridad y responsabilidad entre los pueblos, beneficiando a todas las partes involucradas en la cooperación. Los proyectos de cooperación técnica se revelan como eficientes promotores del desarrollo social, además de representar el esfuerzo de muchos profesionales, demostrando que con disposición y voluntad política es posible realizar actividades de importante valor socioeconómico.

Esta subsección tiene como foco las principales iniciativas conjuntas y cooperaciones de Brasil con otros países en desarrollo, en el área de las fuentes renovables de energía (principalmente de la difusión del etanol) y de técnicas agrícolas.

### 1.2.1 Programa Estructurado de Apoyo a los demás Países en Desarrollo en el Área de Energías Renovables - Pro-Renova

El Programa Estructurado de Apoyo a los demás Países en Desarrollo en el Área de Energías Renovables - Pro-Renova, tiene como objetivo crear bases duraderas para una amplia gama de acciones de Brasil con países en desarrollo en el área de las energías renovables, especialmente en África.

La evolución en el interés internacional por el tema contribuye al estrechamiento, sobre bases concretas, de la cooperación Sur-Sur, y también a la promoción del desarrollo sustentable de países socios de Brasil. Sobre lo específicamente relativo a la bioenergía, los entendimientos son fundamentales para el establecimiento de nuevos centros de producción y consumo, precondition para la "comoditización" de ese producto y para el consecuente desarrollo de un mercado internacional que garantice la inclusión de la bioenergía en la matriz energética mundial.

La elaboración del Pro-Renova incluyó a diversas áreas del gobierno y observó las siguientes premisas: tratamiento colectivo (pues la creciente demanda por tratativas y acciones en este tema hace MRE y las demás instituciones gubernamentales brasileñas involucradas con el tema, estén enfrentando dificultades para atender, satisfactoriamente, los pedidos de los cooperadores internacionales); selección

basada en criterios geográficos, lingüísticos y políticos; asociación con el sector privado; proyectos piloto estructurantes; y eventual inclusión de organismos internacionales.

Entre las acciones previstas por el Pro-Renova, se incluye la realización de seminarios regionales con ferias comerciales paralelas; cursos temáticos periódicos en Brasil; capacitación *in loco* en grupos de países seleccionados; cooperación educacional en investigación y desarrollo; proyectos demostrativos; y misiones técnicas brasileñas.

### 1.2.2 Cooperación Triangular<sup>278</sup>

El incentivo a la producción y uso sustentable de la bioenergía, incluyendo los biocombustibles, es una importante oportunidad para los países en desarrollo, ya que Brasil entiende que la bioenergía es una de las soluciones energéticas capaces de combinar beneficios sociales (por el potencial de generación de ingresos y energía en las regiones rurales de los países en desarrollo), ambientales (sobre todo por medio de la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero y la recuperación de las áreas degradadas) y económicos (con la disminución de la dependencia del petróleo y la generación de empleos). La ampliación del número de países productores y consumidores se torna una condición *sine qua non* para la "comoditización" de los biocombustibles y la creación de un mercado internacional, orientando el papel brasileño en ese sector. Brasil viene buscando, así, la construcción de una cooperación de naturaleza triangular.

El "Memorando Brasil-Estados Unidos para Avanzar sobre la Cooperación en Biocombustibles", especialmente la vertiente que busca promover la producción y el uso de biocombustibles en terceros países por medio de estudios de viabilidad y asistencia técnica, es una iniciativa precursora en ese campo. En una primera etapa, el programa contempló a El Salvador, Haití, República Dominicana y San Cristóbal y Nevis, y en su segunda etapa incluyó a Guatemala, Honduras, Jamaica, Guinea-Bissau y Senegal. Actualmente está siendo evaluada la posibilidad de extender la cooperación a países asiáticos.

Brasil viene negociando con Suecia, en el ámbito del "Memorando de Entendimiento Brasil-Suecia para Cooperación en el Área de Bioenergía, inclusive Biocombustibles", acciones conjuntas con el objetivo de promover la producción y el uso de biocombustibles en Tanzania.

<sup>278</sup> La triangulación es la modalidad de cooperación en la cual dos países implementan acciones conjuntas con el objetivo de proveer capacitación profesional, fortalecimiento institucional e intercambio técnico a un tercer país.

<sup>277</sup> Vide Parte III, sección A.1.1, sobre el Etanol de Caña de Azúcar en Brasil, para obtener mayores informaciones sobre los vehículos flex-fuel.

### 1.3 Principales Iniciativas e Indicación de Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación relativas a la Vulnerabilidad, Impactos y Adaptación

Con el objetivo de profundizar el conocimiento sobre el cambio global del clima, sus vulnerabilidades, sus potenciales impactos y las posibles respuestas de la sociedad a la adaptación de sus efectos, son indicadas, a seguir, las principales áreas que merecerían mayor apoyo por medio de las políticas de ciencia, tecnología e innovación.

Esas áreas fueron identificadas a partir de los estudios realizados por el CGEE<sup>279</sup> (CGEE, 2008), así como en la serie de cinco talleres temáticos de trabajo realizados durante el primer semestre del 2009, los cuales contaron con la presencia de 104 especialistas que actúan en las respectivas áreas.

Como resultado de esas actividades, fue reconocida la necesidad de profundizar el conocimiento en las siguientes áreas generales:

#### a) *Clima y cambio global del clima*

Aunque se haya evolucionado mucho en el conocimiento de esa área, las proyecciones futuras del cambio global del clima aún son imprecisas, sobre todo en relación a temas como el volumen de precipitaciones en cada región. Brasil debe continuar invirtiendo en la ciencia del clima, mejorando la base de información e incorporando nuevas tecnologías y modelos locales para permitir la generación de escenarios más confiables sobre el clima futuro. Los eventos provocados por las variaciones climáticas han ocurrido a lo largo de la historia y continuarán ocurriendo. Los mismos podrán tornarse más agudos en el futuro, con el cambio global del clima.

#### b) *Vulnerabilidad económica, social y ambiental*

En principio, todas las regiones y agentes económicos y sociales presentan algún tipo de vulnerabilidad al cambio global del clima y a eventos climáticos extremos. Es necesario profundizar el conocimiento de esas vulnerabilidades, inclusive desde el punto de vista conceptual, ya que se trata de un asunto relativamente nuevo en la literatura especializada. La vulnerabilidad representa el grado de susceptibilidad de una región, de un grupo, de una actividad o de un recurso natural, a eventos de origen climático, tales como sequías, inundaciones, picos de temperatura, elevación del nivel del mar y huracanes. El conocimiento de las vulnerabilidades

<sup>279</sup> Vide Parte III.B, sección sobre Programas Conteniendo Medidas para Facilitar la Adecuada Adaptación al Cambio Climático, introducción, para obtener mayores informaciones sobre los estudios realizados.

sociales, económicas y ambientales es de gran importancia para mejorar la calidad de las políticas de adaptación de la sociedad y del gobierno a tales eventos.

#### c) *Impactos sociales, económicos y ambientales*

Es preciso mejorar el conocimiento sobre cómo los impactos de variabilidad y de cambio global del clima ocurren y cuáles son sus consecuencias, en términos de perjuicios materiales, vidas humanas y otros aspectos. Es necesario crear condiciones para medir esos impactos, inclusive los costos derivados de los mismos. Diferentes sectores productivos serán afectados diferentemente, inclusive siendo posible que algún sector o actividad sea afectado de forma positiva en regiones distintas.

#### d) *Adaptación a las variabilidades climáticas y al cambio del clima*

En Brasil ya existe una historia de políticas de adaptación a la variabilidad climática, como es el caso de las sequías en el semiárido del noreste. El Sistema de Defensa Civil en el país también tiene una historia con muchas lecciones. Con la llegada de los cambios globales del clima, será mayor la necesidad de formular respuestas sociales y gubernamentales para enfrentar los riesgos de eventos climáticos extremos y de la elevación del nivel del mar. Las medidas de adaptación son importantes para reducir la vulnerabilidad de regiones, ecosistemas, poblaciones y actividades, y de esa forma, reducir los impactos y los perjuicios derivados de esa situación.

Como resultado de los estudios y de los talleres temáticos de trabajo fueron identificados, además, los siguientes puntos:

- el IPCC proyectó que, hacia la mitad del siglo XXI, en América Latina, los impactos más intensos del cambio global del clima se darán en la Amazonia y en el Noreste brasileño. Por lo tanto, esas regiones merecen una especial atención para acciones de ciencia, tecnología e innovación - CT&I relativas a la vulnerabilidad, impactos y adaptación - VIA;
- es evidente que las comunidades pobres y las áreas de menores ingresos son más vulnerables a los impactos causados por el cambio global del clima. El desarrollo, perfeccionamiento e integración de servicios de alerta anticipado son de fundamental importancia para preparar las respuestas frente a hechos de eventos extremos, reduciendo así la vulnerabilidad de esas poblaciones y de los sistemas productivos;
- aun cuando sea imperativo mitigar las emisiones como única solución a largo plazo, es inevitable que algún

grado de cambio del clima ocurra de cualquier manera, razón por la cual debe también darse énfasis a la necesidad de adaptación al cambio global del clima.

- existen también potencialidades y oportunidades derivadas del cambio global del clima que deben ser explotadas, tales como el mercado de carbono y las ganancias en la productividad agrícola como resultado de la fertilización por CO<sub>2</sub>;
- hay una necesidad de mejorar la articulación institucional e intersectorial, así como de perfeccionar y aumentar la disponibilidad de informaciones y bases de datos, especialmente datos históricos de lluvias y del nivel del mar;
- es de fundamental importancia promover la capacidad técnica e institucional y la educación ambiental, a partir de entrenamientos, programas de educación integral (niños, jóvenes y adultos) y de campañas de concientización, con el objetivo de profundizar el conocimiento de posibles impactos y respuestas de adaptación, reduciendo así las vulnerabilidades al cambio global del clima;
- es necesario el apoyo a la investigación científica - con la integración y participación de las entidades gubernamentales, de los sectores productivos, de las entidades científicas y representantes de la sociedad civil - buscando la identificación de vulnerabilidades, la construcción de escenarios brasileños de impactos y la formulación de estrategias y políticas de adaptación para las próximas décadas;
- se destaca la Red Clima<sup>280</sup>, creada por el MCT, orientada a generar informaciones científicas para ayudar al país a responder a los desafíos de los cambios climáticos globales;
- sobresale también PBMC<sup>281</sup>, creado por el MCT y MMA, que reúne y sintetiza periódicamente la producción científica brasileña sobre el tema;
- es preciso diseminar informaciones relativas al cambio global del clima en lenguaje accesible para el público (por ejemplo, por medio de redes, como la Red Clima, y otros medios de comunicación), reconociendo el papel de la prensa y su fundamental relevancia;
- debe ser profundizado el conocimiento sobre sinergias entre prácticas de mitigación y de adaptación.

De esa forma, como resultado de los estudios y de los talleres temáticos de trabajo arriba mencionados, fue recomendado que, de modo específico, el sistema de CT&I debería incentivar la profundización del conocimiento sobre VIA, a partir de las iniciativas que son listadas a seguir.

### 1.3.1 Bosques

- ampliación de la cantidad y calidad de los datos e informaciones necesarios para los estudios de vulnerabilidad, impacto y adaptación al cambio del clima, y promoción del uso de métodos y herramientas que permitan una mejor evaluación regional y local de las vulnerabilidades e potenciales impactos del cambio climático sobre los ecosistemas forestales en particular;
- ampliación del conocimiento científico sobre los potenciales impactos del cambio climático en las florestas y en el sector forestal productivo de forma general, así como en la identificación de las vulnerabilidades de esos sistemas;
- evaluación de la potencialidad para almacenamiento de carbono de cada ecosistema;
- monitoreo de los impactos económicos y ambientales de las actividades extractivistas, enfatizando principalmente el acompañamiento permanente de los impactos ambientales directos e indirectos de las actividades madereras;
- diseminación de informaciones sobre los impactos ya percibidos y sus localizaciones, así como la proyección de los impactos esperados del cambio global del clima, bajo diversos escenarios de emisiones, alertando sobre los impactos irreversibles, estimando los diferentes riesgos e identificando oportunidades relacionadas al cambio del clima;
- desarrollo de tecnologías, métodos y prácticas para hacer que las florestas sean más resilientes a los impactos del cambio climático;
- establecimiento de metodologías y prácticas para definir áreas prioritarias para el establecimiento de corredores ecológicos en ecosistemas sensibles al cambio climático.

### 1.3.2 Agropecuaria

- mapeo de las vulnerabilidades del sector agropecuario en el país;

280 Vide en esta Parte la sección 4.4 sobre la Red Brasileña de Investigación sobre Cambios Climáticos Globales - Red Clima.

281 Vide en esta Parte la sección 4.3 sobre el Panel Brasileño de Cambios Climáticos - PBCC.

- establecimiento e implantación de sólidos programas de CT&I sobre la evaluación de impactos del cambio global del clima en la agricultura y las posibles medidas de adaptación, considerando las principales culturas agrícolas y forrajeras, e incluyendo eventos extremos significativos para la agricultura;
- evaluación de la distribución espacial de enfermedades de plantas, en base a las condiciones climáticas actuales y estimativas del cambio global y regional del clima;
- implementación del zoneamiento agroclimatológico y agroecológico;
- desarrollo e implementación de tecnologías de confortabilidad térmica para sistemas de producción ganadera;
- implementación de sistemas integrados de producción y sistemas de agricultura-ganadería-florestas;
- desarrollo de investigaciones sobre las emisiones de los principales gases de efecto invernadero en diferentes áreas y métodos (siembra directa x cultivo tradicional) de cultivo (granos, caña de azúcar, etc.) y bosques;
- evaluación de los efectos de crecientes concentraciones de CO<sub>2</sub> en el sistema suelo-planta de ecosistemas agrícolas existentes en el país, aliadas a los aumentos previstos de temperatura, balance de agua y nutrientes;
- mejoramiento genético animal y vegetal para las nuevas condiciones climáticas y de aumento en la incidencia de plagas y enfermedades;
- extensión rural con el objetivo de una adecuación del sector productivo a los efectos del cambio global del clima, buscando una orientación sobre medidas de adaptación;
- implementación de acciones integradas de CT&I, teniendo en cuenta la seguridad alimentaria de los territorios rurales, especialmente en el semiárido;
- implementación de políticas públicas guiadas por un conocimiento científico y tecnológico moderno en agronomía, que maximicen e intensifiquen el uso de áreas ya alteradas de biomas, aliadas a políticas de agregación de valor por medio de la industrialización, orientadas a los productos agrícolas o forestales primarios;

### 1.3.3 Biodiversidad

- levantamiento de asuntos paleoecológicos, paleoambientales y paleoclimáticos, historial ambiental y ecológico, incorporando el conocimiento de la distribución actual de especies y comunidades, reconstrucción de los procesos migratorios y de evolución de las comunidades de fauna y flora amenazadas en cada estado;
- reestructuración e integración de iniciativas relativas a inventarios biológicos (especies y variabilidad genética) e informaciones ambientales (levantamiento pedológico y de datos climáticos e hidrológicos) e implementación de un programa nacional, incluyendo a la iniciativa privada;
- apoyo a la consolidación de una infraestructura organizada y compartida de datos (biológicos y abióticos), por medio de la integración dinámica de sistemas de información distribuidos con la adopción de patrones y protocolos internacionalmente aceptados, que faciliten el desarrollo de análisis consistentes y de un modelado predictivo;
- perfeccionamiento y desarrollo de modelos que sean capaces de simular los efectos sinérgicos asociados a los ecosistemas (cambio del clima, fuego, extremos climáticos, uso del suelo, aspectos socioeconómicos y nicho ecológico de especies);
- diseño e implementación de sistemas de monitoreo del impacto del cambio global del clima sobre especies (nativas, endémicas, amenazadas, invasoras), con la definición de indicadores biológicos de impacto sobre especies, poblaciones y ecosistemas;
- desarrollo de modelos para recuperación de áreas degradadas, restauración de ecosistemas y control de invasiones biológicas;
- implementación de programas de investigación que estudien el papel de la complejidad y la interactividad ecológica en el funcionamiento de los ecosistemas, incluyendo estudios ecofisiológicos relacionados al estrés hídrico y térmico;
- revisión de las prioridades de conservación y establecimiento de corredores ecológicos, teniendo en cuenta el impacto del cambio global del clima en la biodiversidad;
- estructuración del Programa Nacional de Centros de Recursos Biológicos (conservación *ex-situ*, ejemplo germoplasmas);

### 1.3.4 Semiárido

- evaluación de la vulnerabilidad del semiárido a cambios del uso de la tierra, a alteraciones del clima, al aumento poblacional y al conflicto por el uso de los recursos naturales, incluyendo un mapa de riesgos y vulnerabilidad, integrando las diferentes vulnerabilidades sectoriales;
- evaluación de la potencialidad hídrica en las cuencas hidrográficas e hidrogeológicas del semiárido;
- evaluación de la seguridad alimentaria en el semiárido;
- realización de un análisis multicriterial para el mapeo de vocación regional y proposición de políticas adecuadas a las vocaciones regionales identificadas;
- desarrollo de una investigación aplicada dirigida a la evaluación de los impactos y al mapeo de riesgos del cambio global del clima, y a la identificación de poblaciones vulnerables, para establecer medidas de adaptación;
- levantamiento de los impactos sobre la biodiversidad, especialmente sobre la vegetación de la *caatinga*, las flores-tas de galería y la vegetación de las laderas de las sierras;
- implementación de mejorías tecnológicas para captación, almacenamiento y tratamiento de agua;
- desarrollo de cultivos y sistemas agrícolas adaptados al semiárido, en el contexto de la variabilidad y del cambio global del clima;
- definición, en el ámbito de los estados de la región Nordeste, de programas de concientización y educación ambiental sobre cambio global del clima y vulnerabilidades, sus impactos y posibles medidas de adaptación, con énfasis en el semiárido.

### 1.3.5 Energía y recursos hídricos

- elaboración de mapas de vulnerabilidad climática por cuenca hidrográfica, llevando en consideración los usos múltiples del agua;
- reducción de la vulnerabilidad de la generación en el sistema eléctrico a partir de la integración entre fuentes de energía y emprendimientos de diversas escalas;
- desarrollo de modelos para el sector de energía capaces de tener en cuenta los escenarios de cambio global del clima, para aumentar la confiabilidad de los resultados de las simulaciones para el sector;

- desarrollo de estrategias para la integración – en el ámbito de la planificación y operación de generación hidroeléctrica, así como de planes de recursos hídricos – de los aspectos vinculados al cambio global del clima, para reducir la vulnerabilidad de la oferta de energía y agua;
- revisión de las reglas operacionales de las usinas hidroeléctricas, llevando en consideración los posibles impactos del cambio global del clima;
- revisión de los arreglos de generación hidroeléctrica del parque ya instalado, principalmente en relación a los usos múltiples del agua, ya sea para períodos extremos de sequía y lluvias, o para garantizar una mejor adaptación a las necesidades de crecimiento poblacional y económico de las cuencas hidrográficas;
- levantamiento de factores capaces de influir en los cultivos agrícolas para la producción de alcohol y biodiesel;
- P&D, demostración y *deployment* que acelera la producción a escala comercial de biocombustibles de segunda generación, en el contexto del desarrollo sustentable regional;
- establecimiento de estrategias para estimular una mayor integración continental y regional entre cuencas hidrográficas y sistemas eléctricos;
- fomento a la Política Nacional de Recursos Hídricos, apoyando la implementación de sus instrumentos de gestión (como los Planes de Recursos Hídricos, encuadramiento de cuerpos de agua, concesión y cobranza por el uso del agua) y de su sistema de gerenciamiento (como los Comités de Cuenca Hidrográfica y Agencias de Agua);
- fomento a la gestión de demanda de recursos hídricos (uso racional, usos múltiples, reutilización, equipamientos de ahorro, control de pérdidas);
- intensificación y ampliación de los programas de eficiencia energética sectoriales;
- fomento de una política e incentivos económicos productivos para reducir el consumo y aumentar la eficiencia energética en los sectores residencial, industrial y de servicios.

### 1.3.6 Zonas costeras

- mapeo e identificación de las regiones más susceptibles y de la evolución de su ocupación, considerando, entre otras, las áreas urbanas, regiones portuarias, vías públicas, actividades productivas y biodiversidad;

- preservación y recuperación del acervo técnico sobre obras de ingeniería costera e portuaria, incluyendo informaciones cartográficas, diseños técnicos, imágenes e informes;
- elaboración de estudios de riesgo para zonas costeras, contemplando aspectos ambientales, técnicos, de ingeniería y socioeconómicos;
- implementación de un programa de monitoreo ambiental permanente y a largo plazo, incluyendo parámetros meteorológicos, oceanográficos, geodésicos y geomorfológicos;
- implantación de una red de monitoreo ambiental para los ecosistemas más amenazados (como manglares, arrecifes de coral, etc.);
- actualización de la cartografía náutica, como condición para la realización de estudios de ingeniería costera, y la compatibilización cartográfica (*datum* vertical y horizontal) entre los mapas del IBGE y las cartas náuticas de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Brasil – DHN<sup>282</sup>, con el objetivo de construir un Modelo Digital de Terreno - MDT para la zona costera, incluyendo áreas emergidas y sumergidas;
- actualización de la cartografía terrestre de la franja costera entre los 0m y 20m de altitud, con una resolución vertical de 1m, o mayor, y *datum* vertical compatible con el de las cartas náuticas, englobando todo el ancho de las planicies costeras a partir de la línea de la costa;
- elaboración de directrices y de normas técnicas para las obras costeras y marítimas que incorporen los posibles impactos del cambio global del clima sobre las obras y construcciones;
- desarrollo de técnicas de perfeccionamiento biológico de manglares, teniendo como fin la reforestación;
- promoción del Gerenciamiento Costero Integrado, a partir de la integración de programas y planes de gestión de recursos hídricos y de gerenciamiento costero;

282 Órgano vinculado a la Marina de Brasil que tiene como propósitos: apoyar la aplicación del Poder Naval, por medio de actividades relacionadas a la hidrografía, oceanografía, cartografía, meteorología, navegación y señalización náutica, garantizar la calidad de las actividades de seguridad de la navegación que se hagan necesarias en el área marítima de interés de Brasil y en las vías navegables interiores, y también contribuir a proyectos nacionales de investigación en aguas jurisdiccionales brasileñas y de los resultantes compromisos internacionales. Para mayores informaciones vide: <<https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/index.html>>.

