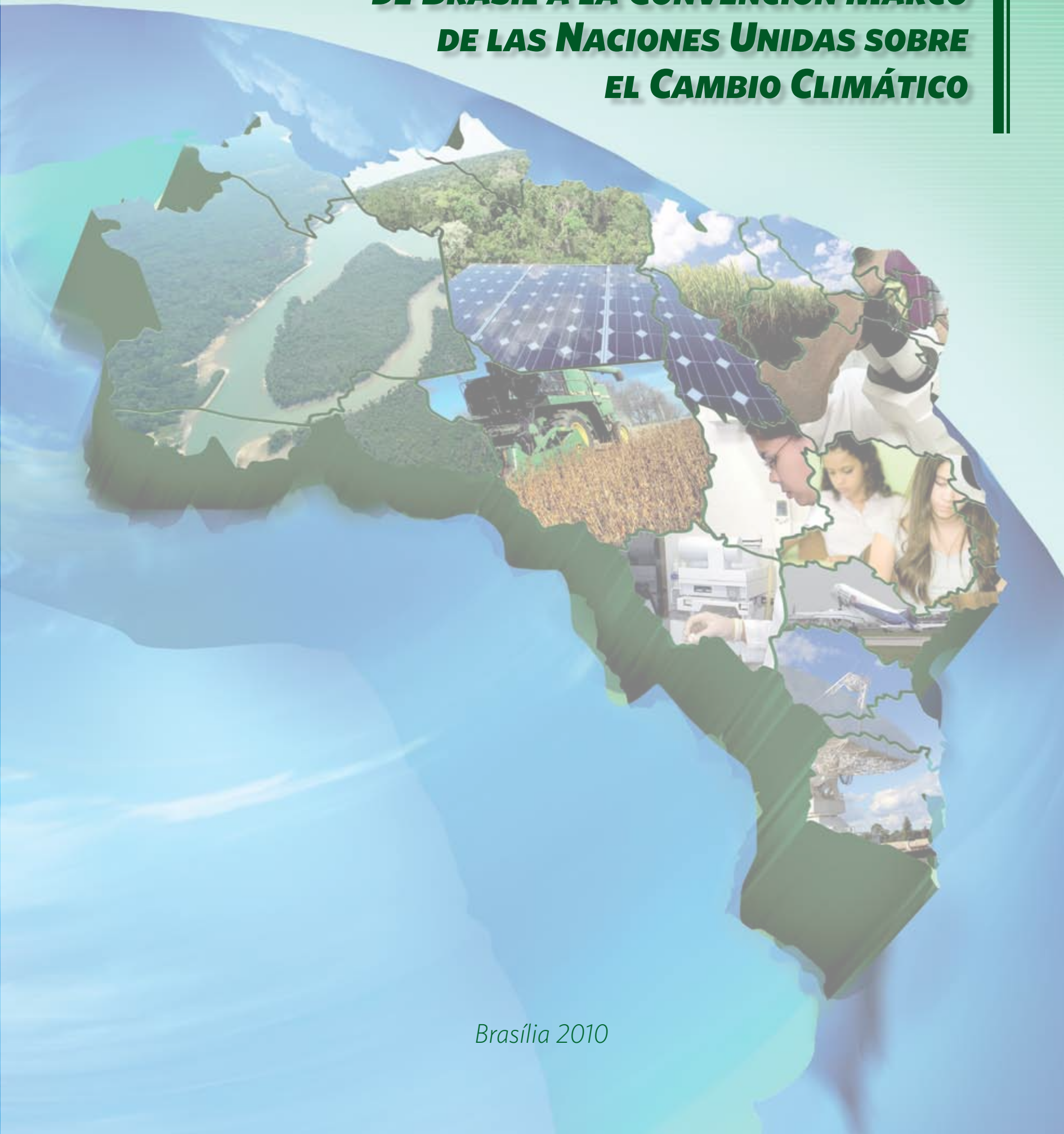


**SEGUNDA COMUNICACIÓN NACIONAL  
DE BRASIL A LA CONVENCION MARCO  
DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE  
EL CAMBIO CLIMÁTICO**



*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 CONVENCIÓN 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)

## Prefacio

Esta Segunda Comunicación Nacional para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático muestra los programas gubernamentales y las iniciativas que están permitiendo reducciones consistentes de las emisiones de gases de efecto invernadero. Algunos de esos programas e iniciativas son responsables por el hecho de 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. Otras iniciativas, como el combate a la deforestación y la promoción de los biocombustibles y de la eficiencia energética, también contribuyen a que los objetivos de desarrollo sean alcanzados, con un desvío acentuado en la curva tendencial de las emisiones de gases de efecto invernadero en Brasil.