### 1.3.7 Áreas urbanas

- evaluación de la vulnerabilidad y mapeo de las áreas de riesgo de inundaciones y de derrumbes de laderas en las ciudades;
- levantamiento de los impactos económicos, sociales y ambientales en relación a eventos de naturaleza climática, como las inundaciones y derrumbes;
- evaluación de las posibilidades de abastecimiento de agua en grandes ciudades y fuentes alternativas de abastecimiento de agua en épocas de emergencia y posteriores a desastres;
- identificación de alternativas para los hogares de la población de bajos ingresos que vive en áreas de riesgo;
- reformulación del sistema vial y de recolección de los residuos cloacales, en especial en las ciudades costeras;
- reglamentación de las construcciones, por medio del Código de Obras y del Plan Director, adaptándolos a los escenarios futuros de cambio global del clima (aumento de la temperatura, lluvias intensas y elevación del nivel del mar);
- renaturalización (microclimas recreados, revegetación, drenaje, revitalización de cursos de agua) de las áreas urbanas;
- adopción de técnicas constructivas que se adapten a las temperaturas más elevadas, tales como tejados ecológicos, edificios con iluminación y ventilación naturales, etc.;

### 1.3.8 Salud humana

- investigaciones buscando el desarrollo y la aplicación de métodos de análisis de vulnerabilidad de la población a los efectos adversos del clima sobre la salud;
- análisis de la capacidad adaptativa política e institucional del Sistema Nacional de Defensa Civil y otras entidades vinculadas a la salud humana;
- actualización y ampliación de los estudios disponibles, por medio de la incorporación de datos e informaciones de otros sectores que sean de relevancia directa, como determinantes del estado de salud de la población (calidad/disponibilidad de agua; seguridad alimentaria, etc.);
- investigaciones para el perfeccionamiento del modelo de previsión de morbilidad (Modelo Brasileño

de Clima y Salud), con el objetivo de alertar anticipadamente a la sociedad sobre los cambios en las condiciones meteorológicas y climáticas.

- extensión de los estudios de modelado climático regional para la producción de escenarios de clima para períodos en un menor espacio de tiempo, buscando la compatibilización con escenarios socioeconómicos y de salud;
- identificar los impactos del cambio global del clima en la salud humana y su cuantificación física y financiera, incluyendo, entre otros puntos, informaciones sobre la producción de alimentos, los costos de tratamiento de enfermedades infecciosas endémicas y de contaminación atmosférica, morbilidad e impactos materiales;
- integración entre bancos de datos de defensa civil (municipios y estados) con órganos de asistencia médica, buscando una mejoría en la calidad del registro de daños a la salud causados por eventos climáticos extremos;
- instalación de sistemas enfocados a la vigilancia ambiental, epidemiológica y entomológica en lugares y situaciones seleccionadas, con el objetivo de detectar anticipadamente señales de efectos biológicos del cambio del clima (fenología, distribución geográfica de especies etc.).







# Capítulo 2

Investigación y Observación Sistemática

## 2 Investigación y Observación Sistemática

Según lo establecido por el artículo 4º, párrafo 1º, letra (g) de la Convención, varias investigaciones y actividades de observación sistemática relacionadas a la problemática del cambio global del clima vienen siendo desarrolladas en el país.

En ese contexto, equipos de investigadores brasileños están participando del esfuerzo internacional de programas mundiales de investigación relacionada al cambio global del clima, como el Sistema de Observación del Clima Global - GCOS (de la sigla en inglés de *Global Climate Observation System*), el Sistema de Observación Oceánica Global - GOOS (de la sigla en inglés de *Global Oceanic Observation System*), la Red Piloto de Investigación en el Atlántico Tropical - Pirata (de la sigla en inglés de *Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic*), entre otros.

De las iniciativas de investigación lideradas por Brasil, se destaca el Programa de Gran Escala de la Biósfera-Atmósfera en la Amazonia - LBA, que busca ampliar la comprensión del funcionamiento climatológico, ecológico, biogeoquímico e hidrológico de la Amazonia; del impacto de los cambios del uso de la tierra en ese funcionamiento; y de las interacciones entre la Amazonia y el sistema biogeofísico global de la Tierra. Los proyectos realizados en el ámbito del Programa Piloto para Protección de los Bosques Tropicales Húmedos en Brasil - PPG7, junto a la elaboración de modelos regionales de cambio global del clima, son otros de ejemplos de investigaciones de gran relevancia que están siendo desa-

rollados en el país. Se destacan además las investigaciones relacionando la glaciología y el cambio climático.

Finalmente, esta sección analiza la “Propuesta Brasileña”, o sea, el documento de Brasil intitulado “Elementos propuestos de un protocolo para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, presentado por Brasil en respuesta al Mandato de Berlín”, sometido en mayo de 1997. La propuesta pretende promover un cambio de paradigma para evaluar la responsabilidad histórica de cada país sobre las causas del cambio climático. Se basa en las contribuciones históricas y diferenciadas de cada país al aumento de la temperatura de la superficie terrestre, ocasionada por sus emisiones de gases de efecto invernadero de origen antropico desde la Revolución Industrial.

Así, se verifica que el país está cooperando y promoviendo investigaciones científicas y observaciones sistemáticas, buscando aclarar, reducir o eliminar las incertidumbres aún existentes en relación a las causas, a los efectos, a la magnitud y a la evolución en el tiempo del cambio climático.

### 2.1 Programas Mundiales de Clima

Varias iniciativas internacionales de investigación, generalmente realizadas bajo el auspicio de la OMM, y del IPCC, son desarrolladas a nivel mundial. Brasil participa, por medio de ellas, de un esfuerzo global, para una mejor comprensión de la situación presente y las perspectivas futuras del clima en el planeta, según es presentado en el Cuadro 2.1.

**Cuadro 2.1 Participación de Brasil hasta el 2010 en los programas mundiales de clima**

Programa / Proyecto Internacional	Actividades	Instituciones / Responsables
<b>Monitoreo y Recolección de Datos Internacionales</b>		
Sistema de Observación del Clima Global - GCOS	Garantizar la adquisición de informaciones para el monitoreo, detección del cambio climático; aplicar esas informaciones para el desarrollo socioeconómico e investigación para una mejor comprensión, modelado y previsión del clima	INMET (A. D. Moura) INPE/CPTEC (L. A. T. Machado)
Sistema de Observación Oceánica Global - GOOS	Recolectar, analizar y divulgar datos e informaciones de los océanos, de la región costera y de mares cerrados y semicerrados, con el objetivo de permitir previsiones confiables de las condiciones oceánicas y atmosféricas, además de facilitar el gerenciamiento de la región costera y proveer las necesarias investigación sobre los cambios del medio ambiente global.	DHN - Marinha (J. Romaguera Trotte)
<b>Programa Mundial de Investigación sobre el Clima - WCRP (de la sigla en inglés de World Climate Research Programme)</b>		
Experimento Global de Energía y Ciclo del Agua - GEWEX (de la sigla en inglés de <i>Global Energy and Water Cycle Experiment</i> )	Estudiar los procesos atmosféricos y termodinámicos que determinan el ciclo hidrológico global, su equilibrio y su ajuste a los cambios globales.	INPE (J. Marengo) USP (P. Silva Dias y M. A. Dias)
Previsibilidad y Variabilidad Climática - CLIVAR (de la sigla en inglés de <i>Climate Variability and Predictability</i> )	Investigar las variabilidades del sistema climático y medio de preverlas, por medio del monitoreo de las variaciones de las condiciones de la superficie (temperatura del mar, humedad del suelo y vegetación, nieve y cobertura de hielo), las cuales afectan el clima atmosférico.	INPE (J. Marengo y C. Nobre) USP (P. Silva Dias) UFPR (A. Grimm)

Procesos Estratosféricos y su Papel sobre el Clima - SPARC (de la sigla en inglés de <i>Stratospheric Processes And their Role in Climate</i> )	Concentrándose en la interacción de los procesos dinámicos, radioactivos y químicos, tiene como objetivo la construcción de una referencia climatológica estratosférica y el mejoramiento de la comprensión de las tendencias de la temperatura, ozono y vapor de agua en la estratosfera.	INPE (V. Kirchoff)
Sistema de Estudio del Clima Ártico - ACSYS (de la sigla en inglés de <i>Arctic Climate System Study</i> )	Comprender las variaciones del Océano Ártico y los cambios que incluyen los procesos mar-hielo.	INPE (A. Setzer)
<b>Programa Internacional Geosfera-Biósfera - IGBP (de la sigla en inglés de International Geosphere-Biosphere Programme)</b>		
Programa Internacional Geosfera-Biósfera - IGBP	Dirección del Programa Internacional Geosfera-Biósfera - IGBP. Programa de investigación que estudia el fenómeno del cambio climático global.	INPE (C. Nobre)
Cambio Global en Ecosistemas Terrestres - GCTE (de la sigla en inglés de <i>Global Change and Terrestrial Ecosystems</i> )	Entender como los cambios globales afectarán a los ecosistemas terrestres.	INPA (N. Higuchi)
Química Atmosférica Global Internacional - IGAC (de la sigla en inglés de <i>International Global Atmosphere Chemistry</i> )	Entender cómo es regulada la química de la atmósfera y cuál es el papel de los procesos biológicos en la producción y consumo de los gases presentes en pequeñas cantidades en la atmósfera.	USP/Instituto de Física (P. Artaxo)
Cambios Globales en escala de Paleoclimas - PAGES (de la sigla en inglés de <i>Past Global Changes</i> )	Descubrir cuáles fueron los cambios climáticos y ambientales significativos que hayan ocurrido en el pasado y cuáles fueron sus causas.	INPE (J. Marengo)
Análisis Global, Interpretación y Modelado - GAIM (de la sigla en inglés de <i>Global Analysis, Interpretation and Modelling</i> )	Desarrollar modelos pronósticos comprensivos del sistema biogeoquímico global y asociar esos modelos a los del sistema climático.	INPE (C. Nobre)
<b>Panel Intergubernamental de Cambios Climáticos - IPCC</b>		
Participación brasileña en la elaboración del Informe de Extremos Climáticos y Gerenciamiento de Riesgos - IPCC SREX (de la sigla en inglés de <i>Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation</i> )	Elaboración del Informe SREX-IPCC como "lead authors" relevante al IPCC AR5	INPE (J. Marengo, C. Nobre)
<b>Cooperación en el ámbito del Sistema de Ciencias de la Tierra - ESSP (de la sigla en inglés de Earth System Science Partnership)</b>		
Proyecto sobre el Sistema Global de Agua - GWSP (de la sigla en inglés de <i>Global Water System Project</i> )	Estudiar cómo el sistema de recursos de agua funciona y como podría ser afectado por factores humanos, en el contexto de impactos y adaptación de la sociedad	INPE (J. Marengo)
<b>Capacitación</b>		
Cambios climáticos e impactos en los ecosistemas y biodiversidad Andina - IAI-SCOPE (de la sigla en inglés de <i>Scientific Committee on Problems of the Environment</i> )	Desarrollar estudios de impactos del cambio global del clima en los ecosistemas Andinos	INPE (J. Marengo)
Sistema de Cambio Global para Análisis, Investigación y Entrenamiento - START (de la sigla en inglés de <i>Global Change System for Analysis, Research and Training</i> )	Desarrollar un sistema de redes regionales de colaboración entre investigadores e instituciones para realizar pesquisas sobre los aspectos regionales del cambio global, evaluar sus causas e impactos, así como ofrecer informaciones relevantes a los formuladores de políticas y de los gobernantes, principalmente aumentando la capacitación de los países en desarrollo.	INPE (C. Nobre)
Evaluación de Impactos y Adaptación al Cambio del Clima - AIACC (de la sigla en inglés de <i>Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change</i> )	Desarrollar un sistema de entrenamiento regional para proyectos de START sobre el uso de escenarios climáticos globales y regionales referentes a estudios de evaluación de vulnerabilidad al cambio global del clima.	INPE (J. Marengo)

## 2.2 Programa Pirata

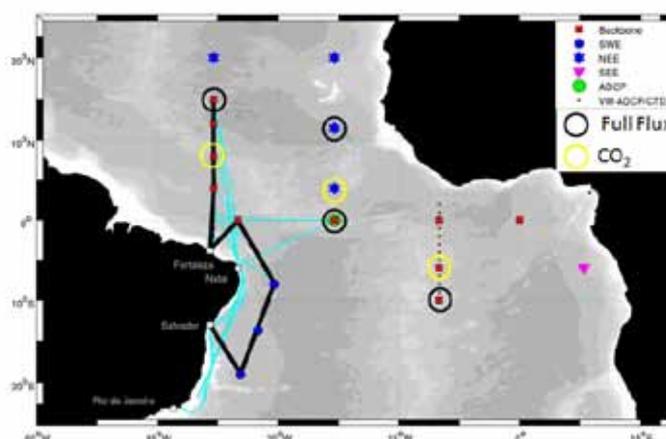
La Red Pirata es un proyecto involucrando a investigadores brasileños, franceses y norteamericanos, implementado por medio de la cooperación internacional incluyendo al Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales - INPE, representando a Brasil; el *Metéo France* y el Instituto de Investigaciones para el Desarrollo - IRD (sigla en francés de *Institut de Recherche pour le Développement*), representando a Francia; y la Administración Nacional Atmosférica y Oceánica de Estados Unidos - NOAA (sigla en inglés de *National Oceanic and Atmospheric Administration*), representando a EE.UU. El citado proyecto es considerado como uno de los cinco mayores programas oceanográficos del mundo. En Brasil, el Proyecto Pirata es dirigido por el Comité Nacional del Proyecto Pirata, que cuenta con cinco instituciones, que nominalmente son: el INPE, que preside el Comité; la DHN; el Instituto Oceanográfico de la Universidad de São Paulo - IOUSP; la Fundación Cearense de Meteorología - FUNCEME; y el INMET. También contribuyen al Proyecto Pirata Brasil el Laboratorio de Meteorología de Pernambuco - LAMEPE y la Universidad Federal de Pernambuco - UFPE.

El proyecto consiste en la implantación, en el Océano Atlántico tropical, de un sistema piloto que permite la obtención de datos atmosféricos y oceánicos, el cual contó con el lanzamiento y mantenimiento de doce boyas "Atlas" (de la sigla en inglés de *Autonomous Temperature Line Acquisition System*), entre 1997 y el 2000, ancladas en altamar, en el medio del Océano Atlántico y próximas al Ecuador, alcanzando una profundidad de hasta cinco mil metros. Más recientemente (junio/2010), el proyecto pasó a contar con un total de diecisiete sistemas anclados, siendo diez provenientes del arreglo original a lo largo del Ecuador (35W, 23W, 10W, 0W) y en las longitudes 38W (4N, 8N, 12N e 15N) y 10W (6S, 10S), y siete en dos extensiones sudoeste, lanzadas en el 2005, y al noreste, en el 2007. La extensión sudoeste de la red Pirata cuenta con tres sistemas "Atlas", anclados a lo largo de la costa brasileña en las latitudes de Recife, Salvador y Vitória, a aproximadamente 500 kilómetros de la costa. La extensión noreste cuenta con cuatro sistemas "Atlas", siendo tres a lo largo del meridiano 23W sobre el Atlántico tropical norte y uno a 20N, en la longitud 38W del arreglo original.

Las boyas, conjuntamente con mareógrafos y estaciones meteorológicas dotadas de Plataformas de Colecta de Datos - PCD en los archipiélagos de São Pedro y São Paulo y en Fernando de Noronha, miden la temperatura y la salinidad de la camada superficial del mar hasta 500 m de profundidad, obteniendo datos sobre las condiciones meteorológicas y el nivel del mar de la región. Los datos obtenidos

son transmitidos vía satélite por medio de los servicios ARGOS<sup>283</sup> e INPE/SCD<sup>284</sup>, quedando disponibles casi en tiempo real en Internet. Paralelamente, un subconjunto de las boyas del arreglo Pirata mide continuamente las concentraciones de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> disueltos en el agua del mar. En la Figura 2.1 se muestran esquemáticamente la distribución espacial y las variables monitoreadas en la red Pirata.

**Figura 2.1 Arreglo de las boyas "Atlas" del Proyecto Pirata en abril del 2009 e itinerario<sup>285</sup> de las comisiones oceanográficas Pirata-BR. (abril del 2009)**



Nota: la línea marcada en negro representa el itinerario de la comisión Pirata BR-XI  
Fuente: NOBRE & URBANO, 2010.

Los datos obtenidos auxilian a los investigadores a comprender mejor las interacciones océano-atmósfera y la propia circulación oceánica en la región del Atlántico Tropical, posibilitando la formulación de modelos de previsión estacional del clima en esa región y en las áreas continentales subyacentes.

Durante la fase piloto del programa Pirata, de 1997 al 2000, se evaluaron los problemas de ingeniería, logística y de mantenimiento que pudiesen surgir en la implementación de tal sistema de observación. Durante la fase de consolidación, del 2001 al 2007, fueron puestos a prueba la longevidad de los procedimientos de mantenimiento y mejorados los aspectos logísticos de intercambio de materiales entre Estados Unidos, Brasil y Francia. A partir del 2008, la red entró en su fase "permanente", o sea, se transformó en una red de referencia internacional de monitoreo del Atlántico Tropical, reconocida por los paneles WCRP/*Atlantic Panel* y el *Oceans Observations Climate Panel* - OOCF. Las informaciones levantadas por el Pirata son una gran contribución para el esfuerzo internacional de investigación emprendido por el Programa Mundial de

283 Argos es un sistema de Satélite artificial que recolecta, procesa y disemina información ambiental desde plataformas fijas y móviles en todo el mundo.

284 SCD es el satélite brasileño de recolección de datos.

285 El término "derrota" significa el trayecto seguido por la embarcación durante un crucero oceanográfico.

Investigación Climática - WCRP (sigla en inglés de *World Climate Research Program*), especialmente para las actividades posteriores al *Tropical Ocean Global Atmosphere - TOGA (CLIVAR-GOALS)*, que realizó el monitoreo del Océano Pacífico con las mismas directrices, entre 1985 y 1994.

La construcción de las boyas, el armado de los equipamientos y su mantenimiento, están siendo financiados por la NOAA. Brasil fue responsable por la instalación de siete boyas entre 1998 y 1999 y tres sistemas adicionales en el 2005, dos mareógrafos y estaciones meteorológicas situadas en Fernando de Noronha (por el LAMEPE) y en los Archipiélagos de São Pedro y São Paulo (por la cooperación entre la DHN y el INPE), con gastos que superan los US\$ 15 millones en costos de equipamiento y gastos vinculados a la navegación en altamar, de aproximadamente cuarenta días de mar por año en el período de 1998 al 2009.

Brasil tiene un gran interés por el programa Pirata. Ese interés del país deriva del hecho de que, desde el punto de vista meteorológico y oceanográfico, se hace necesario un permanente monitoreo de esa región, incluidos los aspectos del transporte del calor inter-hemisférico que ocurre en la subsuperficie del océano de aquella región. Además, los datos colectados son imprescindibles para la mejoría de la previsión climática, así como para realizar previsiones del tiempo en un plazo más corto. Las anomalías de temperatura acaban determinando eventos extremos de lluvias en el Noreste del país, solamente previsibles si hay un acompañamiento permanente de esa variable.

Con más de 350 mil archivos de datos distribuidos gratuitamente por la página del PMEL/NOAA vía Internet y 85 artículos publicados en revistas con el cuerpo editorial en el período de 1998 al 2008, el Proyecto PIRATA se constituye en una demostración de éxito científico y en un ejemplo de cooperación internacional en el ámbito del monitoreo oceánico global para estudios de variabilidad climática y de cambio global del clima. Sobre los principales resultados y aprendizajes durante los primeros diez años de existencia del Proyecto Pirata (1998-2007), fue publicado un artículo científico en el Boletín de la Sociedad Americana de Meteorología - BAMS (sigla en inglés de *Bulletin of the American Meteorological Society - BAMS*), en agosto del 2008 (BOURLÉS *et al.*, 2008).

## 2.3 Programa a Gran Escala de la Biósfera-Atmósfera en la Amazonia - LBA

En el 2007, el LBA<sup>286</sup> se transformó en un programa de gobierno, renovando la agenda de investigación iniciada en 1998, cuando el programa era mantenido por un acuerdo de

286 Vide <<http://lba.cptec.inpe.br/lba/index.html>>.

cooperación internacional. El LBA es una red que reúne innumerables investigadores cuyo objetivo es el de entender el papel de la Amazonia como una entidad regional en el sistema Tierra. La investigación en el LBA está orientada por el reconocimiento de que la Amazonia está bajo un proceso de rápidas e intensas transformaciones, relacionadas a su desarrollo y ocupación. Así, se busca entender como los cambios en el uso de la tierra y en el clima podrán afectar los procesos biológicos, químicos y físicos, y también el desarrollo sustentable de la región, además de su interacción con el clima global.

El LBA está centrado en dos cuestiones tratadas por medio de investigaciones multidisciplinares que integran estudios en ciencias físicas, químicas, biológicas y sociales:

- ¿Cómo la Amazonia funciona como una entidad regional?
- ¿Cómo los cambios en el uso de la tierra y del clima afectan las funciones biológicas, químicas y físicas de la Amazonia, incluyendo la sustentabilidad de la región y la influencia de la Amazonia en el clima global?

### 2.3.1 Primera Fase del LBA

Las actividades en el LBA cubrieron siete componentes de investigación: clima físico; dinámica del carbono; biogeoquímica; química atmosférica; hidrología de superficie y química del agua; cambios en el uso y cobertura de la tierra; y dimensiones humanas de los cambios ambientales en la Amazonia. Los seis primeros temas fueron desenvueltos en su plano científico inicial (LBA - Plano Científico Conciso, 1996) mientras que el séptimo tema fue incorporado a partir de una recomendación del Comité Científico Internacional del LBA, en el 2002.

En el ámbito del LBA se da énfasis a las observaciones y análisis que ampliarán la base de conocimientos sobre la Amazonia en seis áreas: física del clima, almacenamiento e intercambio de carbono, biogeoquímica, química de la atmósfera, hidrología y usos de la tierra, y cobertura vegetal. La red está delineada para tratar sobre las cuestiones principales levantadas en la Convención, proporcionando una base de conocimientos orientada al uso sustentable de la tierra en la Amazonia. Para eso, son utilizados datos y análisis para definir el estado presente del sistema amazónico y su respuesta a las perturbaciones actuales, pudiendo ser complementados con resultados de modelos para proporcionar un entendimiento en relación a posibles cambios en el futuro.

El LBA combina nuevos instrumentos analíticos y experimentos innovadores y multidisciplinares en una síntesis que ge-

nera nuevos conocimientos, con la intención de enfocar cuestiones aún pendientes. El experimento proporciona también un nuevo entendimiento de los controles ambientales en los flujos de energía, agua, carbono, nutrientes y gases entre la atmósfera, la hidrósfera y la biósfera en la Amazonia, sentando las bases científicas en el proceso de formulación de políticas orientadas al uso sustentable de los recursos naturales de la región. Además, el perfeccionamiento de las capacidades y de las redes de investigación en los países de la Amazonia asociados al LBA, motiva la formación y la investigación aplicada para el desarrollo sustentable.

El LBA fue complementado con un grupo de módulos de investigación, cada uno de los cuales incluye un subconjunto de objetivos y financiamiento específico. Las contribuciones de Brasil cubren todos los módulos. Durante una primera fase, una contribución fundamental fue dada por el módulo LBA-ECO de la NASA, en el ámbito de un Término de Ajuste Complementar al Tratado de Cooperación Científica Brasil-Estados Unidos. Otros módulos de investigación importantes incluyen también las siguientes investigaciones: *Tropical Rainfall Measuring Mission - LBA - TRMM-LBA*, *Atmospheric Mesoscale Campaign - AMC*, *Cooperative LBA Airborne Regional Experiment - CLAIRE*, *European Studies on Trace Gases and Atmospheric Chemistry - EUSTACH*, *Brazilian-European Study of the Carbon Cycle of Amazonia - CARBONCYCLE* e *LBA-HYDROMET*. El LBA ejecutó las investigaciones en el ámbito de cada módulo de forma paralela, integrando el conocimiento por medio de varias medidas: planificación conjunta de los programas; uso compartido de sitios de investigación, equipamientos y apoyo logístico; intercambio de datos por medio del Sistema de Datos e Informaciones del LBA - LBA-DIS; desarrollo de modelos de simulación acoplando procesos-clave de la química, de la física y de la biología, actuando en varias escalas temporales y espaciales; síntesis conjunta e integración de resultados. La coordinación científica de esas actividades depende de las recomendaciones del Comité Científico del LBA - CC-LBA.

Durante la primera fase del LBA, los módulos principales de investigación dieron origen a actividades de campo en 1998, y la mayoría de esas actividades fue concluida en el 2005. El diseño de los trabajos de campo cubrió transectos de clima y de uso y cobertura de la tierra, basado en regiones de la Amazonia donde la conversión de la floresta o la explotación selectiva de madera afectaban la estructura del paisaje. El diseño basado en dos transectos dependió de los aportes de todos los módulos del LBA. La cooperación, articulación y uso compartido de la infraestructura le permitieron a Brasil la implementación de esa experiencia científica singular en términos mundiales.

### 2.3.2 Resultados de la Primera Fase del LBA

En el contexto del cambio climático y sus impactos esperados, hay una proyección de que hasta el fin del siglo, un 43% de las 69 especies arbóreas estudiadas estén extintas en la Amazonia (MILES *et al.*, 2004). El mayor impacto sería sentido en el noreste de la Amazonia y el menor impacto sería en el oeste, en términos de redistribución de especies y biomas. Un 40% de las florestas en la Amazonia reaccionaría sensiblemente a una leve reducción de la precipitación; eso puede significar que la vegetación tropical, la hidrología y el sistema climático en América del Sur cambiarían rápidamente para otro estado, no necesariamente presentando etapas graduales entre la situación actual y la futura.

De la misma forma en que fueron realizados avances significativos en el conocimiento de la física del clima, de la química atmosférica y de mecanismos de la hidrología de superficie en la Amazonia, el LBA también promovió estudios sobre los ciclos biogeoquímicos, pero aún no resolvió definitivamente si la región es una fuente o un sumidero de carbono.

Sin embargo, el LBA ya produjo muchos resultados sobre el ciclo del carbono en ecosistemas naturales y en áreas afectadas por los cambios en el uso de la tierra. Las investigaciones basadas en partes del proyecto RAINFOR en toda la Amazonia mostraron una fuerte tendencia de crecimiento de la floresta y de la acumulación de biomasa aérea (MALHI *et al.*, 2004). Esa tendencia es especialmente acentuada en las florestas del oeste amazónico, pero su causa sigue siendo desconocida. Las medidas de los flujos de CO<sub>2</sub> también muestran una tendencia predominante de almacenamiento de carbono por las florestas, con ejemplos de sitios que parecen haber sufrido perturbaciones ecológicas, como es evidenciado por las grandes cantidades de madera muerta (SALESKA *et al.*, 2003). Esos estudios de flujos también cambiaron la concepción sobre la estacionalidad de las florestas amazónicas. Varios sitios mostraron un mayor almacenamiento líquido de carbono durante la estación de sequía, en comparación a la estación lluviosa, posiblemente debido a la disponibilidad de agua en suelos profundos.

En los estudios desarrollados en la primera parte del programa LBA demostraron que los cambios en el uso y cobertura de la tierra, como la conversión de florestas en pastajes, alteran substancialmente las características físicas y químicas de los ríos de primero y segundo orden, influenciando la estructura y el funcionamiento de pequeños ríos.

Fue también demostrado que las áreas ribereñas pueden tener una importancia regional desproporcional al tamaño

de sus áreas. Existen señales preliminares de que parte del CO<sub>2</sub> fijado vía fotosíntesis en los bosques de tierra firme sea descompuesto en esas áreas marginales, siendo transformado nuevamente en CO<sub>2</sub> o metano. Los mecanismos de transporte de esa materia orgánica para las áreas fluviales son aún inciertos, como también lo es la magnitud de esas transformaciones.

En la primera fase del LBA, cuatro cuestiones centrales definían el componente de cambios de uso y cobertura de la tierra: cuáles son las tasas y mecanismos de conversión de florestas en campos de cultivo, y cuál es la importancia relativa de estos usos de la tierra; a qué tasas las áreas abandonadas son convertidas en florestas secundarias, cuál es el destino de esas áreas y cuáles son los patrones dinámicos de conversión y abandono de tierras; cuál es el área de floresta afectada anualmente por la explotación maderera; cuáles son los posibles escenarios de futuros cambios de cobertura de la tierra en la Amazonia.

Fue obtenido un avance significativo en el entendimiento de la intensidad y la extensión de la explotación maderera en la Amazonia y los posibles daños ambientales causados por esa actividad. Hay estudios innovadores que señalaron que la explotación maderera era más significativa en términos de área y con impactos sobre áreas remanecientes. Aproximadamente un 16% del área explotada se convierte en área deforestada al año siguiente, y cerca del 32% es desforestada en 4 años. Esto significa que la explotación maderera no precede inmediatamente a la deforestación, pero es una forma de disturbio que en sí aumenta el área que sufre el impacto de las actividades humanas (ASNER *et al.*, 2005).

Así, el cambio del uso de la tierra puede afectar los procesos ambientales, especialmente los relacionados al funcionamiento de ecosistemas a largo plazo (DEFRIES *et al.*, 2004). Esos cambios a largo plazo fueron evaluados por medio del análisis de varios resultados del LBA (FOLEY *et al.* (2007). Resultados indicaron cuatro ejemplos de procesos ambientales negativamente afectados por la deforestación y la degradación forestal: almacenamiento de carbono, flujo hidrológico, influencia sobre el clima regional y vectores de enfermedades.

Aun tomando como punto de partida las dos cuestiones fundamentales del LBA - comprender cómo la Amazonia funciona como un sistema regional y cómo los cambios en el uso y cobertura de la tierra y del clima pueden afectar ese funcionamiento - el LBA no pretendió ignorar una tercera cuestión, que es la de la posición del hombre frente a los cambios ambientales regionales y globales (ALVES *et al.*, 2004).

Fueron realizados esfuerzos significativos en torno a las investigaciones relativas a las dimensiones humanas de los cambios ambientales en la Amazonia en el ámbito del LBA. En un primer momento, las cooperaciones *ad-hoc* fueron incentivadas a discutir cuestiones científicas identificadas por la comunidad del Programa, particularmente para un mejor entendimiento de los procesos de cambio de uso y cobertura de la tierra. Esta acción catalizó la construcción de puentes más sólidos con las ciencias sociales, inicialmente trayendo a investigadores de ese ámbito para el Comité Científico, y posteriormente promoviendo iniciativas sistemáticas o programáticas. Entre esas iniciativas se destacan un levantamiento de la producción científica en ciencias humanas. La realización de seminarios y cursos dedicados al tema, junto a varias publicaciones, pueden ser considerados como los resultados más significativos de este componente del proyecto (COSTA *et al.*, 2007).

### 2.3.3 Propuesta para una Segunda Fase del LBA

Desde el punto de vista científico, a pesar de los notables avances en los últimos años, aún existen importantes lagunas de conocimiento que motivan una segunda fase del LBA, mereciendo destaque los siguientes puntos:

- el futuro de la floresta amazónica y su papel en el sistema global;
- procesos ambientales de la floresta;
- absorción de CO<sub>2</sub> en la biomasa forestal y los ecosistemas amazónicos;
- relación entre la deforestación, cantidad y patrón de precipitación;
- tasas de deposición seca y húmeda de nutrientes en la Amazonia;
- integración de los procesos que se dan en la Amazonia pre-andina;
- indicadores y modelos de sustentabilidad;
- relación de los cambios climáticos y medio ambiente con la salud humana;
- escalonamiento de los estudios de escala local a regional;
- aspectos socioeconómicos vinculados a los cambios de uso y cobertura de las tierras;
- cambios en los sistemas de producción en la Amazonia;
- biotecnología y las cadenas productivas regionales;

## 2.4 Modelado Climático sobre América del Sur Utilizando el Modelo Regional Eta para la Previsión del Tiempo, Clima y Proyecciones de Escenarios de Cambio Climático

El modelo Eta es un modelo atmosférico completo para producir simulaciones numéricas de tiempo y clima. En Brasil, el modelo es utilizado por el INPE, y pasa por desarrollo en el CPTEC<sup>287</sup>, identificado generalmente como Eta/CPTEC. Ese modelo, de área limitada, tiene su dominio sobre el continente sudamericano e incluye parte de los océanos Atlántico y Pacífico adyacentes. El modelo funciona operacionalmente en el modo de previsión del tiempo para plazos de hasta 11 días de antelación en 40 km; 7 días en 20 km y 3 días en 5 km, en este último caso, solamente para la región Sudeste. Actualmente el modelo también funciona para generar proyecciones climáticas estacionales, con resoluciones horizontales de 40km. Debido a la mayor resolución espacial, el modelo regional puede resolver mejor la orografía y las características de la superficie que los modelos globales o Modelos de Circulación General - GCMs (de la sigla en inglés de *Global Circulation Models*). Para América del Sur, con la presencia sobresaliente de la Cordillera de los Andes, la respuesta del modelo a sistemas sinópticos y subsinópticos es crucial, particularmente para las regiones Sur y Sudeste, frecuentemente barridas por fenómenos meteorológicos como frentes fríos y células convectivas profundas.

El modelo Eta-CPTEC mostró ser capaz de producir una previsión climática con meses de antelación para América del Sur en rondas continuas. Los resultados fueron comparados a las proyecciones del GCM, con el fin de evaluar la contribución positiva de las rondas regionales. Las proyecciones estacionales climáticas con el modelo regional mostraron que la mayor resolución puede ofrecer más detalles a las proyecciones, particularmente en los casos de temperatura próxima a la superficie y de lluvia. La magnitud de las variables previstas fue, en general, más próxima a las observaciones. Debe recordarse que parte de la calidad de las proyecciones regionales depende de la calidad de la previsión del modelo global. El modelo regional Eta-CPTEC presentó proyecciones de lluvia de buena calidad, siendo los mejores índices obtenidos en la región centro-sur de América del Sur, así como en la Amazonia. De esa forma, las proyecciones estacionales continuas y operacionales, similares a aquellas realizadas con un modelo global del clima<sup>288</sup>, son realizadas con el modelo regional Eta. Una nueva versión con más capas de suelo, dinámica y física modificadas, está siendo desarrollada y probada en el CPTEC. Una evaluación de las proyecciones en relación a la versión anterior está en marcha. Cuando los índices de acier-

to se muestren superiores, una climatología de 10 años será construida y la nueva versión substituirá a la anterior en la generación de las proyecciones climáticas estacionales.

Una versión del modelo Eta (denominado Eta CCS - *Climate Change Studies*) fue usada para generar escenarios futuros de clima para el período 2071-2100, en el contexto del proyecto MMA-PROBIO y GOF-UK (Gobierno Británico) (MARENGO *et al*, 2009). Las proyecciones medias para el período 2071-2100 para la Amazonia varían de 4 a 8 °C para el escenario de altas emisiones A2 (pesimista) y de 3 a 5 °C para el escenario de bajas emisiones B2 (optimista) (Figura 2.2), con una gran variación espacial. Para la región Noreste, el calentamiento puede llegar hasta los 4 °C en el escenario pesimista A2 y hasta los 2-3 °C en el escenario optimista B2. En el escenario A2, el calentamiento en las regiones Centro-Oeste y Sudeste puede llegar hasta los 4-6 °C, mientras que el escenario B2 presenta valores de hasta 2-3 °C. En el Sur, el escenario A2 sugiere un calentamiento de aproximadamente 3-4 °C en el escenario A2 y hasta 2-3 °C en el escenario B2. Aun cuando el calentamiento sea mayor en la región tropical de América del Sur para los varios modelos regionales utilizados, las proyecciones de estos modelos difieren sobre dónde se da el mayor calentamiento (arriba de los 8 °C): en la Amazonia oriental o en la Amazonia occidental, depende del modelo regional utilizado. Cabe resaltar que el modelo versión Eta CCS, usado en estas rondas, no considera aumentos en la concentración de CO<sub>2</sub>.

Más recientemente, nuevas corridas fueron hechas con una nueva versión del modelo, el Eta-CPTEC, que utiliza las condiciones del modelo HadCM3, un modelo global con océano-atmósfera acoplados, el cual considera cambios en la concentración de CO<sub>2</sub> efectivo<sup>289</sup>, la variación del estado de la vegetación, así como la utilización de un diferente esquema de nubes. Los resultados de las rondas con la nueva versión del modelo han mostrado una mejor calidad en la representación de la lluvia, la temperatura y los vientos, al ser comparados con los datos observacionales del clima presente, del período 1961-1990. Los escenarios futuros fueron producidos para el período del 2011-2100, con 4 miembros (variaciones) de las rondas del Modelo HadCM3. Esta nueva versión fue desarrollada en el contexto del proyecto de la Segunda Comunicación Nacional de Brasil a la Convención (MCT/PNUD Proyecto BRA/O5/G31)<sup>290</sup>. Se espera introducir, en una próxima fase, más gases de efecto invernadero, a partir del cambio del esquema de radiación del modelo, además de incluir un esquema con vegetación dinámica que permita verificar las respuestas de los tipos de biomas, de la vegetación natural y de los suelos predominantes al estado climático futuro. Al mismo tiempo, están siendo buscadas mejoras en el mapeo de la superficie.

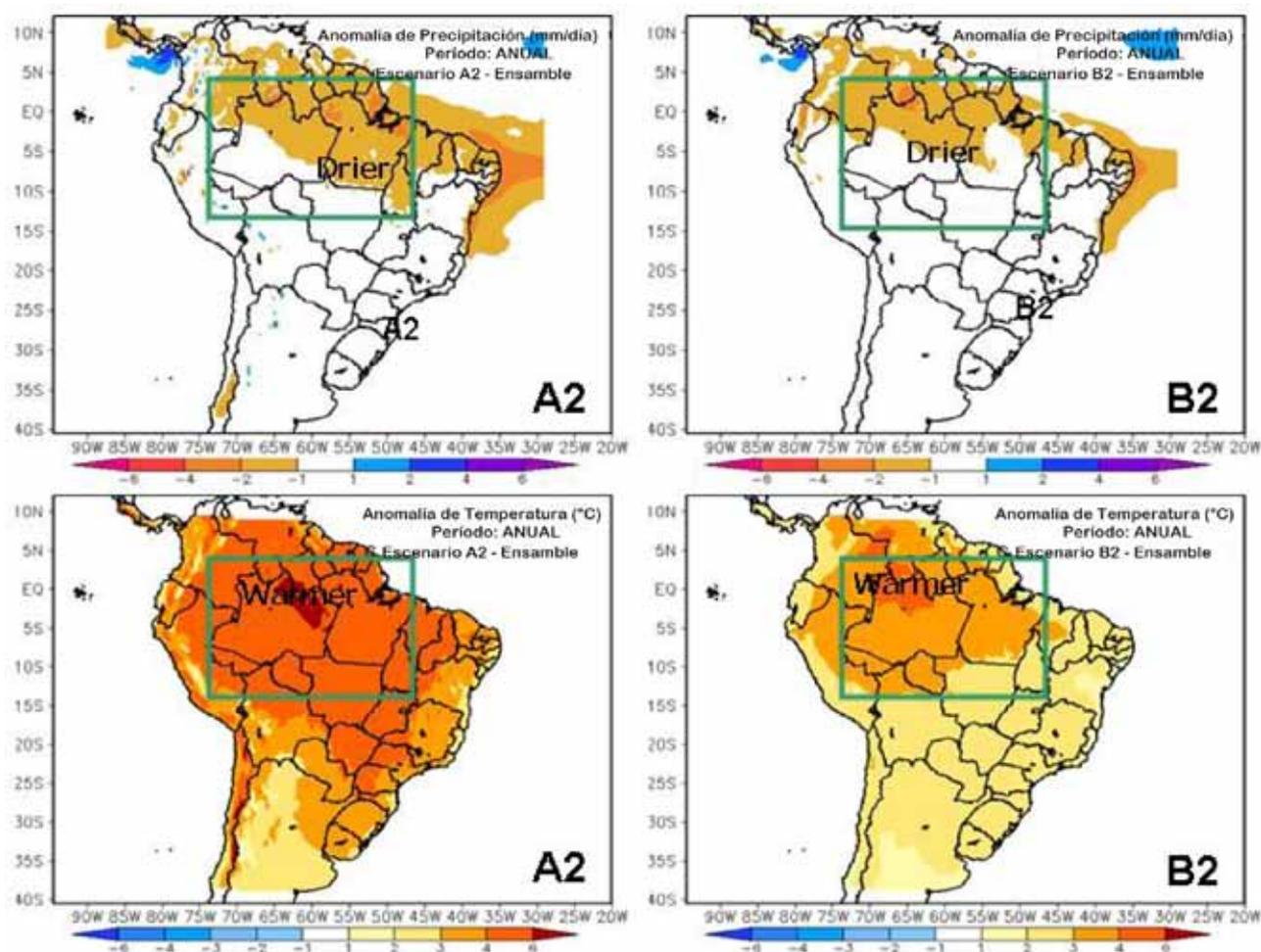
<sup>289</sup> Recibe la denominación de CO<sub>2</sub> efectivo porque los efectos de los otros gases están en el CO<sub>2</sub>. Los perfiles de CO<sub>2</sub> de los escenarios están basados en CO<sub>2</sub> efectivo, ya que no todos los modelos tienen la complejidad de incluir los procesos radioactivos de todos los gases y aerosoles de efecto invernadero.

<sup>290</sup> Vide Parte III.B.11, sobre el Modelo Eta-CPTEC.

<sup>287</sup> Vide en esta Parte la sección 4.6 sobre Centro de Previsión del Tiempo y Estudios Climáticos - CPTEC/INPE

<sup>288</sup> Vide Parte III.B.1, sobre el Programa de Modelado de Escenarios Futuros de Cambio Climático.

**Figura 2.2 Anomalías anuales de lluvia (panel superior, en mm/día) y temperatura (panel inferior, en °C) para América del Sur, período 2071-2100 en relación a 1961-90, para los escenarios IPCC A2 (pesimista) e IPCC B2 (optimista)**



\* Las proyecciones representan la media aritmética de los escenarios producidos por los modelos regionales Eta CCS, RegCM3 y HadRM3P (50 km de resolución).  
Fuente: AMBRIZZI *et al.*, 2007.

Actualmente, el INPE está desarrollando el Modelo Brasileño del Sistema Climático Global - MBSCG<sup>291</sup>. El desarrollo de este modelo reúne a la comunidad brasileña de especialistas en estudios y modelado del sistema climático y sus componentes (ejemplo: atmósfera, océanos, biósfera, criósfera<sup>292</sup>, aerosoles y química y métodos computacionales) para diseñar sus atributos y mecanismos. Hasta el momento, el proceso de construcción del MBSCG tuvo como resultado una mayor integración entre los equipos de investigadores de las instituciones involucradas en el proyecto. Como resultado, el MBSCG, que actualmente utiliza el modelo de componente atmosférico del CPTECINPE, tam-

291 Vide Parte III, sección B.1.2, sobre el Modelo Brasileño del Sistema Climático Global - MBSCG.

292 Regiones cubiertas permanentemente por hielo y nieve.

bién contará con la posibilidad de integración con el modelo componente atmosférico del CSIR (de la sigla en inglés de *Council for Scientific and Industrial Research*), de Sudáfrica. En la parte de modelado de procesos de superficie, la inclusión del modelado de fuego forestal y los impactos de las plumas de humo en la circulación y composición química atmosférica, son destacados de los desarrollos en curso. En el modelado oceánico, los principales resultados incluyen el acoplamiento del modelo oceánico MOM4 versión p0 con el modelo atmosférico global del CPTEC.

El modelo componente de superficie, denominado *Integrated Land Model - INLAND*, está en desarrollo a partir del modelo *Integrated Biosphere Simulator - IBIS*, el cual cuenta con un ciclo de carbono terrestre, fotosíntesis y

procesos ecofisiológicos, dinámica de vegetación y un modelo hidrológico de superficie de los ríos. Al modelo IBIS le serán agregados el modelo de fuego forestal (natural y antropogénico) y el detalle de la cobertura vegetal sobre América del Sur. El modelo de superficie también incorporará el modelo hidrológico de superficie de alta resolución espacial y la representación de áreas inundables, además del modelo de culturas agrícolas, que deberá representar, por lo menos, cuatro de los principales cultivos agrícolas brasileños. Están en marcha las inclusiones del modelo CATT (de la sigla en inglés de *Coupled Aerosol and Tracer Transport model*) de modelado químico y de los aerosoles en el modelo atmosférico global del CPTEC.

Se pretende reflejar los esfuerzos del desarrollo del Modelo Brasileño del Sistema Climático Global - MBSCG en los estudios de impacto, vulnerabilidad y adaptación en el ámbito de la Tercera Comunicación Nacional de Brasil para la Convención.

## 2.5 Programa Antártico Brasileño - Proantar

La condición de Brasil como país atlántico, el séptimo más próximo a la región de la Antártida, así como a las influencias de los fenómenos naturales allí ocurridos, justifica el histórico interés brasileño sobre el continente austral. Brasil adhirió al Tratado de la Antártida en 1975, habiendo desarrollado, en 1982, el Programa Antártico Brasileño - Proantar/Brasil, que estableció las directrices políticas para las exploraciones científicas en aquel continente, considerando su importancia para la humanidad y especialmente para Brasil. El programa es una acción gubernamental gerenciada por la Secretaría de la Comisión Interministerial para los Recursos del Mar - SECIRM.

La región antártica es un componente esencial del sistema ambiental global, y la región en la que actúa Brasil presenta una de las más rápidas respuestas a los cambios globales en la última década. Los procesos atmosféricos, oceánicos y criosféricos que allí ocurren afectan directamente el clima de Brasil. El continente y el océano que circundan a la Antártida funcionan como un laboratorio vivo, en especial en los asuntos relacionados al cambio climático. La investigación antártica brasileña contempla, la comprensión de las interacciones entre sistemas y procesos naturales en la Antártida y los hechos que tienen lugar en la región terrestre, marina y espacial de Brasil.

El Programa Antártico Brasileño es un programa de Estado cuyo objetivo mayor es la ciencia. Este programa viene apoyando proyectos de investigación de forma ininterrumpida hace más de 28 años. Como resultado de ese esfuerzo, las series históricas y continuas de datos recolectados en la

Antártida garantizan un papel nacional activo en las decisiones sobre la preservación ambiental y el futuro político de la región y del océano austral.

La participación científica brasileña en la Antártida es organizada por el MCT, apoyando, por medio del CNPq, el fomento a la investigación glaciológica brasileña. En el ámbito del MCT fue también creado el Comité Nacional de Investigaciones Antárticas - Conapa, con el propósito de definir las directrices científicas del Proantar. El Conapa recientemente aprobó la Política Nacional de C&T en la Antártida, un marco de la creciente importancia que Brasil le da a la investigación en aquella región. Tal política cumple los compromisos asumidos por el país en los actos internacionales de los cuales es signatario, que establecen la estructura jurídica general y orientan las acciones de los países en aquella región. Esas acciones tienen por objetivo alcanzar metas comunes de uso de la Antártida para fines pacíficos, especialmente por medio de la investigación científica, del libre intercambio de informaciones y de la protección del medio ambiente, incluidos en el régimen conocido como Sistema del Tratado de la Antártida. El carácter interdisciplinar y la integración del esfuerzo de los investigadores de diferentes especialidades, así como la cooperación internacional, han sido fuertemente estimulados, como prevé la Política Nacional de C&T para la Antártida.