Historicamente, Brasil viene haciendo su parte en el combate al cambio climático, y está preparado para mantener el protagonismo en el contexto del esfuerzo global para enfrentar el problema. Fue el primer país en firmar la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, resultado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Río 92) realizada en Rio de Janeiro en junio de 1992. La Convención Marco es considerada uno de los instrumentos multilaterales más equilibrados, universales y relevantes en la actualidad. Fue ratificado por el Congreso Nacional en 1994.

La más reciente, y una de las más eficaces iniciativas de Brasil en ese campo, fue la definición de la Política Nacional sobre Cambio Climático-PNMC, instituida por medio de la Ley 12.187/09. Las acciones nacionales voluntarias a nivel nacional incorporadas a ella habían sido anunciados por el presidente de la República Luiz Inácio Lula da Silva, en Copenhague, en diciembre del 2009, durante el Segmento de Alto Nivel de la 15ª Conferencia de las Partes de la Convención sobre Cambio Climático (COP 15), y la 5ª Conferencia de las Partes de la Convención sirviendo como Reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto (CMP-5). De acuerdo a la mencionada ley, Brasil adoptará acciones voluntarias 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 2020, tomando como referencia los valores del 2005. La ley establece además que esa proyección, así como el detalle de las acciones para alcanzar el objetivo de mitigación, tendrán 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, el cual es parte principal de esta Segunda Comunicación Nacional.

Las acciones necesarias para la consecución de las acciones nacionales voluntarias de mitigación asumidas por Brasil van a ser resultado del esfuerzo de órganos del gobierno federal y de los gobiernos estaduais, así como del conjunto de la sociedad.

Como se sabe, la responsabilidad por la coordinación de la implementación de los compromisos resultantes de la Convención, fue entregada al Ministerio de Ciencia y Tecnología - MCT, una vez concluida la Río-92, hecho que pone en evidencia la importancia que el país le atribuye a la ciencia y a las tecnologías asociadas al cambio climático. La cuestión del cambio global del clima es eminentemente de cuño científico y tecnológico a corto y mediano plazos. El cambio global del clima es científico cuando se trata de definir al cambio climático, sus causas, intensidad, vulnerabilidades, impactos y reducción de la incertidumbre inherente al tema. También es de cuño tecnológico, porque las medidas de combate al calentamiento global llevan a acciones cuyo objetivo es promover el desarrollo, la aplicación, la difusión y la transferencia de tecnologías y procesos para prevenir el problema y sus efectos adversos.

El Plan de Acción de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Nacional-PACTI2007-2010, incluye en el eje estratégico la Investigación, Desarrollo e Innovación en Áreas Estratégicas, un programa específico para el área de cambio climático. Denominado “Programa Nacional de Cambios Climáticos”, 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 del problema en el plano nacional e internacional. Fueron establecidas acciones específicas para ser implementadas durante el período comprendido por el Plan. Una de ellas se destinó a apoyar la preparación de esta Segunda Comunicación Nacional de Brasil.

Tal como en la Comunicación Inicial de Brasil, el trabajo de esta Segunda Comunicación se pautó por los principios de la seriedad, el rigor científico, la descentralización y la transparencia. La experiencia adquirida en el ejercicio del primer documento posibilitó avances, los cuales podrán ser constatados en este volumen.

Para la elaboración de la Segunda Comunicación Nacional, el MCT movilizó una amplia red de cooperación. Esa red comenzó a ser formada a mediados de la década de 1990 y se fortaleció desde entonces. Estuvieron involucradas más de 600 instituciones y 1.200 especialistas con reconocida

capacidad en cada área específica de los más diversos sectores (energético, industrial, forestal, agropecuario, de tratamiento de residuos, etc.), provenientes tanto del área gubernamental, como de la iniciativa privada y de la academia.

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, integrante de esta Comunicación, exigió un arduo trabajo y amplios recursos humanos, técnicos y financieros. Presenta resultados gratificantes, sobre todo por basarse en una metodología compleja y detallada. Las informaciones del sector de cambio del uso de la tierra y bosques en el país, por ejemplo, fueron obtenidas con el uso intensivo de imágenes de satélite y de un sistema sofisticado de procesamiento digital de la información. Hubo un avance considerable en la evolución de esta evaluación en el país, aunque se reconoce que aún quedan algunos desafíos. Es necesario continuar avanzando en la calidad de la informação, paralelamente al mantenimiento de una estructura de preparación del inventario nacional en bases sustentables.