El apoyo logístico a los proyectos de investigación del Proantar es dado por la Marina de Brasil, comprendiendo la operación del Navío de Apoyo Oceanográfico Ary Rangel y el Navío Polar Almirante Maximiano, la instalación y mantenimiento de campamentos glaciológicos, así como el transporte de investigadores. Esas últimas actividades cuentan además con la colaboración de la Fuerza Aérea Brasileña - FAB. Actualmente, el apoyo logístico para expediciones glaciológicas también es contratado en la iniciativa privada, con recursos del MCT.

### 2.5.1 Investigación de la Criósfera: Programa Antártico y Andes

La investigación de la masa de hielo planetaria (la criósfera) por parte de la comunidad científica brasileña tuvo un rápido avance desde la Comunicación Nacional Inicial de Brasil para la Convención. Tal crecimiento se debe al reconocimiento del papel del manto de hielo del continente antártico (13,6 millones de kilómetros cuadrados de hielo, con una espesura media de 1.829 m, 90% del volumen de la criósfera) como uno de los controladores del sistema climático sudamericano. Esa enorme masa fría tiene un papel tan importante como la Amazonia en la circulación atmosférica global. Ese hielo, si fuese derretido totalmente, equivaldría a un aumento de 60 me-

tros en el nivel medio de los mares. Cualquier pequeña modificación en el mismo tendrá como consecuencia implicaciones importantes para el país, y especialmente para las regiones costeras. El hielo antártico es extremadamente sensible a los cambios ambientales y podrá reaccionar de forma brusca - aún no conocida totalmente, al cambio climático ocasionado por la acción humana. De esa manera, la comunidad glaciológica está interesada principalmente en entender cómo ese hielo interactúa con otras partes del sistema ambiental terrestre y cuál es su respuesta a los cambios globales (principalmente a aquellos debidos a la actividad humana), además de monitorear los cambios en el volumen y la extensión del hielo planetario.

El interés científico en la región también es justificado por la importancia de los estudios de la estratigrafía y la química de la nieve del hielo polar y de los glaciares de altitud que ofrecen una de las mejores técnicas paleoclimáticas, posibilitando la reconstrucción de la evolución de la atmósfera a lo largo de los últimos 800 mil años. Cabe destacar que la determinación de las concentraciones de gases de efecto invernadero ( $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$ ) en el pasado solo es posible por esa técnica.

A lo largo de los últimos cinco años, el aumento de las inversiones oriundas principalmente de recursos del MCT, posibilitó un rápido avance de la investigación de la criósfera, con los siguientes puntos de destaque:

- Participación en varias expediciones científicas para recolección y análisis de vestigios de hielo que permitan investigar las conexiones climáticas entre la Antártida y América del Sur a lo largo de los últimos 1000 años.
- Inicio de las investigaciones glaciológicas brasileñas en los Andes, incluyendo las primeras investigaciones sobre el papel de los hielos bolivianos y peruanos en el balance hídrico de la cuenca del río Madeira (parte de la cuenca del río Amazonas).
- Creación de un Centro Polar y Climático - CPC en la Universidad Federal de Rio Grande do Sul - UFRGS, en Porto Alegre - RS, para liderar la investigación glaciológica brasileña en la Antártida, en América del Sur, y en breve en el Ártico.
- Creación e implementación del Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología de la Criósfera, incluyendo a 7 laboratorios que tienen convenios en cuatro estados del país, bajo la coordinación general del CPC/UFRGS. El programa incluye el montaje del laboratorio nacional de vestigios de hielo y el laboratorio de sensoramiento remoto de la criósfera..

## 2.6 Modelo Simplificado de Cambio Climático

El documento de Brasil intitulado "Elementos propuestos de un protocolo para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático", sometido en mayo de 1997, presentó dos elementos para discusión en relación al proceso del Mandato de Berlín. El primer elemento era el de establecer la responsabilidad histórica de cada país relación a las causas del efecto invernadero. El segundo elemento estableció la idea de un Fondo de Desarrollo Limpio para substituir el concepto impopular en la época de la implementación conjunta y acabar con el impase Norte-Sur que estaba creciendo durante el proceso. La cuantificación del principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas era una de las metas básicas subyacentes a la propuesta.

El primer problema enfrentado al escribir la propuesta, buscando cambiar el abordaje de las causas (emisiones) para los efectos (calentamiento global), fue el establecimiento de un criterio objetivo para medir el cambio climático.

Es de suma importancia establecer la relación entre las emisiones antrópicas líquidas y el resultante cambio del clima. Al mismo tiempo en que se reconoce que ese fenómeno deberá tener una distribución geográfica compleja, sería importante que hubiese una única medida del cambio global del clima.

La variable elegida para medir el cambio del clima fue el cambio en la temperatura media de la superficie global. Ese criterio está íntimamente vinculado a la realidad física del calentamiento provocado por el efecto invernadero, una propiedad no aplicable a las emisiones absolutas. Por otro lado, la temperatura media de la superficie global puede ser usada como un indicador del calentamiento global, y la atribución de la responsabilidad histórica del país puede ser hecha en términos de la contribución relativa individual de cada país al aumento total de la temperatura. El núcleo del modelo corresponde a un proceso de acumulación doble, que es la esencia del calentamiento global. La acumulación de emisiones aumenta las concentraciones, y para cada nivel anual de concentraciones, la acumulación de la energía depositada en la superficie terrestre aumenta la temperatura media de la superficie global.

El cambio en la temperatura también es una medida objetiva del cambio climático, ya que puede ser argumentado que los efectos perjudiciales del cambio del clima tienen una cierta proporcionalidad en relación a la misma.

Debe destacarse que las incertezas restantes en el conocimiento actual del valor absoluto del cambio de temperatura

prevista, no afectan las conclusiones sobre la contribución relativa de los países. La sensibilidad del clima es el aumento medio de la temperatura de la superficie de la Tierra, que corresponde a la duplicación de la concentración de CO<sub>2</sub>, en relación a la concentración antes de la Revolución Industrial, que era de 280ppmv. El intervalo probable para la sensibilidad del clima está entre 1,5°C y 4,5°C. Los futuros perfeccionamientos, en la medida en que disminuyan progresivamente las incertidumbres, pueden ser fácilmente incorporados actualizando las constantes de calibrado de la proporcionalidad, con el fin de mejorar la exactitud de los resultados absolutos, sin perjuicio del ajuste de la contribución relativa.

Reconstruyendo la serie de emisiones antrópicas por fuentes y remociones por sumideros de gases de efecto invernadero en todos los sectores en el pasado, es posible calcular la parte relativa del aumento total de la temperatura que puede ser atribuida a cada país individualmente. Por lo tanto, una estimativa de la responsabilidad relativa de un dado país por contribuir al calentamiento global, puede ser hecha inclusive con la incertidumbre actual relativa al aumento absoluto de la temperatura, que puede ser atribuido solamente al efecto invernadero.

Considerando que la Convención contiene el fundamental principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas, la propuesta brasileña proporciona un criterio objetivo para la diferenciación de las responsabilidades. Es también un medio de cuantificar la responsabilidad relativa de los países desarrollados en relación a los países en desarrollo, como resultado de su contribución a las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero en 1990, cuando fue iniciado el proceso de negociación de la Convención<sup>293</sup>.

Utilizando ese abordaje simplificado, fue realizada una evaluación de la responsabilidad relativa de los países del Anexo I en contraposición a la de los países no Anexo I, a lo largo del período que se extiende hasta el año 2200, llevando en consideración la concentración estimada en 1990, atribuida a ambos grupos de países. Los datos históricos publicados sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> de los sectores de energía y de cemento para cada país, en el período de 1950 a 1990, fueron utilizados<sup>294</sup> en conjunto con una extrapolación retroactiva para el período anterior a 1950, para estimar así las concentraciones atmosféricas en 1990.

293 La estimativa de la concentración inicial de cada país en 1990 puede llevar en consideración las diferencias en puntos de partida de cada Parte, conforme es mencionado en el artículo 4.2(a) de la Convención del Clima.

294 Esos datos fueron obtenidos en el Laboratorio Nacional de Oak Ridge (Estados Unidos). Esa es una recolección de datos amplia y muy bien hecha. El actual conjunto de datos disponible fue mejorado después de la sumisión de la propuesta brasileña. Vide <<http://cdiac.esd.ornl.gov/>>.

El efecto de las emisiones de los otros gases de efecto invernadero no fue considerado debido a la falta de datos disponibles. Sin embargo, se sabe que ese efecto es pequeño si es comparado al del CO<sub>2</sub>, de acuerdo al Segundo Informe de Evaluación del IPCC. Además, el tiempo de vida relativamente corto del CH<sub>4</sub> en la atmósfera tiende a disminuir la importancia de las emisiones históricas de ese gas.

La propuesta brasileña cuestiona que el Potencial de Calentamiento Global - GWP, no representa de forma adecuada la contribución relativa de los diferentes gases de efecto invernadero al cambio climático. El uso del GWP para el metano llevaría, así, a políticas inadecuadas de mitigación. Paralelamente, su uso enfatiza acentuadamente, e de forma errónea, la importancia de los gases de efecto invernadero con cortos períodos de permanencia en la atmósfera.

Meira Filho & Miguez (2000) demostraron que el GWP del IPCC es un caso especial del potencial de calentamiento global generalizado. Entre las métricas presentadas en el AR4 del IPCC, está el *Global Temperature Potential* - GTP, descrito por Shine *et al.* (2005), que implementa el potencial de calentamiento global generalizado, según fue propuesto en el año 2000.

Por esos motivos, las emisiones de CO<sub>2</sub> de los sectores de energía y de cemento son probablemente una buena *proxy* para la estimativa del aumento de la temperatura media de la superficie global, con el propósito de evaluar la responsabilidad relativa de los países del Anexo I y no Anexo I.

Las conclusiones desmitifican la relevancia de la discusión sobre el año en que serán igualadas las emisiones de los países del Anexo I y las de los no Anexo I, ya que en ese año hipotético la responsabilidad por causar el calentamiento global todavía será atribuida en gran parte a los países del Anexo I.

Un proceso de revisión de ese modelo fue establecido en el ámbito del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico de la Convención - SBSTA (sigla en inglés de *Subsidiary Body on Scientific and Technical Assessment*) para considerar la propuesta brasileña<sup>295</sup>. Varios países también establecieron grupos de investigadores para analizar el nuevo abordaje propuesto.

El SBSTA, en su 28ª sesión, decidió concluir sus consideraciones sobre el asunto. En esa misma sesión el SBSTA concordó en que el trabajo realizado hasta el momento, en el ámbito de la propuesta brasileña, había establecido una metodología robusta para cuantificar las contribuciones

295 Vide <[http://unfccc.int/methods\\_and\\_science/other\\_methodological\\_issues/items/1038.php](http://unfccc.int/methods_and_science/other_methodological_issues/items/1038.php)>.

históricas al cambio del climático, y que su trabajo ofreció informaciones muy útiles. El SBSTA observó que hay incertezas en relación a los datos referentes a emisiones históricas, particularmente en relación al cambio en el uso de la tierra y bosques. El SBSTA también notó que los resultados del trabajo realizado en el ámbito de la Propuesta Brasileña pueden ser relevantes para el trabajo de las Partes en el ámbito de otros órganos y otros procesos en el ámbito de la Convención y de su Protocolo de Kyoto<sup>296</sup>.

---

296 FCCC/SBSTA/2008/6, párrafos 109-113.

Todavía hay mucho trabajo por hacer para que se pueda crear un consenso sobre una métrica para el cambio climático que considere, al mismo tiempo, equidad y responsabilidad, y que sea aceptada por todos los países. Sin embargo, es innegable que la Propuesta Brasileña ha representado un importante paso en ese sentido.





# Capítulo 3

Educación, Entrenamiento y  
Concientización Pública

### 3 Educación, Entrenamiento y Concientización Pública

En conformidad con el artículo 4º, párrafo 1(i) de la Convención, "todas las Partes, llevando en cuenta sus responsabilidades comunes, pero diferenciadas, y sus prioridades de desarrollo, objetivos y circunstancias específicos, nacionales y regionales, deben promover y cooperar en la educación, el entrenamiento y la concientización pública en relación al cambio del clima, y estimular la más amplia participación en ese proceso, inclusive la participación de organizaciones no gubernamentales". Debe destacarse también que el artículo 6º de la Convención aborda directamente esta cuestión.

El hecho de que el país haya sido el anfitrión de la Cúpula de la Tierra, en 1992, facilitó el acceso de los brasileños a las cuestiones relativas al cambio climático. Sin embargo, en general, la mayor parte de la población aún no tiene informaciones más específicas sobre el cambio climático y tampoco acerca de la Convención, aunque el tema esté siendo abordado de forma creciente por parte de los medios de comunicación. Sin embargo, se reconoce que el cambio global del clima es una cuestión técnica y compleja, difícil de ser comprendida por no especialistas.

A pesar de esas dificultades, se ha ampliado la educación, la concientización pública y el entrenamiento sobre las cuestiones relacionadas al cambio del clima.

El sitio de Internet brasileño sobre cambio climático MCT, ha contribuido al aumento de la concientización pública sobre el asunto, disponibilizando informaciones sobre todo el proceso de negociación de la Convención, las principales referencias sobre la ciencia del clima y la preparación de la Comunicación Nacional. Fueron también publicadas en portugués las versiones del texto oficial de la Convención y del Protocolo de Kyoto, junto a artículos de periódicos y revistas, incluyendo además la realización de seminarios y debates que ayudan en la divulgación de un tema que hasta hace poco tiempo era desconocido en el país.

El Fórum Brasileño de Cambios Climáticos - FBMC, presidido por el Presidente de la República, creado en le 2000, busca promover la concientización y la movilización de la sociedad en torno al tema del cambio global del clima.

También son de gran importancia los programas Procel en las Escuelas y Conpet en las Escuelas, especialmente dirigidos a niños y adolescentes, por medio de la cooperación con las instituciones de aprendizaje. Sus objetivos son ampliar la conciencia de los profesores y los alumnos sobre la

importancia de usar la energía eléctrica, los derivados de petróleo y gas natural de la mejor forma posible, divulgando ampliamente actitudes con ese fin.

#### 3.1 Concientización en Brasil sobre las Cuestiones Relativas al Cambio Climático

##### 3.1.1 Sitio Oficial en *Internet* sobre Cambio Climático

La construcción de un sitio oficial brasileño sobre cambio climático en la *World Wide Web*, iniciada en septiembre de 1995, cuando la Internet era todavía incipiente en Brasil, fue una idea pionera e innovadora que ha colaborado de forma significativa al desarrollo de las Comunicaciones Nacionales de Brasil y contribuido al aumento de la concientización pública sobre el asunto en el país. El sitio en *Internet* de la CGMC/MCT (<http://www.mct.gov.br/clima>) constituye, así, una herramienta importante para la implementación de los compromisos brasileños asumidos en el ámbito de la Convención.

Reflejando todo el proceso de preparación de las Comunicaciones Nacionales, el sitio reúne y disponibiliza toda la información generada por diversas instituciones y especialistas involucrados en la preparación de los inventarios de gases de efecto invernadero y otros documentos, incluyendo las informaciones para contacto de cada especialista responsable por la preparación de los mismos.

Además, es por medio del sitio que el país ejecuta su programa de control y garantía de calidad de los resultados generados para la elaboración de las Comunicaciones Nacionales, especialmente por medio de la realización de Consultas Públicas sobre cada documento producido, dando así un subsidio a las Comunicaciones Nacionales, garantizando la transparencia y posibilitando la participación de especialistas no involucrados directamente en el proceso, pero que desean hacer comentarios, críticas y sugerencias.

De esa forma, el sitio brasileño de cambio del clima en *Internet* ha fortalecido la capacidad de la unidad de coordinación, ayudando a descentralizar la preparación de las Comunicaciones Nacionales y permitiendo una participación completa de todas las instituciones relevantes, independientemente de la localización de cada una.

El sitio también posibilita que textos importantes sean disponibilizados en portugués para todo Brasil, así como para los otros países de lengua portuguesa, como es el caso del texto completo de la Convención y del Protocolo de Kyoto; documentos relativos a las negociaciones en el ámbito de la

Convención, especialmente las decisiones de las Conferencias de las Partes; documentos sobre la implementación del Protocolo de Kyoto en Brasil; documentos e informaciones sobre la Política Nacional sobre Cambio Climático; y documentos, discursos y propuestas que reflejen la posición brasileña sobre el tema. Paralelamente, son incluidas informaciones existentes en Internet relacionadas al cambio del clima consideradas como relevantes, conteniendo tanto informaciones para iniciantes como datos científicos bien detallados (como es el caso de los informes del IPCC).

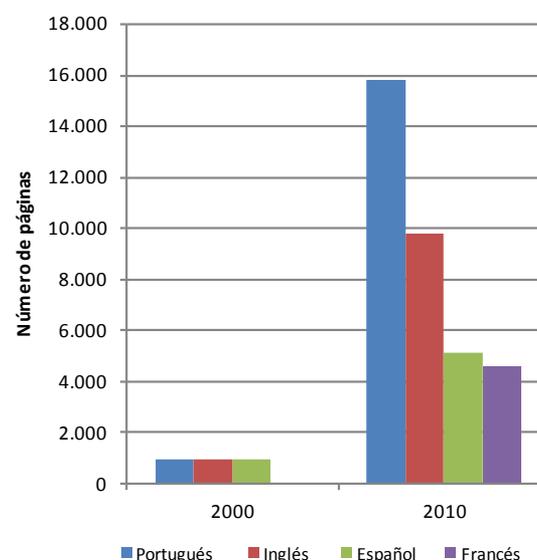
Además de ser el lugar en donde la información es divulgada, el sitio también es el lugar donde la información puede ser obtenida, ya que deja claro cuáles son las atribuciones de la unidad de coordinación, identificando quién es quién e informando cómo hacer solicitudes y encaminar preguntas. La Internet ha sido un medio eficaz para colocar al público externo en contacto directo con el equipo de la coordinación, la cual ha buscado aclarar las dudas de estudiantes, periodistas y profesionales de otras áreas.

Como es desarrollado actualmente en cuatro idiomas – portugués, inglés, español y francés – el sitio brasileño de cambio climático va más allá del público del país, siendo también, de esa forma, una fuente de referencia internacional, lo que facilita la inserción de Brasil en el debate global sobre cambio climático.

En el año 2000, ocasión en que fue realizado el levantamiento para elaborar el texto de la Primera Comunicación Nacional de Brasil, estaban disponibles cerca de 3.000 páginas, apenas en tres idiomas, ya que el país aún no había implementado el sitio en francés, hecho que ocurrió en el 2003.

En septiembre de 2010, el total de páginas disponibles superó en diez veces el levantamiento hecho en el 2000, debido a que, en la ocasión en que fue hecho levantamiento para elaborar el texto de este documento, la página contaba con 35.363 páginas publicadas en cuatro idiomas. Tal resultado se debe, fundamentalmente, a la ejecución del proyecto de la Segunda Comunicación Nacional de Brasil, que posibilitó la reformulación, mantenimiento, actualización y ampliación de ese sitio en Internet, como ilustra la Figura 3.1.

**Figura 3.1 Evolución del número de páginas en idioma portugués, inglés, español y francés en el sitio de Internet oficial brasileño sobre cambio climático**



Fuente: CGMC-MCT, 2010.

De forma general, el uso de la Internet ha contribuido a garantizar la calidad del trabajo, facilitando la concientización pública, permitiendo una mejor disseminación de las informaciones y un mayor alcance de la Convención y su implementación en Brasil.

### **Relevancia del Sitio Brasileño Sobre Cambio Climático**

Google realiza uno de los más importantes y eficientes levantamientos de clasificación de sitios en Internet, denominado *Google PageRank*. El sistema *PageRank*<sup>297</sup> (TM) es usado por el sitio de búsqueda *Google* para ayudar a determinar la relevancia o importancia de una página.

Hasta 1998, las herramientas de búsqueda contaban el número de veces que una palabra aparecía en un sitio de Internet para determinar su relevancia, lo que representaba un sistema totalmente abierto a la manipulación. La innovación del *Google* fue contar el número de entradas en los *links* a partir de otras páginas en Internet. Tales *links* actúan como “votos” sobre lo que los usuarios de *Internet* creen ser un buen contenido. Más *links* sugieren que un sitio de Internet es útil, así como más citaciones de un libro sugieren que él es mejor.

<sup>297</sup> Sistema desarrollado por *Google*.

Sin embargo, aunque el sistema de *Google* haya tenido una mejoría, también estaba abierto al abuso por parte de los "link spams", creados apenas para eludir el sistema. Los ingenieros de la empresa percibieron que la solución sería considerar los resultados de búsquedas en los cuales los usuarios realmente accedían y permanecían. Una investigación en el *Google* podrá tener como resultado 2 millones de páginas en un cuarto de segundo, pero los usuarios generalmente quieren apenas una página y, al elegirla, ellos le "dicen" a *Google* lo que están buscando. Así, el algoritmo fue readaptado para automáticamente alimentar aquella información de vuelta al servicio, dando eficiencia al sistema y obteniendo resultados confiables.

Cuanto mayor es el *pagerank* de un sitio, mayor es su importancia. La mayor parte de los sitios de Internet tienen un *pagerank* 0, según informaciones de *Google*.

En el caso específico del sitio brasileño de cambio climático, de acuerdo al *Google PageRank*, a cada 10 (diez) investigaciones realizadas en Internet sobre el tema cambio climático, 8 (ocho) son direccionadas al sitio brasileño de cambio del clima, figurando una relevancia de 8/10, como puede ser observado en la Figura 3.2.

**Figura 3.2 Relevancia del sitio oficial de Internet de cambio del clima en Brasil según el PageRank**



Fuente: Levantamiento realizado en el sitio de Internet <http://pagerank.gratuita.com.br>.

## 3.2 Fórum Brasileño de Cambios Climáticos

El Fórum Brasileño de Cambios Climáticos - FBMC, presidido por el Presidente de la República, fue creado<sup>298</sup> con el objetivo de involucrar a la sociedad civil organizada en las discusiones referentes al cambio global del clima, concientizar y movilizar a la sociedad para el debate y la toma de posición sobre los problemas derivados del cambio global del climático y para el MDL. El FBMC debe auxiliar al gobierno en la incorporación de las cuestiones sobre cambio global del clima en las diversas etapas de las políticas públicas.

El Fórum cuenta con la participación de Ministros de Estado, así como de personalidades y representantes de la sociedad civil, designadas por el Presidente de la República, con un notorio conocimiento, o que sean agentes con un relevante conocimiento en cambio climático.

El FBMC contribuyó recientemente de forma significativa a la elaboración tanto del Plan Nacional de Cambio Climático como a la Política Nacional sobre Cambio Climático, coordinando audiencias públicas y reuniones sectoriales que tuvieron como resultado importantes subsidios para esos procesos.

Una de las atribuciones del Fórum es estimular la creación de Foros (*fora*) estatales de cambio climático, debiendo realizar audiencias públicas en las diversas regiones del país.

Los Foros estatales son un importante medio de concientización y movilización de la sociedad a nivel estadual, para la discusión sobre el cambio global del clima. Actualmente, 14 estados brasileños constituyeron sus Foros estatales de cambio del clima: Bahia, Ceará, Espírito Santo, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo y Tocantins.