La revisión detallada del contenido de la Segunda Comunicación Nacional, y en particular de los resultados del Inventario, buscó garantizar la confiabilidad y la transparencia de las informaciones. Los informes de referencia están disponibles en la red mundial de computadoras. Fue promovido un amplio proceso de revisión por especialistas de las más diversas áreas y por medio de un amplio proceso de consulta pública en el período de abril a septiembre del 2010.

Uno de los pilares de la Convención es el principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas. A pesar

de que Brasil no tiene, de acuerdo al régimen internacional de combate al calentamiento global, obligaciones cuantificadas de limitación o reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el país está actuando de forma decisiva y dando contribuciones concretas a la lucha contra el cambio climático.

La presentación de este documento es otro paso institucional decisivo del gobierno del Presidente Lula en el sentido de honrar uno de los compromisos más importantes del país en el ámbito de la Convención, contribuyendo a mejorar el entendimiento del problema global y el avance de la ciencia del cambio climático, a partir de la realidad nacional descrita por medio de los programas y acciones desarrollados en el país.

Esta Segunda Comunicación Nacional de Brasil para la Convención confirma el compromiso del país en reforzar el papel de las instituciones multilaterales, las cuales son el marco adecuado para la solución de problemas de naturaleza global que afectarán a la comunidad internacional. El material contenido en este documento ilustra cómo Brasil ha contribuido de manera relevante al objetivo de la Convención sobre Cambio Climático, demostrando que la mitigación del fenómeno y la adaptación a sus efectos son posibles sin comprometer las acciones orientadas al crecimiento socioeconómico y a la erradicación de la pobreza, prioridades primordiales y absolutas de los países en desarrollo.

**Sergio Machado Rezende**

Ministro de Estado de Ciencia y Tecnología  
Brasilia, octubre 2010

## Introducción

Entre los compromisos asumidos por el país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático - CMNUCC, está el de desarrollar y actualizar, periódicamente, inventarios nacionales de las emisiones antrópicas por fuentes y absorciones por sumideros de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal; de presentar una descripción general de las medidas previstas o tomadas para implementar la Convención; además de presentar cualquier otra información que la Parte considere relevante para la realización del objetivo de la Convención. El documento conteniendo tales informaciones es llamado Comunicación Nacional en la jerga de la Convención.

El formato de la Comunicación Nacional de Brasil sigue las directrices contenidas en la Decisión 17 de la 8ª Conferencia de las Partes de la Convención (documento FCCC/CP/2002/7/Add.2, del 28 de marzo del 2003) - Directrices de elaboración de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el Anexo I de la Convención. La estructura de cada capítulo fue desarrollada en base a esa decisión, adecuándola, obviamente, a las circunstancias nacionales y a los programas y acciones desarrolladas en el país.

La Segunda Comunicación Nacional de Brasil a la Convención que el gobierno brasileño ahora presenta es compuesta de cinco partes. La primera presenta las circunstancias nacionales y los arreglos especiales de Brasil, la cual busca describir un panorama general, teniendo en consideración la complejidad de este inmenso país, así como sus prioridades de desarrollo. La segunda parte comprende el Inventario Brasileño de Emisiones Antrópicas por Fuentes y Absorciones por Sumideros de Gases de Efecto Invernadero no Controlados por el Protocolo de Montreal, referente al período de 1990 al 2005. Esto es el resultado de la consolidación de 18 informes sectoriales de referencia desarrollados por instituciones de excelencia en el país, así como por especialistas de elevado reconocimiento e informaciones adicionales obtenidas de diversas entidades. La tercera parte presenta las providencias previstas o ya implementadas en el país, y está dividida en dos subpartes: A) Programas conteniendo medidas referentes a la mitigación al cambio climático; y B) Programas conteniendo medidas para facilitar la adecuada adaptación al cambio climático. Estas medidas, directa o indirectamente, contribuyen a la consecución de los objetivos de la Convención. La cuarta parte describe otras informaciones consideradas relevantes para el alcance del objetivo de la Convención, incluyendo la transferencia de tecnología; investigación y observación

sistemática; educación, entrenamiento y concientización pública; formación de capacidad nacional y regional; e información y formación de red. Finalmente, la quinta parte relata las dificultades financieras, técnicas y de capacitación para la preparación de la Segunda Comunicación Nacional.

Con la elaboración de la Comunicación Inicial de Brasil, varias instituciones adquirieron alguna capacidad en el área, pero el trabajo de elaboración de una Comunicación Nacional es de gran complejidad en un país con las dimensiones continentales de Brasil y requiere un esfuerzo considerable. Uno de los desafíos constantes es el de aumentar el número de especialistas sobre el asunto en Brasil. Aunque el tema del cambio climático haya ganado una importancia creciente, sobre todo después de la divulgación del IV Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático - IPCC, aún es poco el número de publicaciones disponibles en portugués en las áreas involucradas, así como también es escasa la cantidad de recursos humanos y financieros para desarrollar estudios más amplios.