En la ciudad de São Paulo fue creado el Comité Municipal sobre Cambios Climáticos y Económicos. En el estado de Minas Gerais, en Belo Horizonte, fue creado el Comité Municipal sobre Cambios Climáticos y Ecoeficiencia.

El FBMC viene, desde su creación, promoviendo varias actividades y divulgando informaciones diversas relacionadas al tema del cambio global del clima, las cuales pueden ser verificadas en el sitio de Internet del Fórum<sup>299</sup>.

298 Decreto nº 3.515, del 20 de junio del 2000.

299 Vide <http://www.forumclima.org.br>.

### 3.3 Programas de Educación en Conservación de Energía Eléctrica y Uso Racional de Derivados de Petróleo y Gas Natural

#### 3.3.1 El Procel en las Escuelas

El Procel en las Escuelas es un proyecto que disemina informaciones de combate al desperdicio de energía, desarrollado por el Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica - Procel, dirigido a los niños y adolescentes por medio de instituciones de enseñanza.

Las directrices para las acciones del Procel en las Escuelas, firmadas en 1993 a partir de un Acuerdo de Cooperación Técnica entre el MME y el MEC, disponen lo siguiente:

- capacitar a los profesores del nivel fundamental y medio para trabajar, con sus alumnos, los aspectos del combate al desperdicio de electricidad, incluyendo el Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial - SENAI y el Servicio Nacional de Aprendizaje Comercial - SENAC;
- desarrollar materiales pedagógicos y didácticos sobre energía, a ser distribuidos gratuitamente al cuerpo docente y discente;
- establecer una forma de involucrar a los alumnos de las escuelas técnicas de nivel medio y de las instituciones de enseñanza superior, para que utilicen los recursos tecnológicos de combate al desperdicio de energía, creando un cambio de hábito en su utilización.

Por medio de la cooperación entre el MME y el MEC, el Procel en las Escuelas realiza un esfuerzo para posibilitar que los profesores de la educación básica (infantil, fundamental y media), actúen como multiplicadores/orientadores de actitudes antidesperdicio de energía eléctrica, junto a sus alumnos.

#### *El Procel en la Educación Básica*

El Procel en la Educación Básica es un proyecto interdisciplinario de la Eletrobras/Procel y de las concesionarias de energía eléctrica del país. Funciona en el área de educación, dentro del tema transversal del medio ambiente, incluyendo a profesores de todas las disciplinas aplicadas en las escuelas.

Para que las informaciones se procesen con éxito, el canal de comunicación es la Educación Ambiental, utilizando la metodología "La Naturaleza del Paisaje - Energía - Recurso de la Vida". Ese material<sup>300</sup> fue dirigido a diferentes grupos

etarios y distribuido en las escuelas. Hasta el 2007, cerca de 19,36 millones de alumnos estaban incluidos en ese nuevo universo de informaciones.

La operacionalización del Procel en la Educación Básica es de responsabilidad de las concesionarias de energía eléctrica, que reciben un entrenamiento específico para el trabajo, y posteriormente establecen una relación institucional con el área de educación para la implementación del proyecto. Las escuelas deben dirigirse a su órgano superior para participar institucionalmente del proyecto, por medio de la concesionaria de energía eléctrica local.

Se estima que entre 1990 y el 2008, gracias a los resultados alcanzados por el proyecto Procel en la Educación Básica, hubo una economía acumulada de energía de cerca de 2.841.912.000 kWh. Cada alumno que participó en el Proyecto Procel en las Escuelas correspondió a cerca de 84kWh/año de desperdicio evitado de energía. Con la metodología "La Naturaleza del Paisaje - Energía", ese valor pasó a 150kWh/año en promedio, por alumno entrenado, conforme puede ser verificado en el Cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1 Resultados alcanzados por el proyecto Procel en la Educación Básica hasta diciembre del 2008**

Año	Cantidad de alumnos	Economía: kWh/alumno/año	Economía total kWh/año	Economía Acumulada kWh
1990	100.000	84	8.400.000	8.400.000
1991	150.000	84	12.600.000	21.000.000
1992	170.000	84	14.280.000	35.280.000
1993	180.000	84	15.120.000	50.140.000
1994	200.000	84	16.800.000	67.200.000
1995	200.000	84	16.800.000	84.000.000
1996	271.948	84	22.843.000	106.843.000
1997	319.276	84	26.811.000	133.662.000
1998	800.000	84	67.200.000	208.862.000
1999	1.000.000	84	84.000.000	284.862.000
2000	1.500.000	84	126.000.000	410.862.000
2001	2.000.000	150	300.000.000	710.862.000
2002	1.500.000	150	225.000.000	935.862.000
2003	3.000.000	150	450.000.000	1.385.862.000
2004	2.500.000	150	375.000.000	1.760.862.000
2005	2.000.000	150	300.000.000	2.060.862.000
2006	3.000.000	150	450.000.000	2.510.862.000
2007	1.602.000	150	240.300.000	2.751.162.000
2008	605.000	150	90.750.000	2.841.912.000

Fuente: Procel, 2010. Disponible en: <<http://www.eletrobras.gov.br/elb/procel/main.asp?TeamID={47593290-EFB7-4E08-92A2-8E6679154F7F}>>.

<sup>300</sup> El Procel en las escuelas trabaja según la Ley de Directrices y Bases de la Educación Nacional - LDB, dentro del tema transversal "Medio Ambiente".

### *Procel en las Instituciones de Enseñanza Superior*

El Proyecto "Procel en las Instituciones de Enseñanza Superior" tiene por objetivo diseminar la materia "Conservación y Uso Eficiente de Energía entre los cursos de graduación en Ingeniería de diversas instituciones brasileñas de nivel superior.

Esta actividad del Procel tiene como objetivo transformar al profesor en el elemento central de la diseminación de las informaciones de eficiencia energética ante sus alumnos, para transmitir los temas relativos a la conservación de energía, enfocando principalmente los conceptos prácticos y tecnológicos de la eficiencia energética. Los profesores podrán, también, enseñar la disciplina a otros profesores, por medio de seminarios en las principales instituciones de enseñanza superior del país. Además, los alumnos de nivel superior, paralelamente al cambio de hábitos, podrán relacionarse con herramientas de eficiencia energética y pasar a ser grandes colaboradores de la conservación de energía.

### *Procel en las Escuelas Técnicas*

El Procel también desarrolla un proyecto piloto en las escuelas técnicas, realizado en cooperación con el Centro Federal de Educación Tecnológica de Bahía - CEFET-BA, en Salvador, con el objetivo de establecer contenidos específicos sobre la conservación de energía, con foco tanto en el cambio de hábitos como en la eficiencia energética. El proyecto, en fase experimental en el propio CEFET-BA, después de ser evaluado, será seguramente extendido a los demás centros federales de educación tecnológica - CEFETs del país.

Esta actividad del Procel también busca un cambio en las actitudes que llevan al desperdicio de energía eléctrica, así como transformar al profesor en el elemento central para la expansión de los proyectos, permitiendo que él transmita a los alumnos los temas relativos al combate del desperdicio de energía por medio de la eficiencia energética, consolidando así un cambio de hábitos en el uso eficiente de la energía eléctrica.

### **3.3.2 El Conpet en la Escuela**

El Programa Nacional de Racionalización del Uso de los Derivados del Petróleo y del Gas Natural - Conpet - fue creado por el Gobierno Federal en 1991. El Conpet es un programa que involucra a órganos gubernamentales y a entidades privadas encargados de su planificación, ejecución y acompañamiento, con el objetivo de promover el uso eficiente de la energía.

El objetivo principal del Conpet en la Escuela es el de integrar y motivar a los profesores a que sean agentes para la

concientización y transformación de los hábitos y actitudes, no solo de sus alumnos, sino también de la propia escuela y de su comunidad, en lo concerniente a las cuestiones relacionadas a la energía, la sociedad y la preservación de los recursos naturales y del medio ambiente.

Se asume que esa es la manera más eficaz y permanente de concientizar, a mediano plazo, a la sociedad brasileña, en relación a la preocupación con el uso eficiente de los derivados del petróleo y del gas natural.

El proyecto involucra a los educadores/alumnos de la 5ª a la 9ª serie de enseñanza fundamental de las redes de educación pública y privada, con la posibilidad de expandir y adaptar su metodología para incluir a los alumnos de la enseñanza de nivel medio.

Con el respaldo de un convenio firmado entre el MME y el MEC, la Petrobras estableció convenios con Secretarías estatales de Educación y/o de Medio Ambiente, Asociaciones de Escuelas de Enseñanza, posibilitando la implantación del proyecto en las escuelas de las redes públicas y privadas, en los diversos estados del país.

La metodología, aplicada con éxito desde 1992, consiste en trabajar con el profesor y no directamente con los alumnos. Además de dar carácter permanente al proceso en las aulas, esta metodología hace del profesor un verdadero socio del proyecto, en la sensibilización y motivación del alumno sobre las cuestiones de conservación de energía.

Así, le es presentado al profesor un programa de perfeccionamiento de los conocimientos sobre el petróleo, el gas natural y sus derivados, además de ofrecerle conocimiento sobre nociones básicas de geopolítica del petróleo y políticas de eficiencia energética, para capacitarlo y motivarlo, buscando su comprometimiento en relación al proyecto, facilitando el desarrollo del asunto en la clase. Los resultados del programa, hasta el 2009, son presentados en el Cuadro 3.2.

**Cuadro 3.2 Evolución de los resultados del proyecto "El Conpet en la Escuela"**

Año	Talleres	Estados	Municipios	Escuelas	Profesores
2005	46	5	261	685	2349
2006	56	5	136	1409	3180
2007	81	7	49	1720	4596
2008	96	10	80	2061	4995
2009	100	8	214	2014	5497
<b>Total</b>	<b>379</b>	<b>10</b>	<b>740</b>	<b>7889</b>	<b>20617</b>

Fuente: Conpet, 2010. Disponible en: <<http://www.conpet.gov.br/>>.

### ***Conpet a Distancia***

Esta es una propuesta de trabajo que articula la enseñanza, la investigación y la extensión, principalmente esta última, por medio de un curso con una carga de 80 horas, ofrecido en la modalidad a distancia y orientado al tema medio ambiente y eficiencia energética, a partir de una propuesta de formación de los profesores que está comprometida con la sustentabilidad, tomando en cuenta los principios de la responsabilidad social, educacional y profesional de todos los integrantes del proyecto.

El Conpet a Distancia tiene como objetivo capacitar a los profesionales de la Educación Básica para fomentar, junto

al cuerpo docente, el debate ambiental y el desarrollo de acciones que promuevan la educación para la sustentabilidad y los valores de la eficiencia energética, alineando el contenido curricular a la legislación vigente.

El público al cual se apunta son profesores de la Educación Básica, de las redes pública y privada, gestores educacionales (administradores, coordinadores, supervisores, orientadores), buscando construir nuevos conocimientos y la formación de valores sociales, induciendo un desarrollo cada vez más sustentable; buscando también la proposición de planes de prevención; la eficiencia energética; y la búsqueda de soluciones, dentro de las posibilidades y limitaciones de la Educación Ambiental existente en las escuelas.





# Capítulo 4

Formación de Capacidad Nacional y Regional

## 4 Formación de Capacidad Nacional y Regional

Brasil tiene necesidades especiales relativas a la estructura institucional para lidiar con las cuestiones relacionadas al cambio del clima. El desarrollo de recursos humanos es uno de los principales objetivos que incluyen la formación de capacidad nacional y regional, considerando que este tema es una nueva área de estudio y hay pocos cursos especializados sobre el asunto.

En este capítulo son descritas las iniciativas de formación de capacitación nacional relacionadas al cambio climático. En el ámbito regional, se destaca el papel desarrollado por el Instituto Interamericano para Investigaciones en Cambios Globales - IAI, organización intergubernamental dedicada a la investigación. En relación a la investigación, en el ámbito nacional, se destacan las actividades de la Red Clima, instituida a fines del año 2007, y del Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología para Cambios Climáticos. El capítulo además aborda la cuestión del aumento de la participación de los científicos brasileños en el proceso del IPCC, así como la reciente creación del Panel Brasileño de Cambio del Clima, siguiendo la línea del IPCC. Son abordados además los esfuerzos del país en relación a los escenarios futuros de cambio climático por parte del CPTC/INPE y del CCST/INPE.

Son relatadas también en este capítulo las iniciativas de cooperación en relación a la formación de capacidad regional de Brasil con otros países en desarrollo (cooperación Sur-Sur). Como ejemplo de la formación de capacidad regional, es relatado el entrenamiento sobre modelado de escenarios regionales futuros de cambio del clima para países de América Latina y del Caribe. En el ámbito de la formación de capacidad nacional, Brasil ha también colaborado con la formación de capacidad referente a la elaboración de Comunicaciones Nacionales y al MDL en otros países en desarrollo.

### 4.1 Instituto Interamericano para Investigaciones en Cambios Globales - IAI

El IAI fue creado en 1992 para actuar en el ámbito del continente americano. Es una organización intergubernamental dedicada a la investigación, con sede en la ciudad de São José dos Campos, estado de São Paulo, Brasil, cuyo objetivo es el de desarrollar la capacidad científica, buscando la comprensión del impacto integrado de los cambios globales presentes y futuros en el medio ambiente del continente americano, así como fomentar la cooperación científica y la difusión de las informaciones en todos los niveles.

Orientados por los principios de la excelencia científica, de la cooperación internacional, y contando con el amplio intercambio de datos científicos, los principales objetivos del Instituto son:

- promover y facilitar la cooperación regional e internacional para la investigación interdisciplinaria sobre los aspectos de los cambios globales;
- realizar, a escala regional, investigaciones que no puedan ser realizadas por un país o institución individualmente;
- priorizar el estudio de aquellos aspectos relacionados a los cambios globales que tengan importancia regional;
- contribuir a la difusión de informaciones, educación y capacitación técnico-científica; y
- promover el libre intercambio de informaciones científicas.

El trabajo del IAI es desarrollado por medio de cuatro acciones básicas:

- contribuir al avance del conocimiento científico del continente, ya sea por medio de la investigación, la educación o la transferencia de tecnología, cumpliendo una agenda científica con prioridades bien definidas;
- apoyar las Convenciones y los Protocolos internacionales, contribuyendo a elucidar las cuestiones científicas y las implicaciones políticas relacionadas a esos instrumentos, apoyando los intereses nacionales;
- apoyar la amplia cooperación internacional, contribuyendo a los programas internacionales sobre cambios globales, promoviendo políticas de información que garanticen el acceso libre a los datos; y
- apoyar los intereses de los países integrantes del IAI y proveer informaciones científicas que sirvan a los intereses de los gobiernos federales, estatales y locales, sectores privados y públicos en general.

Como órgano intergubernamental, el IAI fue concebido como una red de colaboración entre instituciones de investigación, garantizando que sus países miembros puedan desarrollar colaboraciones en investigaciones relacionadas a los cambios globales.

El IAI cuenta con diversos programas de investigación y Brasil ha ejercido una fuerte representación de proyectos. A seguir es presentada una descripción de los programas científicos más recientes en los cuales Brasil fue parte, en el período de 1999 al 2010.

#### 4.1.1 Programas científicos del IAI - 1999-2010

##### *Red Colaborativa de Investigación*

La Red Colaborativa de Investigación - CRN (sigla en inglés de *Collaborative Research Network Program*) tuvo inicio en 1999, con formato de un programa de cinco años, siendo renovado en el 2006 (CRN II), con una inversión total de cerca de US\$ 22 millones destinados a 27 proyectos (27 CRNs). El programa de la CRN no fue concebido apenas para dar apoyo a los trabajos de investigación, sino también para incentivar la formación de redes sinérgicas entre los científicos de las Américas, con el objetivo de que los investigadores y las

instituciones de investigación científica trabajasen juntos, de modo integrado y colaborativo. Esas redes multidisciplinares, fueron concebidas para permitir la investigación profunda de una amplia escala de cuestiones globales, relativas al cambio ambiental. Ellas generaron informaciones científicas significativas y de alta calidad, que son utilizadas por los especialistas interesados, por los formuladores de políticas públicas y tomadores de decisión para dar auxilio a la mitigación y adaptación a los cambios ambientales.

Tres proyectos de la CRN, presentados en el Cuadro 4.1, fueron liderados por equipos brasileños, respectivamente, de la Universidad de São Paulo - USP, de la Fundación Oswaldo Cruz - Fio-cruz y de la Universidad Federal Rural de Rio de Janeiro - UFRRJ.

**Cuadro 4.1 Proyectos de la Red Colaborativa de Investigación con la participación de equipos brasileños**

Título	Investigador Principal	Países
Ciclos bioquímicos en el ámbito del cambio del uso de la tierra en la región de las Américas	Tiessen, H.	Canadá, Argentina, Brasil, México, Venezuela
Ganadería, Uso de la tierra e Deforestación en la Amazonia: Análisis de contraste entre Brasil y Perú	Word, C.	EE.UU., Brasil, Ecuador, Perú, Canadá
Radiación ultravioleta-B mejorada en ecosistemas naturales como perturbación adicional debido al agotamiento de la capa de ozono	Vernet, M.	EE.UU., Argentina, Brasil, Canadá, Chile
Gestión de riesgos de desastres relativos al ENSO en América Latina: Una propuesta de consolidación de red regional para la investigación comparativa, informaciones y capacitación de una perspectiva social	Franco, E.	Perú, Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, EE.UU.
Estudios de contraste de los efectos de los cambios globales sobre la vegetación de dos ecosistemas tropicales: la alta montaña y el Cerrado estacional	Silva, J.	Venezuela, Colombia, Brasil, Argentina
Análisis y monitoreo de ríos de la Amazonia andina	McClain, M.	EE.UU., Perú, Brasil, Bolivia, Colombia, Ecuador
Diagnóstico y Previsión de la Variabilidad Climática y de los Impactos en la Salud Humana en las Américas Tropicales	Confalonieri, U. (Fio-cruz)	Brasil, EE.UU., Colombia, México, Jamaica, Venezuela
Creación de una red de investigación colaborativa para el estudio de la variabilidad y cambios del clima, su previsión e impacto en el área del MERCOSUR	Nuñez, M.	Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, EE.UU.
Un consorcio internacional para el estudio de los cambios globales del clima en el Atlántico Sur Occidental	Campos, E. (USP)	Brasil, Argentina, Uruguay, EE.UU.
Variabilidad del clima y sus impactos en la región de México, América Central y el Caribe	Magaña, V.	México, EE.UU., Costa Rica, Brasil, Colombia
Documentación, comprensión y proyección de cambios en el ciclo hidrológico en la Cordillera americana	Luckman, B.	Canadá, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, México, EUA
Un consorcio internacional para el estudio de los cambios globales de los océanos y del clima en América del Sur - SACC	Piola, A	Argentina, Brasil, Chile, Uruguay, EE.UU.
Nexos funcionales entre cambios en la superficie y actividades subterráneas con el uso de la tierra en las Américas: Biodiversidad del suelo y seguridad alimentaria	Berbara, R. L. L. (UFRRJ)	Brasil, Bolivia, Canadá, Chile, Cuba, Ecuador, México, EE.UU.
Comprendiendo las dimensiones humana, biofísica y política de florestas secas tropicales primarias y secundarias en las Américas	Sanchez Azofeifa, A.	Canadá, Brasil, Costa Rica, Cuba, México, EE.UU., Venezuela
Cambio en el uso de la tierra en la cuenca del Río de la Plata: Vinculando factores biofísicos y humanos para la previsión de tendencias, evaluación de impactos y apoyo a estrategias de uso de la tierra viables para el futuro	Jobbagy, E.	Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, EE.UU.
El impacto de cambios en el uso y cobertura de la tierra en el hidroclima de la cuenca del Río de La Plata <sup>1</sup>	Berbery, H.	Argentina, Brasil, EE.UU.
Emisiones, Megaciudades y Clima de América del Sur - SAEMC	Klenner, L. G.	Chile, Argentina, Brasil, Colombia, Perú, EE.UU.
Creación de una metodología para la evaluación del conocimiento local sobre el cambio global y su función en la construcción de escenarios de uso de la tierra futuro por parte de los actores locales	Tourrand, J. F.	Brasil, Argentina, Canadá, Uruguay, EE.UU.
Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la reducción de riesgos en la agricultura, soja DSS para el este del Paraguay y Rio Grande do Sul	Fraisse, C.	EE.UU., Brasil, Paraguay
Impactos de la política de conservación en análisis regionales y con foco especial de florestas secas tropicales teniendo en cuenta otros elementos determinantes sociales y naturales del uso de la tierra	Pfaff, A.	EE.UU., Brasil, Costa Rica

Notas: Todos los proyectos de CRN son interdisciplinarios e incluyen algún componente de cambio climático.

<sup>1</sup> Proyecto esencialmente de cambio climático.

Fuente: IAI, 2010.

El IAI estableció en el 2007 un nuevo programa, principalmente en investigaciones de dimensiones humanas de cambios globales. El programa desarrolló investigaciones en dimensiones humanas, en conjunción a los proyectos en el ámbito del CRN II, integrando las ciencias naturales y sociales. Tres de esos proyectos tienen la participación de instituciones y científicos brasileños, y uno de los proyectos también está siendo liderado por un equipo brasileño, de la Universidad de Brasilia - UnB.

El IAI también colabora con el proyecto "Cambio en el uso y manejo de la tierra, biocombustibles y desarrollo rural en la Cuenca del Plata - 2008-2010", cuyo objetivo es el de ofrecer orientación para los formuladores de políticas públicas y tomadores de decisión en los procesos de desarrollo rural y cambio en el uso del suelo, en la región de la Cuenca del Plata. En este proyecto se analiza la interacción dinámica entre los componentes naturales y humanos de los agroecosistemas en la Cuenca del Plata, para permitir la explotación de las oportunidades ofrecidas a partir de la creciente demanda mundial por *commodities* agrícolas y de biocombustibles, además de minimizar los impactos negativos de la expansión e intensificación agrícola, notadamente en el ámbito de los riesgos y oportunidades creadas por el cambio global del clima. Tres de los proyectos en el ámbito de esta iniciativa están siendo conducidos por equipos brasileños, de la Embrapa Suelos, de la USP y de la UnB.

En lo referente a la capacitación, el IAI ha contribuido a la difusión de informaciones, educación y capacitación técnico-científica, y a la promoción del libre intercambio de informaciones científicas. Así, con la intención de contribuir al avance del conocimiento científico del continente, ya sea por medio de la investigación, la educación o la transferencia de tecnología a partir de una agenda científica con prioridades bien definidas, el IAI ha promovido diversos cursos y contribuido, hasta el momento, a la formación científica de 131 estudiantes brasileños involucrados en proyectos y 71 becarios brasileños.

## 4.2 Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático - IPCC

El IPCC fue establecido en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial - OMM y por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA, para evaluar la información científica, técnica y socioeconómica disponible en el campo del cambio global del clima.

En la teoría, el IPCC es formado por científicos elegidos entre los especialistas en cambio global del clima del mundo

entero. Sin embargo, en la práctica, la mayor parte de los especialistas que participan de los informes de evaluación del Panel provienen de los países desarrollados.

El Grupo de Trabajo I evalúa los aspectos científicos de los sistemas climáticos y del cambio climático; el Grupo de Trabajo II evalúa los aspectos científicos, técnicos, ambientales, socioeconómicos de la vulnerabilidad al cambio del clima, además de los impactos negativos y positivos para los sistemas ecológicos, los sectores socioeconómicos y de salud humana; el Grupo de Trabajo III evalúa los aspectos científicos, técnicos, ambientales, económicos y sociales de la mitigación del cambio climático, y por medio de un grupo multidisciplinar evalúa los aspectos metodológicos de temas transversales; el Grupo de Tareas trabaja con la elaboración de inventarios de gases de efecto invernadero.

En el Primer Informe de Evaluación del IPCC, de 1990, participaron apenas seis científicos brasileños como colaboradores, con cuatro en el Grupo I y dos en el Grupo II. En 1995, en el Segundo Informe de Evaluación del IPCC, cinco brasileños participaron como autores (tres en el Grupo I y dos en el Grupo II), además de contar con la participación de seis colaboradores (uno en el Grupo I, dos en el Grupo II y tres en el Grupo III) y seis revisores (uno en el Grupo I, dos en el Grupo II y tres en el grupo III). En el Tercer Informe de Evaluación, divulgado en el 2001, doce científicos brasileños dieron su contribución como autores (tres en el Grupo I, tres en el Grupo II y seis en el Grupo III), uno como colaborador (Grupo II) y diez como revisores (con dos en el Grupo I, tres en el Grupo II y cinco en el Grupo III). En el 2007, en el Cuarto Informe de Evaluación participaron catorce científicos brasileños como autores (tres en el Grupo I, cinco en el Grupo II y 6 en el Grupo III) con veinte y un revisores (tres en el Grupo I, trece en el Grupo II y cinco en el Grupo III)<sup>301</sup>. Para el Quinto Informe de Evaluación, que deberá ser lanzado en el 2011, Brasil contará con la participación de 25 autores (siendo seis del Grupo I, siete en el Grupo II y doce en el Grupo III).

La participación de los científicos brasileños es de gran importancia, principalmente debido al hecho de que tienen un entendimiento más específico sobre procesos (por ejemplo, los relacionados a la Amazonía) y tecnologías (por ejemplo, la utilización del alcohol combustible en vehículos) importantes para los países en desarrollo.

El crecimiento progresivo de la participación de los científicos brasileños representa el resultado del aumento de programas de capacitación nacional en relación a asuntos referentes al

<sup>301</sup> Los Informes de Evaluación del IPCC están disponibles para consulta en [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/publications\\_and\\_data\\_reports.htm](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm).

cambio climático, y consecuentemente, el aumento del número de científicos brasileños que desarrollan investigaciones relacionadas al tema y ofrecen subsidios para un mejor entendimiento de las cuestiones relacionadas.

Sin embargo, la participación de los científicos de los países en desarrollo, incluyendo a Brasil, es proporcionalmente pequeña y aún son poco representados en los tres Grupos de Trabajo constantes en los Informes de Evaluación.

### 4.3 Panel Brasileño sobre Cambio Climático - PBMC

El Panel Brasileño de Cambios Climáticos<sup>302</sup>, creado por el MCT y por el MMA, es un organismo científico nacional que tiene como objetivo disponibilizar a los tomadores de decisión y a la sociedad informaciones técnico-científicas sobre el cambio global del clima.

El papel del PBMC es el de evaluar, en un proceso amplio, objetivo y transparente, las informaciones producidas por la comunidad científica sobre las vertientes ambientales, sociales, económicas y científicas del cambio del clima, para posibilitar una mejor comprensión de la ciencia del clima, de los riesgos del cambio climático observado y proyectado para el futuro, así como de los impactos, la vulnerabilidad y las acciones de adaptación y de mitigación asociadas.

Como resultado de los trabajos del Panel, serán elaborados y publicados periódicamente "Informes de Evaluación Nacional", "Informes Técnicos" y "Sumarios para Tomadores de Decisión" sobre cambio global del clima, así como "Informes Especiales" sobre temas específicos, que ofrecerán elementos importantes para la implementación de políticas en Brasil, como el Plan Nacional sobre Cambio Climático<sup>303</sup>.

Como principal meta, el Panel Brasileño de Cambios Climáticos deberá producir el Primer Informe de Evaluación Nacional sobre Cambio del Clima, previsto para el 2012. Los volúmenes I, II y III del Informe de Evaluación Nacional corresponden a los trabajos de los Grupos de Trabajo del IPCC, y compilarán todas las informaciones científicas disponibles en Brasil, de acuerdo con la siguiente estructura:

- Grupo de Trabajo I - GT1: evalúa las bases científicas del sistema climático y sus cambios;
- Grupo de Trabajo II - GT2: evalúa las vulnerabilidades de los sistemas naturales y socioeconómicos, las consecuencias positivas y negativas del cambio global del clima, y las opciones de adaptación a ellas;

<sup>302</sup> Instituido por la Orden Interministerial MCT/MMA nº 356, del 25 de septiembre del 2009.

<sup>303</sup> Vide Parte III, sección 3.3, relativa al Plan Nacional sobre Cambio d Climático.

- Grupo de Trabajo III - GT3: evalúa las opciones para mitigación en relación al cambio global del clima; y
- Grupo de Trabajo en Metodologías de Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

De esa forma, el PBMC busca involucrarse en las actividades de implementación del Plan Nacional de Cambios Climáticos, principalmente en su eje de investigación y desarrollo, pero apoya también los demás ejes de mitigación, adaptación y diseminación del conocimiento.

La estructura y funcionamiento del Panel tienen como base el reglamento aplicable al IPCC. El Panel está compuesto por una Plenaria, el Consejo Director, el Comité Científico, la Secretaría Ejecutiva, los Grupos de Trabajo y las Unidades de Apoyo Técnico. Los cuatro Grupos de Trabajo reunirán un total de 100 investigadores vinculados a instituciones nacionales de investigación, especializadas en cambio global del clima.

El PBMC ofrece una oportunidad de organización y expansión de la producción científica y de la investigación brasileña en cambio global del clima. Es la primera experiencia desarrollada en el país que buscará unir y sistematizar el conocimiento existente sobre cambio del clima en Brasil, con foco en la regionalización, en una única publicación y plataforma de conocimiento.

### 4.4 Red Brasileña de Investigación sobre Cambios Climáticos Globales - Red Clima

La Red Clima, fue instituida en 2007 por el MCT y es supervisada por un Consejo Director formado por otros cuatro ministerios (Medio Ambiente; Relaciones Exteriores; Agricultura, Ganadería y Abastecimiento; y Salud), además de representantes de la Academia Brasileña de Ciencias -ABC; la Sociedad Brasileña para el Progreso de la Ciencia -SBPC; el Fórum Brasileño de Cambios Climáticas; el Consejo Nacional de Secretarios Estaduales para Asuntos de Ciencia, Tecnología e Innovación; el Consejo Nacional de las Fundaciones Estaduales de Amparo a la Investigación; y del sector empresarial; siendo gerenciada por una Secretaría Ejecutiva ejercida por INPE, y asesorada por un Comité Científico.

Al Consejo Director le cabe, entre otras cosas, definir la agenda de investigación de la Red, asesorado por el Comité Científico; promover la gestión de la Red Clima, tomando todas las decisiones necesarias para su funcionamiento, excluyendo aquí las competencias de las instituciones participantes; y articular la integración de la Red a los programas y políticas públicas en el área de cambio global del clima.

El Comité Científico de la Red Clima está formado por representantes de las subredes temáticas y por científicos externos a la Red. El Comité asesora al Consejo Director sobre temáticas de investigación y evaluación de resultados científicos, además de elaborar los edictos para la convocatoria de presentación de investigaciones.

La Red Clima tiene como objetivos:

- generar y diseminar conocimientos y tecnologías para que Brasil pueda responder a los desafíos representados por las causas y los efectos del cambio global del clima;
- producir datos e informaciones necesarios para el apoyo a la diplomacia brasileña en las negociaciones sobre el régimen internacional de cambio global del clima;
- realizar estudios de los cambios climáticos globales y regionales en Brasil, con énfasis en las vulnerabilidades del país al cambio global del clima;
- estudiar alternativas de adaptación de los sistemas sociales, económicos y naturales de Brasil al cambio global del clima;
- investigar los efectos de los cambios en el uso de la tierra y en los sistemas sociales, económicos y naturales en las emisiones brasileñas de gases que contribuyen al cambio global del clima;
- contribuir a la formulación y acompañamiento de políticas públicas sobre el cambio global del clima en el ámbito del territorio brasileño.

Uno de los primeros productos colaborativos de la Red Clima es la elaboración regular de análisis sobre el estado del conocimiento del cambio global del clima en Brasil, siguiendo el formato de los informes del IPCC, aunque con análisis sectoriales más específicos para la formulación de políticas públicas nacionales e internacionales.

Otra importante tarea de la Red Clima, por medio de la subred de Modelado Climático, es la de liderar el desarrollo del Modelo Brasileño del Sistema Climático Global - MBS-CG, para generar escenarios climáticos futuros con especificidades regionales apropiadas a los intereses del país. Este esfuerzo, que es estratégicamente importante para que el país tenga autonomía y capacitación en modelado del sistema climático global, contará con el apoyo de varias instituciones nacionales e internacionales.

## 4.5 Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología - INCT para Cambios Climáticos

El INCT<sup>304</sup> para Cambios Climáticos, busca implantar y desarrollar una amplia red de investigaciones interdisciplinarias en cambio global del clima, contando con la cooperación de varios grupos de investigación de Brasil y del exterior, con el objetivo de constituir la mayor red de investigación ambiental ya desarrollada en esa área en el país.

El INCT para Cambios Climáticos tiene como misión el desarrollo de una agenda científica que le ofrecerá a Brasil las condiciones necesarias para expandir la excelencia científica en las varias áreas de los cambios ambientales globales y sus implicaciones para el desarrollo sustentable, principalmente cuando es tomada en cuenta la consideración de que las economías de las naciones en desarrollo están fuertemente vinculadas a los recursos naturales renovables, como es el caso de Brasil.

Los objetivos del programa INCT para Cambios Climáticos son:

- detectar cambios ambientales en Brasil y en América del Sur, especialmente relacionados al cambio global del clima, atribuyendo las causas a esos cambios observados (calentamiento global, cambios en el uso de la tierra, urbanización, etc.);
- desarrollar modelos del Sistema Climático Global y escenarios de cambios ambientales globales y regionales, particularmente escenarios en alta resolución espacial de cambio global del clima y de usos de la tierra para el siglo XXI;
- aumentar significativamente los conocimientos sobre los impactos del cambio global del clima e identificar las principales vulnerabilidades de Brasil en los siguientes sectores y sistemas: ecosistemas y biodiversidad, agricultura, recursos hídricos, salud humana, ciudades, zonas costeras, energías renovables y economía;
- desarrollar estudios y tecnologías de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero; y
- ofrecer informaciones científicas de calidad para dar base a las políticas públicas de adaptación y mitigación.

<sup>304</sup>El Programa Institutos Nacionales de Ciencia y Tecnología prevé la creación de decenas de Institutos Nacionales de Ciencia y Tecnología - INCTs distribuidos por el país, que funcionarán de forma multicéntrica, bajo la coordinación de una institución sede que ya tenga competencia en determinada área de investigación. El programa es conducido por el Ministerio da Ciencia y Tecnología - MCT, por medio del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico - CNPq, en cooperación con la FAPESP y con las demás Fundaciones de Amparo a la Investigación Estadual. El INCT para Cambios Climáticos está bajo la coordinación del INPE. Vide: <<http://www.fapesp.br/materia/4961/inct/inct-para-mudancas-climaticas.htm>>.

El INCT para Cambios Climáticos está organizado en 26 subproyectos de investigación y se vincula estrechamente con, por lo menos, otras dos redes de investigación en cambio global del clima, siendo una de ellas la Red Brasileña de Investigaciones en Cambios Climáticos - Red Clima del MCT, ya que su estructura cubrirá todos los aspectos científicos y tecnológicos de interés de aquella red<sup>305</sup>.

Al mismo tiempo, el programa estará asociado a varios programas de investigación en cambio global del clima existentes en los estados, especialmente el programa de la Fundación de Amparo a la Investigación del estado de São Paulo - FAPESP, de Investigaciones en Cambios Climáticos Globales - PFMCG.

Un sitio de Internet del INCT para Cambios Climáticos fue creado con la intención de difundir las actividades de este programa<sup>306</sup>.

## 4.6 Centro de Previsión de Tiempo y Estudios del Clima - CPTEC / INPE

El CPTEC/INPE posee supercomputadoras, entre las cuales se encuentra su más reciente adquisición - una supercomputadora con velocidad de 244 Teraflops por segundo (operaciones aritméticas en punto flotante por segundo), que permitirá correr modelos numéricos de previsión de tiempo de mayor resolución espacial, con un nivel de detalle de 5 km para todo el globo. Eventos extremos, como lluvias intensas, granizo, heladas, nevadas, vientos fuertes y olas de calor, entre otros, tendrán previsiones con una mayor confiabilidad. Además, esta nueva supercomputadora permitirá incorporar avances en las áreas del modelado numérico del tiempo, de asimilación de datos (incorporando datos meteorológicos de observación a los modelos de previsión), de química y aerosoles, atmósfera y océanos, que traerán mejoras a las previsiones de tiempo y clima.

En el área de previsión climática estacional, divulgada para hasta tres meses, además del mejor detalle de las previsiones con el aumento de la resolución espacial de 200 a 80 kilómetros, la expectativa es de perfeccionamiento en el modelado de la física de la atmósfera. Se pretende mejorar la representación, por ejemplo, de las nubes, de la humedad del suelo y de la criósfera y con eso generar previsiones más confiables.

La mejoría en las previsiones de tiempo deberá ser obtenida principalmente con el perfeccionamiento de la técnica

<sup>305</sup>Vide en esta Parte la sección Red Brasileña de Investigación sobre Cambios Climáticos Globales - Red Clima.

<sup>306</sup>Vide: <<http://www.ccst.inpe.br/inct>>

*ensemble*, o previsión por conjunto. Esta metodología, que lleva en consideración la naturaleza caótica de la atmósfera y el alto grado de incertidumbre de su estado a lo largo del tiempo, tiene como base el procesamiento de diferentes condiciones iniciales de la atmósfera. El CPTEC utiliza, actualmente, 15 diferentes miembros que corresponden a 15 previsiones iniciadas a partir de estados de la atmósfera ligeramente distintos. El número de miembros será elevado a 40, lo que deberá definir mejor el grado de certezas y de incertezas sobre las tendencias meteorológicas, generando previsiones de tiempo, clima y de calidad del aire más confiables. A partir de este perfeccionamiento será posible obtener previsiones para períodos más largos y aumentar la confiabilidad de pronósticos de eventos extremos, como por ejemplo, lluvias intensas, cuya tendencia es provocar inundaciones y anegamientos en las grandes ciudades y derrumbes o aludes en las laderas de las áreas de riesgo.

El sistema de computación del CPTEC es alimentado por informaciones derivadas de los satélites Meteosat y GOES; de la red de datos de la OMM; de las redes nacionales bajo responsabilidad del Instituto Nacional de Meteorología - INMET, del Ministerio de Agricultura; del Departamento de Control del Espacio Aéreo - DEPV, de la Aeronáutica; de la Dirección de Hidrografía y Navegación - DHN, de la Marina; de los centros estaduales de meteorología; y de otros centros internacionales.

Actualmente, el CPTEC alcanzó el status de "*Global Producing Center*" de Previsiones de Tiempo a Largo Plazo - GPC, concedido por la OMM. Al ser indicado como GPC, el CPTEC pasa a integrar un club selecto de centros mundiales que incluye al *Climate Prediction Center* (NOAA-EUA), el *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* - ECMWF, la *Japan Meteorological Agency* - JMA, el *Meteo-France* y el *UK Met Office*.

Además de las varias actividades del instituto, que garantizan la buena calidad de las previsiones meteorológicas, están previstas actividades y estudios de tendencias climáticas en el país y la implementación de un grupo de estudios sobre elaboración de escenarios climáticos, usando la experiencia de participación de investigadores del CPTEC en el IPCC.

## 4.7 Centro de Ciencia del Sistema Terrestre - CCST / INPE

Con la creación del CCST/INPE, las actividades de estudios de observación y de modelado de cambio global del clima, migraron del CPTEC al CCST. En colaboración con los equipos del *Hadley Centre*, del *Tyndall Centre* y de la Universidad

de *East Anglia* del Reino Unido, se continúan desarrollando estudios de observación y de desarrollo de la capacidad de modelado climático en Brasil, dirigido al cambio global del clima. El CCST, en colaboración con el CPTEC, está liderando el desarrollo del MBSCG, que será dirigido para la generación de escenarios futuros de clima en el ámbito mundial, permitiendo que Brasil sea el único país de América Latina en generar escenarios futuros de clima en el ámbito global, compatible con los modelos usados por el IPCC.

Se espera también la implementación de una capacidad de modelado regional en el CCST, para elaborar escenarios climáticos regionales a partir de las proyecciones de los modelos climáticos corridos por los centros climáticos más importantes del mundo para el IPCC. Para eso, es utilizada la técnica de *downscaling* dinámico, donde el modelo global acoplado del *Hadley Centre* (HadCM3), cedido por el *UK Met Office*, será alineado al modelo regional Eta-CPTEC, permitiendo la implementación de previsiones regionales de clima para el país y para América del Sur, con una resolución de hasta 40 km, para toda América Latina y el Caribe. La actividad incluye una fuerte colaboración científica, nacional e internacional, en la generación de conocimiento y capacidad para la implementación de escenarios de cambio global del clima en una escala más detallada y precisa en relación a la que fue hecha hasta la actualidad.

Uno de los principales objetivos del CCST es construir escenarios de cambio global del clima de alta resolución, que serán utilizados para el desarrollo de estudios que tengan el objetivo de aumentar la concientización y la capacitación de los formuladores de políticas y de los gobernantes en relación a los impactos del cambio global del clima, a las diferentes vulnerabilidades y a las posibles medidas de adaptación. Serán utilizadas aplicaciones importantes en la hidroelectricidad (debido a su importancia para la generación de energía eléctrica en Brasil), la agricultura, la salud humana y los desastres naturales, entre otras áreas, las cuales serán abastecidas con informaciones necesarias para favorecer la toma de decisiones.

#### **4.8 Entrenamiento sobre Modelado de Escenarios Regionales Futuros de Cambio Climático para Países de América Latina y el Caribe**

El INPE desarrolló en Brasil el modelo regional Eta<sup>307</sup>, para obtener proyecciones regionalizadas del clima futuro. La estrategia del INPE en relación al modelo regional de cambio del clima es de constantemente mejorarlo y acoplarlo a

<sup>307</sup> Vide Parte III.B.1.1, sobre el Modelo Eta-CPTEC.

modelos globales de clima utilizados por el IPCC, los cuales han sido corridos en otros centros climáticos en el mundo, con el objetivo de generar proyecciones futuras de cambio del clima hasta el año 2100.

Los modelos regionales de cambio del clima pueden tener una resolución espacial mucho mayor que los modelos globales de clima y ofrecer, por lo tanto, informaciones climáticas con detalles locales importantes, inclusive previsiones más exactas sobre eventos extremos. Así, las previsiones con el uso de modelos regionales de cambio del clima pueden promover una mejoría substancial de las evaluaciones de las vulnerabilidades de un país al cambio climático, y de como el país se puede adaptar a ellas.

Con el desarrollo del modelo regional Eta, el INPE pasó también a tener capacidad para auxiliar a otros países a complementar sus estudios sobre cambio climático ofreciendo los escenarios futuros generados en Brasil, además de ofrecer la experiencia de sus investigadores en estudios de variabilidad y cambio global del clima. Brasil también posee una supercomputadora con capacidad para obtener escenarios climáticos futuros que puedan ser utilizados por otros países sudamericanos.

Dentro del espíritu de cooperación sur-sur, después de la obtención de los primeros resultados del modelo Eta, se pensó en realizar un entrenamiento con especialistas de América Latina, en el cual serían demostrados los resultados preliminares del modelo. Así, los países de América Latina fueron invitados a participar de las actividades de capacitación en Brasil.

El MCT, por medio de su Coordinación General de Cambios Globales del Clima - CGMGC, organizó en conjunto con el INPE, contando con el financiamiento adicional del gobierno de España y la colaboración de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL, dos entrenamientos en modelado numérico denominados "Entrenamiento en modelado numérico de escenarios de cambio del clima Eta-CPTEC", en la sede del INPE en Cachoeira Paulista, estado de São Paulo. Este entrenamiento fue acordado en el ámbito de la Red Iberoamericana de Cambio Climático - RIOCC.

Dos actividades de capacitación fueron realizadas en ese sentido, la primera en 2008, la cual contó con la participación de representantes de los siguientes países: Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay, Venezuela y España. Participaron de esta actividad, en total, 52 personas, incluyendo a docentes y alumnos brasileños. La segunda activi-

dad de capacitación fue realizada en 2009 y contó con la participación de representantes de cada uno de los siguientes países: Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay, Venezuela y España. Participaron de esta actividad, en total, 47 personas, incluyendo a docentes y alumnos. Las actividades fueron realizadas en las instalaciones del INPE, localizadas en la ciudad de Cachoeira Paulista, estado de São Paulo.

El entrenamiento contribuyó a la capacitación de otros países en desarrollo, los cuales pueden beneficiarse de los resultados del procesamiento del modelo climático regional Eta-CPTEC. Además, este evento posibilitó el intercambio de experiencias entre los especialistas del INPE y de América Latina, participando conjuntamente en el perfeccionamiento del modelo Eta- PTEC, para hacerlo más apropiado a las necesidades de la región. Esta actividad también fortaleció las evaluaciones de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en sectores prioritarios en los países de América Latina.

## 4.9 Análisis de Impactos Económicos del Cambio Climático en Brasil

De acuerdo a los compromisos asumidos en el Artículo 4, párrafo 1(f), de la Convención, las Partes deben, de acuerdo a sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y respectivas capacidades, "tener en cuenta, siempre que se posible, los factores relacionados al cambio climático en sus políticas y medidas sociales, económicas y ambientales pertinentes, así como utilizar métodos adecuados, tales como evaluaciones de impactos, formulados y definidos nacionalmente, con el objetivo de minimizar los efectos negativos en la economía, en la salud pública y en la calidad del medio ambiente, provocados por proyectos o medidas aplicadas por las Partes para mitigar el adaptarse al cambio climático". La letra (g) del mismo párrafo, estableció que es importante promover "investigaciones para aclarar, reducir o eliminar la incertidumbre aún existentes en relación a las (...) consecuencias económicas y sociales de diversas estrategias de respuesta."

Por lo tanto, es necesario evaluar los efectos sobre la economía brasileña de la implementación de políticas públicas que busquen la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Después de la divulgación del Informe Stern, en el 2006, hubo una gran preocupación en relación a evaluar los perjuicios económicos que podrían ser provocados por el cambio

climático en todo el mundo. Cabe destacar que hasta el momento, los impactos sobre la economía brasileña de acciones de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero aún no fueron extensivamente estudiados. Hay estudios que ya comenzaron a ser desarrollados en este sentido, reconociéndose que aún hay mucho por hacer. En este sentido, la experiencia brasileña ya produjo dos estudios con mayor repercusión, los cuales son mencionados a seguir.

### 4.9.1 Estudio de Modelo Intersectorial de Equilibrio General y Cambio Climático

Pueden ser utilizados varios modelos intersectoriales aplicados de equilibrio general para simular los efectos de las acciones relacionadas a políticas de reducción de emisiones, como, por ejemplo, los impuestos sobre las emisiones derivadas de la quema de combustibles fósiles de determinados sectores de la economía y/o regiones.

Fue realizado un proyecto de investigación por la ESALQ/USP (FERREIRA FILHO & ROCHA, 2007), que tuvo como objetivo cuantificar los efectos sobre la economía brasileña causados por la implementación de políticas públicas que tengan como objetivo la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Para eso, fue construido un modelo intersectorial aplicado de equilibrio general - AEG, denominado MOSAICO-GEE, para simular los efectos de acciones relacionadas a políticas de reducción de emisiones, como la ya mencionada creación de impuestos sobre las emisiones derivadas de la quema de combustibles fósiles de determinados sectores de la economía y/o regiones. El modelo posee, además de la parte central en la que constan las ecuaciones económicas, un módulo de emisiones de gases, que se conecta al núcleo de las ecuaciones, para responder a las intervenciones de política económica. Se trata de un modelo AEG estático, interregional, *bottom-up*, derivado del modelo MMRF-GREEN, de la economía australiana (ADAM *et al.*, 2002). El modelo fue modificado y adaptado a la economía brasileña, y su principal modificación realizada fue la introducción de un mecanismo de sustitución en el uso de gasolina/alcohol, posibilidad característica de la economía brasileña, debido a la introducción, en el país, de la tecnología de vehículos biocombustibles (*flex-fuel*).

Las simulaciones realizadas con el modelo incluyeron la introducción de un impuesto do tipo *carbon tax*, o impuesto sobre emisiones (R\$10 por tonelada de CO<sub>2</sub>), introducido en la economía de diferentes maneras, y en diferentes escenarios (con y sin cambio tecnológico endógeno).

Los impactos en la economía brasileña (en variaciones porcentuales) a partir de la introducción de un impuesto de diez reales por tonelada de CO<sub>2</sub> puede ser observado en el cuadro abajo:

**Cuadro 4.2 Impactos en la economía brasileña de la tasación de carbono en diversos escenarios**

Variable	carbtax1	carbtax05	carbtax05x	carbtxat	carbtxets	carbtmet6
PBI real	-0.32	-0.32	-0.34	-0.00	0.35	-0.25
Stock de capital	-0.60	-0.60	-0.82	-0.20	0.28	-0.67
Consumo real de las familias	-0.05	-0.05	-0.55	-0.50	0.05	-0.30
Inversión real	-0.60	-0.60	-0.82	-0.20	0.28	-0.67
Balance Comercial/PBI	-1.01	-1.01	1.91	2.99	1.82	0.93
Exportaciones (quantum)	-2.94	-2.93	3.05	6.14	3.84	1.08
Importaciones (quantum)	-0.59	-0.59	-0.97	-0.35	0.25	-0.75
Términos de intercambio	0.34	0.34	-0.78	-1.13	-0.20	-0.32
Devaluación cambiaria real	0.29	0.29	2.34	2.05	0.33	1.52
Salario real	-0.25	-0.25	-1.04	-0.80	-0.41	-0.76
Emisiones totales de CO <sub>2</sub> e	-1.68	-1.67	-8.50	-6.83	0.65	-5.56

El efecto de la introducción de un impuesto sobre el carbono en la economía, puede ser considerablemente ampliado a través de políticas que facilite el cambio tecnológico en los sectores con un patrón de emisiones más relevantes. De esta forma, este tipo de política debe ser acompañada de otras decisiones, como líneas de crédito especiales para los sectores, facilidades para la importación de equipamientos y servicios, además de políticas de investigaciones específicas que puedan facilitarle a las empresas el cambio tecnológico que les permita, para un dado valor del impuesto, maximizar la reducción de las emisiones.

Como conclusiones del estudio, se puede destacar que la introducción de un impuesto sobre las emisiones de carbono tienen impactos de naturaleza compleja sobre la economía, con resultados diferenciados entre los diversos sectores productivos. La forma de introducción del impuesto, como, por ejemplo, la aplicación apenas sobre combustibles o también sobre las emisiones vinculadas al nivel de actividad de los sectores, los sectores a ser contemplados por la política, así como otras características estructurales de la economía, afectan decisivamente los resultados. Las conclusiones de este estudio muestran la importancia de las emisiones vinculadas al nivel de actividad para la economía brasileña. Las políticas de cobranza de las emisiones serían más eficientes se alcanzasen también a las emisiones asociadas al nivel de actividad, contrariamente a la idea de incluir apenas las emisiones asociadas al uso de combustibles fósiles. Los resultados muestran que el costo social de esta política (medido en términos de reducción del PBI real de la economía) serían prácticamente los mismos, con una reducción de emisiones significativamente mayor en el segundo caso.

Otro resultado que vale la pena destacar, es el obtenido a partir de la cobranza sobre sectores seleccionados, como es el caso de aquellos listados en el *European Trading System*, de la Unión Europea. Los resultados de equilibrio general muestran que se podría obtener, inclusive, un resultado inverso al deseado, con la elevación en las emisiones totales. Esos resultados surgen de la interrelación entre los sectores en la economía general, así como de las hipótesis de ajuste propuestas, y sirven para ilustrar la complejidad de la política en análisis. Finalmente, los escenarios con simulaciones a largo plazo y progreso tecnológico endógeno, inducidos por la propia política de cobranza sobre las emisiones, destacan la importancia de este fenómeno en el proceso.

Así, surge como elemento fundamental del análisis, la adopción de políticas complementares a la mera cobranza de impuestos sobre las emisiones, los que potenciaría los resultados a ser obtenidos. Las políticas industriales que viabilicen el cambio tecnológico en respuesta al cambio de precios relativos que serían inducidos por el impuesto, podrían aumentar fuertemente la eficiencia de la cobranza sobre la reducción de emisiones. Las estimativas obtenidas muestran que los resultados de reducción de las emisiones podrían ser dos veces mayores, a un costo social (medido en términos de pérdida del PBI real) prácticamente idéntico.

#### 4.9.2 Economía de los Cambios Climáticos en Brasil

Los cambios climáticos afectarán los recursos naturales, la economía y las sociedades del mundo entero con una magnitud aún desconocida. El estudio Economía de los Cambios Climáticos en Brasil - ECCB, es una iniciativa para analizar y cuantificar el impacto del cambio climático en la agenda

de desarrollo del país, para que los tomadores de decisión puedan tener instrumentos para identificar los riesgos más graves y urgentes, y para evaluar e implantar las medidas de prevención y adaptación más eficientes en términos de costos y beneficios.

El estudio reunió a un gran equipo interdisciplinario para integrar las proyecciones sobre diferentes sectores, formado principalmente por científicos de las principales instituciones brasileñas de investigación (MARCOVITCH *et al.*, 2010). El punto de partida fueron modelos computacionales que proporcionaron proyecciones sobre el comportamiento futuro del clima en el territorio nacional, como temperatura y precipitación. Estas proyecciones (proporcionadas por el INPE) alimentaron los modelos de simulación de algunas áreas estratégicas de la economía, que tradujeron en términos económicos los impactos esperados en cada sector, de acuerdo a dos posibles trayectorias del clima futuro desarrolladas por el IPCC - los escenarios A2 y B2.

Este estudio intenta simular el comportamiento futuro de la economía brasileña compatible, siempre y cuando sea posible, con las mismas hipótesis del IPCC para la economía global. Los escenarios entonces generados para la economía brasileña son llamados como escenarios A2-BR, simulados sin cambio climático, y con cambio climático, según el escenario climático A2 del IPCC; y escenario B2-BR, también simulado sin cambio climático y con cambio climático según el escenario climático B2 del IPCC. Los mismos representan trayectorias futuras de la economía brasileña en caso de que el mundo se desarrolle globalmente según las premisas (económicas) del IPCC del escenario climático A2 y del escenario climático B2.

A pesar de los problemas climáticos asociados al calentamiento global sean a largo plazo, se adoptó el año 2050 como horizonte de las simulaciones, excluyendo así los efectos más graves sobre la productividad y el crecimiento del PBI, que se harán sentir con mayor fuerza en la segunda mitad del siglo XXI. Esto fue necesario debido a las que incertezas inherentes al tema - principalmente macroeconómicas - sean todavía muy grandes, y la base de datos no permite hacer proyecciones con un plazo mayor. Algunas de los análisis sectoriales, sin embargo, superan el año 2050. Además de esa limitación temporal, las simulaciones del estudio privilegian los comportamientos medios de las variables, debido a la dificultad de representar adecuadamente en los modelos las incertezas en situaciones extremas del cambio climático.

Fue estimado que, sin cambio climático, el PBI brasileño será de R\$ 15,3 trillones (reales de 2008) en el escenario

A2-BR en el 2050, y de R\$ 16 trillones en el escenario B2-BR. Con el impacto del cambio climático, esos PBIs serían reducidos un 0,5% y un 2,3%, respectivamente.

Anticipados al valor presente, con una tasa de descuento del 1% al año, esas pérdidas quedarían entre los R\$ 719 mil millones y los R\$ 3,6 trillones, lo que equivaldría a la pérdida de, por lo menos, un año de crecimiento en los próximos 40 años.

Con o sin cambio climático, el PBI es siempre mayor en el B2-BR que en el A2-BR. Esto quiere decir que, en el escenario B2-BR, la economía crecería más. En ambos escenarios, la pobreza aumentaría debido al cambio climático, aunque de forma casi marginal.

En el 2050 un ciudadano brasileño sufriría una pérdida media anual de entre R\$ 534,00 (o US\$ 291,00) y R\$ 1.603,00 (o US\$ 874,00). El valor presente en el 2008 de las reducciones en el consumo de los brasileños acumuladas até 2050, quedaría entre los R\$ 6.000,00 y los R\$ 18.000,00, representando un valor entre un 60% a un 180% del consumo anual *per capita* actual.

Las áreas más vulnerables al cambio climático en Brasil serían la Amazonia y el Noreste. En la Amazonia, el calentamiento podría llegar a 7-8°C en 2100, lo que provocaría una alteración radical de los bosques.

La disminución de la precipitación afectaría el caudal de los ríos en las cuencas del Noreste, importantes para la generación de energía, como la Cuenca del Parnaíba y la Cuenca del Atlántico Este, con una reducción de caudales de hasta un 90% entre el 2070 y el 2100. Habría pérdidas expresivas para la agricultura en todos los estados, a excepción de los más fríos en el Sur-Sudeste, que pasarían a tener temperaturas más amenas.

Sin embargo, por no haber muchos estudios sobre el asunto en el país, este trabajo posee una serie de limitaciones. Son cinco las principales limitaciones:

- El uso de apenas un modelo climático global, en el cual se basaron los análisis sectoriales y económicos, decisión fundamentada en el grado de conocimiento disponible durante el inicio del estudio con simulaciones de funciones de distribución de probabilidad para diversos parámetros y en la experiencia del INPE, con el *downscaling* de los modelos globales.
- El enfoque determinístico del estudio, o sea, la no consideración explícita del riesgo y de la incertidumbre y el énfasis en valores medios esperados, con foco restricto sobre costos inmediatos de pequeños cambios de tem-

peratura sobre un conjunto limitado de impactos mensurables.

- El carácter incompleto de la base de datos y de informaciones técnicas disponibles, ya sean modelos climáticos y proyecciones sobre el clima futuro, o datos ecológicos y socioeconómicos, incluyendo la valoración económica. En los sectores más complejos o con un conocimiento técnico restringido (como biodiversidad y zona costera), los análisis y la valoración económica son preliminares.
- La no incorporación de cambios tecnológicos a largo plazo, debido a la falta de escenarios y análisis sobre los cuales se basaron las proyecciones, una decisión derivada de la insipiente de los modelos y de las restricciones técnicas de vincular todos los modelos, desde las proyecciones de variaciones climáticas hasta sus impactos socioeconómicos.

Los estudios futuros harán análisis locales y de los impactos de las dimensiones institucionales, legales y culturales. Los análisis sociales se limitaron a lo que surgió del análisis macroeconómico, y apenas parcialmente de los diversos capítulos sectoriales. Por otro lado, no fueron estimados los impactos de los cambios climáticos sobre la infraestructura, y menos todavía sobre las alternativas de adaptación, aspectos que aguardan la realización de investigaciones.

#### 4.10 Cooperación Sur-Sur sobre Cuestiones relacionadas al Cambio Climático

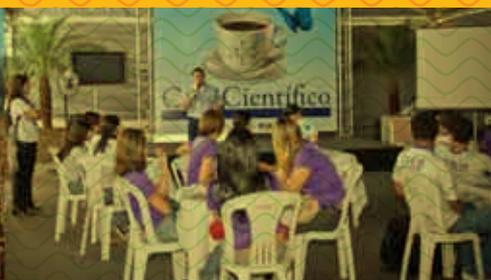
Además del entrenamiento sobre modelado de escenarios regionales futuros de cambio del clima para países de América Latina y el Caribe, Brasil ha también colaborado con la formación de capacidad nacional en otros países en desarrollo. Dentro del espíritu de cooperación y solidaridad, sin buscar imponer conceptos, y guiados por la premisa de respetar las especificidades y las necesidades de cada país, los técnicos brasileños han actuado con equipos de otros países no Anexo I, sobre todo para promover una capacitación en relación a la elaboración de la Comunicación Nacional para la Convención y a la instalación de la Autoridad Nacional Designada en esos países, con la consecuente identificación de oportunidades y elaboración de actividades de proyecto en el ámbito del MDL.

Entre esas actividades, se pueden enumerar los siguientes ítems:

- entrenamiento sobre aspectos metodológicos, prácticos y jurídicos sobre el Mecanismo de Desarrollo Limpio, con la visita de técnicos de la Coordinación General de Cambios del Clima (Secretaría Ejecutiva de la AND brasileña) a Haití, con el objetivo de establecer la Autoridad Nacional Designada del MDL de aquel país, en 2005 y 2006;
- entrenamiento sobre los aspectos metodológicos, prácticos y jurídicos relacionados al MDL, con la visita de técnicos de la Autoridad Nacional Designada de Botswana a la Coordinación General de Cambios Globales del Clima (Secretaría Ejecutiva de la AND brasileña) y a actividades de proyecto de MDL en Brasil, en 2008;
- entrenamiento sobre los aspectos metodológicos, prácticos y jurídicos sobre MDL, con la visita de técnicos de la Coordinación General de Cambios Globales del Climático (Secretaría Ejecutiva de la AND brasileña) a Cabo Verde, con el objetivo de establecer la Autoridad Nacional Designada del MDL en aquel país, en 2009;
- entrenamiento sobre los aspectos metodológicos, prácticos y jurídicos sobre el Mecanismo de Desarrollo Limpio, con la visita de técnicos de la Coordinación General de Cambios Globales del Clima (Secretaría Ejecutiva de la AND brasileña) a Santo Tomé y Príncipe, con el objetivo de establecer la Autoridad Nacional Designada del MDL en aquel país, en 2009;
- entrenamiento sobre el inventario de gases de efecto invernadero a técnicos de Cabo Verde, con la visita de técnicos de la Coordinación General de Cambios Globales (AND brasileña) a este país, en mayo del 2009;
- entrenamiento sobre el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero a técnicos de Santo Tomé y Príncipe, con la visita de técnicos de la Coordinación General de Cambios Globales del Clima (Secretaría Ejecutiva de la AND brasileña) a este país, en 2009;
- entrenamiento sobre el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero a técnicos de Angola, con la visita de técnicos de la Coordinación General de Cambios Globales del Clima (Secretaría Ejecutiva de la AND brasileña) a este país, en 2009;
- entrenamiento sobre arreglos institucionales y cuestiones jurídicas referentes a la estructuración de Autoridades Nacionales Designadas del Mecanismo de Desarrollo Limpio en África, en Addis Abeba, Etiopía, en 2009;

- entrenamiento para fortalecer la capacidad de técnicos de Cabo Verde en la identificación de necesidades del país en relación a impactos, vulnerabilidades y medidas de adaptación a los posibles efectos adversos del cambio global del clima, así como a opciones de transferencia de tecnologías de mitigación y adaptación, en el contexto de la elaboración de la Primera Comunicación Nacional de Cabo Verde para la Convención en 2010;
- entrenamiento para fortalecer la capacidad de los técnicos de Angola en la identificación de las necesidades del país en relación a los impactos, vulnerabilidades y medidas de adaptación a los posibles efectos adversos del cambio global del clima, así como a opciones de transferencia de tecnologías de mitigación y adaptación, en el contexto de la elaboración de la Primera Comunicación Nacional de Angola para la Convención en 2010;
- apoyo al Grupo de Especialistas sobre Países de Menor Desarrollo Relativo - LDCs (sigla en inglés de *Least Developed Countries*) en la traducción al portugués de la "Guía paso a paso para la Implementación de los Planes de Acción Nacional de Adaptación" ("*Step by step guide for implementing national adaptation programmes of action*") en 2010.





# Capítulo 5

Información y Formación de Red

## 5 Información y Formación de Red

Es ampliamente reconocido que el tema del cambio global del clima es, sobre todo, un tema relacionado al desarrollo, teniendo por lo tanto una naturaleza transversal. Las causas y los efectos del cambio global del clima son múltiples, incluyendo varias áreas, lo que requiere un abordaje sistémico del asunto. Considerando este abordaje, es fundamental que haya un intercambio continuo de informaciones entre las diferentes áreas, o caso contrario, se corre el riesgo de hacer un análisis reduccionista y equivocado.

### 5.1 Intercambio de informaciones

La Coordinación General de Cambios Globales del Clima - CGCGC, como coordinadora de la Comunicación Nacional brasileña, busca cooperar y promover el intercambio pleno, abierto e inmediato de informaciones científicas, tecnológicas, técnicas, socioeconómicas y jurídicas relativas al cambio del clima, así como a las consecuencias económicas y sociales de diversas estrategias de respuesta, con diversos órganos gubernamentales (MDIC, MMA, Embrapa, Cetesb, gobiernos estaduais y municipales, etc.) y no gubernamentales (TNC y WWF Brasil), así como con el sector privado (Petrobras, Vale, Única, etc.). Tal cooperación busca también concientizar a esas entidades a llevar en cuenta, en la medida de lo posible, los factores relacionados al cambio climático en sus políticas y medidas sociales, económicas y ambientales pertinentes, con el objetivo de minimizar los efectos negativos en la economía, en la salud pública y en la calidad del medio ambiente, provocados por proyectos o medidas aplicadas para promover la mitigación o adaptación al cambio del clima.

El grado de complejidad de los asuntos relacionados al cambio climático y la naturaleza transversal de los mismos han requerido arreglos institucionales adecuados para lidiar con esas realidades. A la luz de los hechos, fueron creados, en el ámbito del Gobierno Federal brasileño, arreglos interministeriales, como es el caso de la Comisión Interministerial de Cambio Global del Clima y el Comité Interministerial sobre Cambio del Clima<sup>308</sup>, buscando el intercambio pleno de informaciones y el trabajo en red, lo que permitiría que el proceso de toma de decisiones fuese hecho de forma más informada y amplia.

En el ámbito científico, investigaciones interdisciplinarias en cambio global del clima son la regla. Tales investigaciones generalmente cuentan con la cooperación de varios grupos

<sup>308</sup>Vide Parte I, sección 3, sobre Arreglos Institucionales Relevantes para la Elaboración de la Comunicación Nacional en Bases Permanentes.

de investigación de Brasil y del exterior. Una buena parte de los ejemplos mencionados en las secciones de investigación y observación sistemática, así como de formación de capacidad nacional y regional, funcionan por medio de redes, como los Programas Mundiales de Clima, Pirata, LBA, PPG-7, Proantar, la Red Brasileña de Investigaciones sobre Cambios Climáticos Globales - Red Clima, INCT para Cambios Climáticos, así como los esfuerzos referentes al modelado de escenarios futuros de cambio climático.

Además de esas redes científicas, Brasil se ha involucrado en el ámbito de las redes de coordinación de esfuerzos relacionados a la mitigación y a la adaptación del cambio del clima, como los ejemplos abajo mencionados.

#### 5.1.1 Red Iberoamericana de Cambio Climático - RIOCC

En el 2004 fue creada la Red Iberoamericana de Cambio Climático - RIOCC (de la sigla de Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático), durante el IV Fórum Iberoamericano de Ministros de Medio Ambiente, celebrado en octubre de aquel año, en Cascais, Portugal.

La Red integra las coordinaciones/secretarías nacionales de cambio global del clima de los 21 países de la Comunidad Iberoamericana de Naciones: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, España, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Portugal, República Dominicana, Uruguay y Venezuela. Diferentes organismos e instituciones regionales e internacionales son invitados a participar de las reuniones anuales, que contribuyen activamente a los trabajos y los objetivos de la RIOCC<sup>309</sup>.

La RIOCC trabaja de forma sinérgica con la Convención, cuyo Secretariado generalmente participa de los encuentros anuales de la Red, y bajo la tutela de los Ministros Iberoamericanos de Medio Ambiente y Ciencia y Tecnología (en el caso de Brasil). Estos presentan las conclusiones más relevantes derivadas de la RIOCC en el ámbito de las Conferencias Iberoamericanas formadas por jefes de Estado.

<sup>309</sup>Los siguientes organismos e instituciones internacionales y regionales son colaboradores de la RIOCC: Banco Interamericano de Desarrollo - BID, Banco Mundial - BM, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE, Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe - CATHALAC (Panamá), Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño - CIIFEN (Ecuador), Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL y Comunidad Andina de Naciones - CAN, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático - CMNUCC, Corporación Andina de Fomento - CAF, Estrategia Internacional de Reducción de Desastres - EIRD, Instituto Interamericano para Investigaciones en Cambios Globales - IAI, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA y Sistema Mundial de Observación del Clima - SMOCC.

El objetivo general de la RIOCC es garantizar el desarrollo sustentable en la región iberoamericana, integrando los planes de desarrollo y los programas de cooperación bilateral y multilateral en la lucha contra el cambio del clima y las medidas de adaptación a sus efectos adversos.

La red tiene como objetivos específicos:

- mantener un diálogo fluido y permanente con el fin de conocer mejor las prioridades, dificultades y experiencias de los países iberoamericanos en políticas de cambio del clima;
- propiciar la implementación efectiva de las decisiones de la Convención, en particular sobre la adaptación y mitigación;
- promover la creación de capacidades y conocimientos, incluyendo, entre otras materias, la transferencia de tecnología, la observación sistemática y las opciones de adaptación al cambio climático;
- contribuir a la aproximación de posiciones en los foros internacionales de negociación sobre cambio climático y desarrollo sustentable;
- promover la integración del cambio climático en las estrategias de ayuda oficial al desarrollo;
- facilitar la relación entre los sectores público y privado en los países de la red, para que sea posible incrementar los beneficios que ofrecen las actividades de proyecto de MDL y trabajar conjuntamente en la identificación y remoción de barreras al MDL.

### 5.1.2 Red Lusófona de Especialistas en Alteraciones Climáticas - RELAC

La Comunidad de Países de Lengua Portuguesa - CPLP, fue formalizada en 1996, con el objetivo de ser un fórum de concertación político-diplomática, de promover la cooperación activa, apoyando o encuadrando acciones en diversos dominios de la actividad gubernativa y de la sociedad civil y contribuyendo a la promoción y difusión de la lengua portuguesa. La creación de la CPLP fue establecida para impulsar o encuadrar reuniones gubernamentales, en ámbito ministerial o técnico, en diversos sectores.

Así, en el área del cambio climático fue creada la RELAC, en 2005, con el objetivo de promover la cooperación en relación a la mitigación y adaptación del cambio climático y promover la aproximación de las unidades gubernamentales que tratan esa cuestión en los respectivos países. Los países incluidos en la RELAC son los mismos países de la CPLP: Angola, Brasil, Cabo Verde, Guinea Bissau, Mozambique, Portugal, Santo Tomé y Príncipe y Timor Oriental.

La cooperación en el ámbito de la RELAC, hasta el momento, ha sido hecha, sobre todo, de forma bilateral. Brasil está particularmente comprometido en la construcción de capacidad en los países africanos de lengua portuguesa, además de Timor Oriental, sobre las cuestiones relacionadas al cambio climático. Varias actividades fueron hechas hasta ahora en ese sentido, no apenas promoviendo el entrenamiento para apoyar a esos países en la elaboración de sus Comunicaciones Nacionales, sino también en la instalación y en el funcionamiento de sus Autoridades Nacionales Designadas para el MDL<sup>310</sup>.

310 Vide en esta Parte la sección 4.9 sobre Cooperación Sur-Sur sobre Cuestiones relacionadas al Cambio Climático.

## Referências Bibliográficas

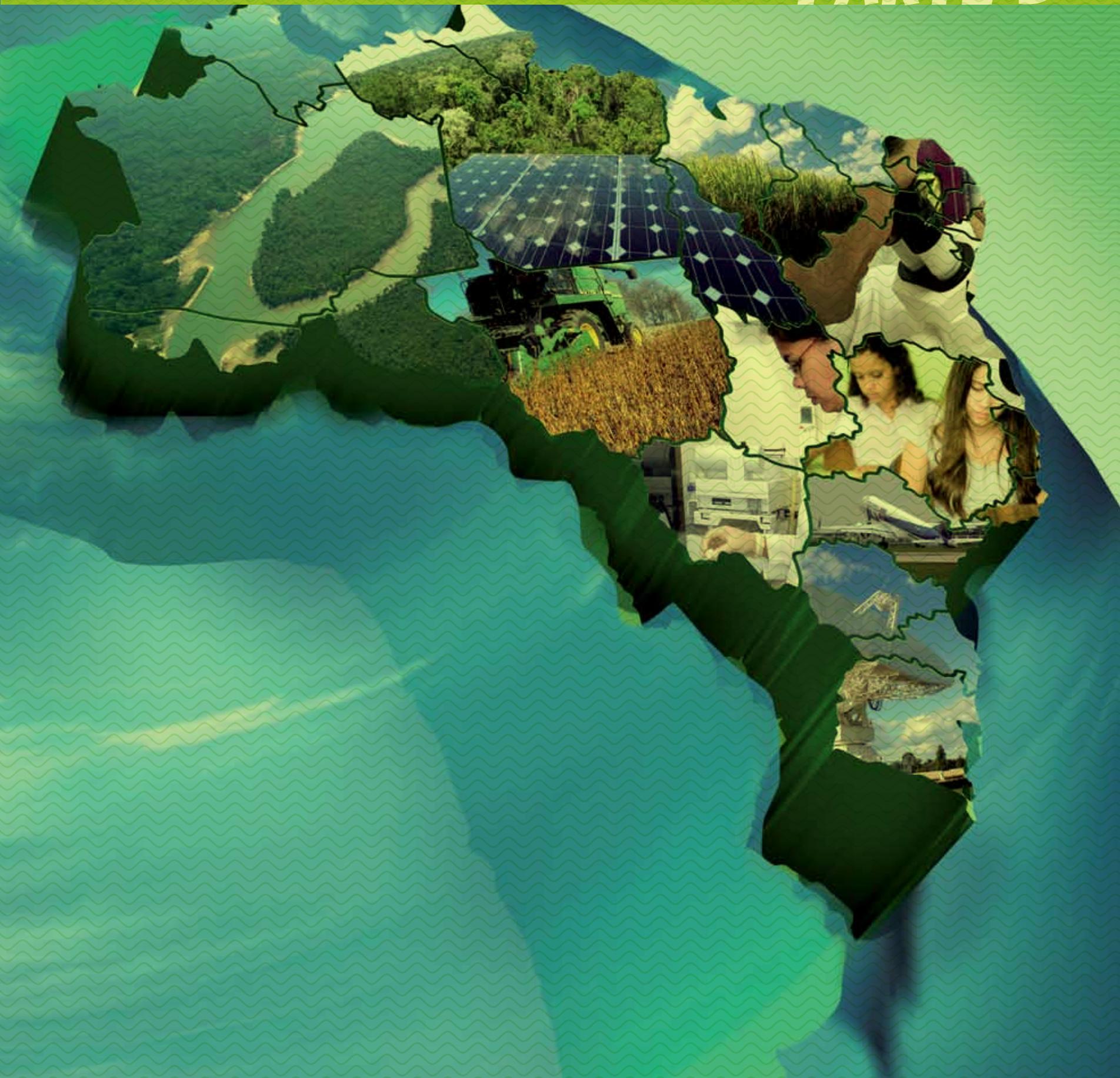
- ADAMS, P. D. *et al.*, 2002. *MMRF-GREEN: A dynamic multi-regional applied general equilibrium model of the Australian economy, based on the MMR and MONASH models*. Monash University, Centre of Policy Studies. 70 p. November, 2002.
- ALVES, D. S. *et al.*, 2004. *Land Cover/Land Use Change and Human Dimensions in the Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia - LBA*. LUCS Newsletter. 10, 4-5.
- AMBRIZZI, T. *et al.*, 2007. *Cenários regionalizados de clima no Brasil para o Século XXI: Projeções de clima usando três modelos regionais. Relatório 3. Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade - Sub projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI*. Brasília: MMA.
- ASNER, G. P. *et al.*, 2005. *Selective logging in the Brazilian Amazon*. *Science*, 310: 480-482.
- COSTA, W. M. *et al.*, 2007. *Dimensões humanas da biosfera-atmosfera na Amazônia*. São Paulo: EDUSP. 178 p.
- BOURLÈS, B.; LUMPKIN, R.; MCPHADEN, M. J.; HERNANDEZ, F.; NOBRE, P.; CAMPOS, E.; Yu, L.; PLANTON, S.; BUSALACCHI, A. J.; MOURA, A. D.; SERVAIN, J. & TROTTE, J., 2008. The PIRATA Program: History, Accomplishments, and Future Directions. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 89(8): 1111. doi: 10.1175/2008BAMS2462.1.
- BRASIL - Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2004. *Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. Brasília: MCT. 274p.
- CGEE - CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2008. *Mudança do clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação. Parcerias Estratégicas*, v. 27. Brasília: CGEE. Disponível em: <<http://www.cgee.org.br/parcerias/p27.php>>. Acesso em: 8 de setembro, 2010.
- CGEE - CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2009. *Oportunidades para difusão de tecnologias de energia limpas: subsídios para a participação nacional na Conferência de Mudança do Clima*. Brasília: CGEE. 83p.
- Disponível em: <<http://www.cgee.org.br/busca/ConsultaProdutoNcomTopo.php?f=1&idProduto=5930>>. Acesso em: 13 de agosto, 2010.
- CONPET - Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural. Programa *Conpet nas Escolas*. Disponível em: <<http://www.conpet.gov.br/>>. Acesso em: 2 de julho, 2010.
- DEFRIES, R. S. *et al.*, 2004. Land-use choices: balancing human needs and ecosystem function. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2: 249-257.
- FERREIRA FILHO, J. B. S.; ROCHA, M. T., 2008. Economic Evaluation of Public Policies Aiming the Reduction of Greenhouse Gases in Brazil. *Journal of Economic Integration*, 23: 709-733.
- FOLEY, J. A. *et al.*, 2007. Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5: 25-32.
- LBA - Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia, 1996. *Plano Científico Conciso*. Disponível em <http://lba.cptec.inpe.br/lba/site/?p=historico&t=1#>. Acesso em: 1 de agosto, 2007.
- MALHI, Y., *et al.*, 2004. The above-ground wood productivity and net primary productivity of 104 neotropical forests plots. *Global Change Biology*, 10: 563-591.
- MARCOVITCH, J. (coord.) *et al.*, 2010. *Economia da mudança do clima no Brasil: custos e oportunidades*. São Paulo: IBEP Gráfica. 82 p. Disponível em: <[http://www.economiadoclima.org.br/files/biblioteca/Economia\\_do\\_clima.pdf](http://www.economiadoclima.org.br/files/biblioteca/Economia_do_clima.pdf)>. Acesso em: 12 de setembro, 2010.
- MARENGO, J. A. *et al.*, 2009. *Future change of climate in South America in the late XXI Century: Intercomparison of scenarios from three regional climate models*. *Clim Dyn*. doi 10.1007/s00382-009-0721-6.

- MEIRA FILHO, G.; MIGUEZ, J. D. G., 2000. Nota sobre a relação de dependência temporal entre as emissões de gases de efeito estufa e a mudança do clima. *Nota técnica*. Brasília: MCT. 37p.
- MILES, L. *et al.*, 2004. *The impact of global climate change on tropical forest biodiversity in Amazonia*. *Global Ecol. Biogeogr.*, 13: 553-565.
- NOBRE, P. & URBANO, D. F., 2010. *Projeto PIRATA Brasil, 1998-2010*. Relatório INPE, no prelo.
- SALESKA, S. R. *et al.*, 2003. Carbon in Amazon forests: unexpected seasonal fluxes and disturbance-induced losses. *Science*, 302: 1154-1157.
- SHINE, K.P. *et al.*, 2005. Alternatives to the global warming potential for comparing climate impacts of emissions of greenhouse gases. *Climate Change*, 68 (3): 281-302. doi: 10.1007/s10584-005-1146-9.



# Dificultades Financieras, Técnicas y de Capacitación para la Ejecución de la Comunicación Nacional

## PARTE 5



# **PARTE 5**

# ÍNDICE

1 DIFICULTADES FINANCIERAS, TÉCNICAS Y DE CAPACITACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE LA COMUNICACIÓN NACIONAL.....	522
--	-----





# Capítulo 1

Dificultades Financieras, Técnicas y de Capacitación para la Ejecución de la Comunicación Nacional



# 1 Dificultades Financieras, Técnicas y de Capacitación para la Ejecución de la Comunicación Nacional

El proyecto de elaboración de la Segunda Comunicación Nacional de Brasil a la Convención tuvo su presupuesto elaborado en el 2005, en ocasión de la firma del documento del Proyecto BRA/05/G31, con un valor de US\$ 3.400.000, provenientes integralmente del GEF - que es una entidad operacional del mecanismo financiero bajo la Convención-, y US\$ 4.175.600, correspondientes a la contrapartida nacional, totalizando un presupuesto original de US\$ 7.575.600.

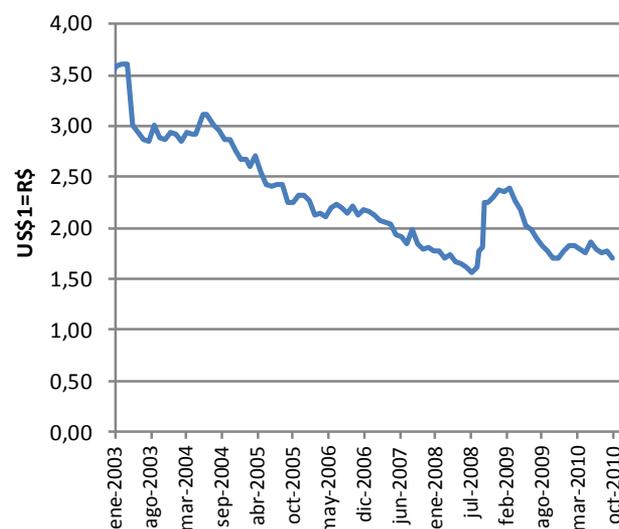
El MCT, agencia ejecutora del referido proyecto, así como ocurrió en la elaboración de la Comunicación Nacional Inicial de Brasil - también financiada con recursos del GEF. El MCT utiliza los recursos de ese Fondo para solventar las contrapartidas de diversas instituciones colaboradoras que participan directamente en la ejecución de cada resultado del proyecto. Debe llevarse en consideración, además, que el presupuesto originalmente disponibilizado apenas es suficiente para la realización de los resultados básicos previstos, sin cualquier ampliación de su contenido o grado de detalle, lo que muchas veces se muestra como necesario por tratarse de estudios técnicos de alta complejidad, para los cuales la ampliación del contenido y el nivel de detalle contribuye destacadamente a la calidad final del resultado.

En el caso específico de la Segunda Comunicación Nacional de Brasil, la agencia ejecutora de ese proyecto, el MCT, tuvo que realizar esfuerzos adicionales en lo que se refiere a la parte de la ejecución financiera del proyecto. Además de las contrapartidas que normalmente son esperadas para la ampliación y detalle de los resultados, fueron necesarios aportes de recursos adicionales para posibilitar la realización de algunos estudios, dada la valorización del real en relación al dólar, verificada durante todo el período de ejecución del proyecto, desde el 2006 al 2010.

Cuando el proyecto fue negociado con el GEF, la cotización del dólar considerada en aquella ocasión fue de R\$ 3,15. En ese escenario, ciertamente el presupuesto aprobado del proyecto (US\$ 3.400.000 del GEF, sumados a US\$ 4.175.600 de la contrapartida nacional original), sería suficiente para la realización de todos los estudios básicos previstos, restando las ampliaciones y detallado, o sea, las actividades adicionales que serían implementadas, a partir de las contrapartidas que serían negociadas durante la ejecución del proyecto con cada colaborador.

Sin embargo, la cotización del dólar fue, según la tasación oficial de las Naciones Unidas, en el mes de octubre del 2010, de R\$ 1,71, habiendo oscilado durante toda la ejecución del proyecto en valores inferiores a los considerados cuando fue presentada la proposición del proyecto (Figura 1.1). Ante esa situación, el proyecto pasó a enfrentar diversas dificultades financieras para el cumplimiento de sus compromisos básicos, ya que todas sus expensas comprometidas fueron realizadas en reales.

**Figura 1.1 Oscilación de la cotización del dólar durante la negociación y ejecución del proyecto de la Segunda Comunicación Nacional de Brasil**



La eficiente consecución de la Segunda Comunicación Nacional de Brasil, con las debidas ampliaciones y detalles de aquellos estudios juzgados como necesarios por el área técnica, así como la regularización de las dificultades enfrentadas con la valorización cambiaria, demandaron recursos por un valor de US\$ 10.604.222.

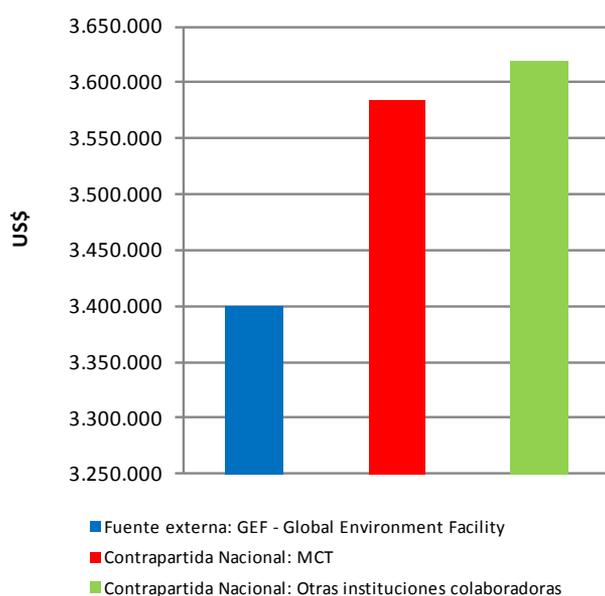
De esos recursos, US\$ 3.400.000 fueron disponibilizados por el GEF y US\$ 7.204.222 fueron provenientes de contrapartidas nacionales. Esa contrapartida, inicialmente, era de US\$ 4.175.600. Sin embargo, frente a la valorización cambiaria y a la necesidad detectada de actividades adicionales durante la ejecución del proyecto, tal contrapartida no fue suficiente, lo que derivó en que el MCT tuviese que actuar ante diversas instituciones e órganos del propio Ministerio, para conseguir aportes adicionales de recursos, sin los cuales el trabajo no sería finalizado.

Con un papel activo, y gracias a la sólida construcción en el ámbito de la cooperación que el MCT realizó, fue posible conseguir recursos de contrapartidas, por un valor de US\$ 3.028.622, para que el proyecto fuese concluido de forma eficiente y manteniendo la calidad esperada de los resulta-

dos producidos. Esa contrapartida adicional provino, además del propio MCT, de otras instituciones colaboradoras, como por ejemplo, el MME, INPE, Embrapa, Cetesb, Funcate, e&e, Asociación Brasileña del Carbón Mineral - ABCM, etc.

La Figura 1.2 detalla las contrapartidas correspondientes, separando al MCT de las demás instituciones, así como el presupuesto original disponibilizado por el GEF. Como puede ser observado, el propio MCT destinó recursos superiores a los provenientes del GEF, lo que demuestra el compromiso del gobierno brasileño con el trabajo realizado.

**Figura 1.2 Origen de los recursos en la ejecución de la Segunda Comunicación Nacional de Brasil a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático**



En relación a la parte de ejecución administrativa, es importante registrar el empeño y el esfuerzo dedicado a la ejecución del proyecto, tanto por parte del PNUD como por parte de la Agencia Brasileña de Cooperación del Ministerio de Relaciones Exteriores - ABC/MRE, lo que repercutió positivamente en los resultados alcanzados por el proyecto.

El PNUD, como agencia implementadora, estableció una unidad específica para atender al proyecto. Esta unidad, localizada en Brasilia, contó con tres supervisores que acompañaron todas las actividades y acciones desarrolladas e implementadas en el ámbito del referido proyecto. Toda y cualquier acción o providencia tomada por la Agencia Ejecutora, el MCT, para ejecución del proyecto, era previamente evaluada por esta unidad, que daba orientaciones en relación a los procedimientos aplicables, además de participar de las selecciones

realizadas y evaluar cada producto presentado al proyecto, ya fuese como resultado de consultorías nacionales, o como resultado de la cooperación con instituciones públicas y privadas. Esta unidad, además, desempeñó un papel de monitoreo continuo de las actividades del proyecto, con la realización de constantes visitas al MCT, lo que posibilitó una ganancia de eficiencia extraordinaria para el proyecto en relación a la implementación del mismo, garantizando una mayor seguridad al MCT, que pudo contar con el apoyo de esta unidad para todos los procedimientos de ejecución adoptados.

El MCT trabajó en sintonía con esta unidad del PNUD en la definición de procedimientos innovadores que contribuyeron a una eficiente ejecución del proyecto, constatando una gran diferencia en la calidad de la cooperación ofrecida por el PNUD, ya que para la ejecución del proyecto de la Comunicación Nacional Inicial de Brasil, implementado durante el período de 1996 al 2000, no fue disponibilizado por el Organismo ese tipo de apoyo de una unidad específica. Esa acción, sin dudas, hizo la diferencia en la ejecución del proyecto de la Segunda Comunicación Nacional de Brasil.

Aunque la actuación del PNUD haya sido muy positiva y fundamental para el éxito de este proyecto, fueron enfrentados pequeños contratiempos en áreas de esa Agencia Especializada de las Naciones Unidas que precisan ser fortalecidas. Como ejemplo, puede citarse el área de licitaciones, ya que los principales problemas enfrentados en la ejecución del proyecto estuvieron relacionados al proceso burocrático y a la demora en las adquisiciones de bienes y servicios, que, de cierta forma, perjudicaron la buena marcha de los trabajos, repercutiendo negativamente en el cronograma de ejecución del proyecto, mismo que tales dificultades hayan sido, finalmente, superadas con el apoyo de la dirección del propio PNUD.

En relación a las dificultades técnicas, particularmente en lo tocante al Inventario, las cuestiones más relevantes fueron las relacionadas al Sector de Cambio del Uso de la Tierra y Bosques, debido a la complejidad de la metodología utilizada, incluyendo la interpretación de un número muy grande de imágenes de satélite. Debido a la decisión de la utilización parcial de trabajos anteriores, hecho relacionado a la limitación de recursos, hubo un atraso en el cronograma, derivado de la constatación de la necesidad de corrección y adaptación de esos trabajos.

En el Sector de Agropecuaria, hubo también un atraso inesperado derivado del atraso del Censo Agropecuario 2006, cuyos resultados solamente fueron publicados en octubre del 2009, los cuales incluían resultados esenciales a las metodologías detalladas adoptadas en el Inventario



## **Agradecimientos**

Expresamos nuestra más profunda gratitud, por el constante incentivo y apoyo en todo momento a los trabajos realizados, al Ministro de Estado de Ciencia y Tecnología, Dr. Sergio Rezende, y al Secretario Ejecutivo, Dr. Luiz Antonio Rodrigues Elias. Extendemos nuestro agradecimiento al Dr. Eduardo Campos, que ocupó la cartera del 2004 al 2005, y al Dr. Luiz Fernandes, que representó a la Secretaría Ejecutiva del 2004 al 2007.

Agradecemos a la Comisión de Ciencia y Tecnología, Comunicación e Informática (CCTCI) de la Cámara de Diputados.

Agradecemos también al Ministerio de Minas y Energía - MME, cuyo equipo participó en varias etapas de la elaboración de este documento, dando apoyo técnico y financiero en la ejecución de los trabajos que posibilitaron esta publicación.

Agradecemos a los equipos del GEF, del PNUD y de la ABC/MRE, por medio de los dirigentes de esas instituciones: Sra. Monique Barbut, Dr. Jorge Chediek y Ministro Marco Farani, respectivamente, y en particular, a algunas personas muy especiales sin las cuales la realización de este trabajo no habría sido posible: Robert Dixon, del GEF; Rebeca Grynspan, del PNUD/Latinoamérica y Caribe; Diego Massera y Oliver Page, del PNUD/Unidad GEF; Kim Bolduc, Eduardo Gutierrez, Carlos Castro, Rose Diegues y Luciana Brant, del PNUD-Brasil, así como Márcio Corrêa y Alessandra Ambrosio, de la ABC/MRE. Agradecemos, igualmente, al equipo de la ASCAP/MCT, en la persona de su dirigente, Dra. Ione Egler. Agradecemos, finalmente, al equipo de la Unidad de Supervisión Técnica y Orientación Jurídica del PNUD-Brasil. A todas esas personas, por su apoyo y liderazgo en este proceso, nuestro más sincero agradecimiento.



La realización de este trabajo contó, parcialmente, con el apoyo financiero y administrativo de:

Fondo para el Medio Ambiente Global - GEF, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD

Proyecto BRA/05/G31

EQSW 103/104 Lote 01 Bloco D - Setor Sudoeste

70.670-350 Brasília-DF

Teléfono: (61) 3038-9065

Fax: (61) 3038-9010

e-mail: [registry@undp.org](mailto:registry@undp.org)

<http://www.undp.org.br>

Programas Plurianuales de Actividades del Gobierno Federal

Programa de Meteorología y Cambio Climático

Programa Cambios Climáticos

El trabajo contó además con el apoyo financiero de:

Ministerio de Ciencia y Tecnología - MCT

Ministerio de Minas y Energía - MME



Ministerio de la  
Ciencia e de la Tecnología