Para que Brasil cumpliera las obligaciones asumidas en el ámbito de la Convención, fue establecido un cuadro institucional en formato de Programa, bajo la coordinación del Ministerio de Ciencia y Tecnología, con recursos financieros aportados por el PNUD/GEF. Sin embargo, es importante destacar que tales recursos sirvieron para las contrapartidas de diversas instituciones colaboradoras, que participan directamente en la ejecución de cada resultado del proyecto. El presupuesto originalmente disponibilizado apenas fue suficiente para la realización de los resultados básicos previstos, sin cualquier ampliación de su contenido o de detalles, lo que muchas veces se mostró necesario por tratarse de estudios técnicos de alta complejidad para los cuales la ampliación del contenido y del detalle contribuye de forma destacada a la calidad final del resultado.

Durante la elaboración del Inventario, debido a su amplitud y especificidad, se buscó incluir a diversos sectores generadores de información, además de la participación de especialistas de diversos ministerios, instituciones federales, estatales, asociaciones de clase de la industria, empresas públicas y privadas, organizaciones no gubernamentales, universidades y centros de investigación.

Tal como en la Comunicación Inicial de Brasil, considerando que, en muchos casos, los factores de emisión default del IPCC para estimar las emisiones antrópicas de gases de efecto invernadero no son adecuados para países en de-



sarrollo, fue realizado un gran esfuerzo de obtención de informaciones correspondientes a las condiciones nacionales, como, por ejemplo, en el caso del sector de Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. En el caso de este sector en Brasil, la elaboración del Inventario siempre es un ejercicio de considerable esfuerzo debido a la complejidad de la metodología utilizada, involucrando la interpretación de un número muy grande de imágenes de satélite. Debido a la decisión de la utilización parcial de trabajos anteriores, a causa de la limitación de recursos, hubo un atraso en el cronograma en función de la constatación de la necesidad de corrección y adaptación de esos trabajos. En el sector agricultura, hubo también un atraso inesperado derivado de la disponibilización de los resultados del Censo Agropecuario 2006 - una fuente esencial de información para las metodologías detalladas adoptadas en el Inventario -, que solo fueron publicados en octubre del 2009.

Fueron realizados estudios pioneros en el ámbito del Inventario, buscando aumentar el conocimiento científico sobre las emisiones resultantes de la conversión de bosques que pasaron a ser utilizados para otros usos. En ese sentido, fue desarrollado un método complejo, sofisticado y detallado de evaluación de cambio de uso de la tierra y silvicultura, el cual se espera que pueda ser replicado en otros países del mundo.

El gobierno brasileño es contrario a la utilización del Potencial de Calentamiento Global (GWP de la sigla en inglés de Global Warming Potential) para la comparación de gases de efecto invernadero. La opción de agregar las emisiones relatadas en unidades de dióxido de carbono equivalente con el uso del GWP en un horizonte de tiempo de 100 años, no fue adoptada por Brasil, que relató sus emisiones apenas en unidades de masa de cada gas de efecto invernadero, así como fue presentado en su Inventario Inicial. En la visión de Brasil, el GWP no representa de forma adecuada la contribución relativa de los diferentes gases de efecto invernadero al cambio climático. El uso del GWP enfatiza, en demasía y de forma equivocada, la importancia de los gases de efecto invernadero con cortos períodos de permanencia en la atmósfera, como el metano.

En este Inventario, se optó por continuar relatando las emisiones antrópicas por fuentes y absorciones por sumideros de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, apenas en unidades de masa de cada gas de efecto invernadero. Sin embargo, para tornar clara la sobreestimación de la participación del metano debido al uso del GWP, se optó por presentar en un Box, apenas con fines informativos, los resultados del Inventario utilizando diferentes métricas de conversión en CO<sub>2</sub> equivalente. En

ese Box son presentadas las emisiones antrópicas líquidas de gases de efecto invernadero utilizando el GWP, aunque también son relatadas las emisiones en base a otra métrica, el Potencial de Temperatura Global - GTP. El GTP compara los gases de efecto invernadero por medio de sus contribuciones al cambio en la temperatura media en la superficie terrestre en un dado horizonte de tiempo futuro, reflejando mejor la real contribución de los diferentes gases de efecto invernadero para el cambio climático. A pesar de una incerteza mayor en su cálculo, debido a la necesidad de utilizar la sensibilidad del sistema climático, el uso del GTP posibilitaría políticas de mitigación más apropiadas.

Es preciso llevar en cuenta que, al mismo tiempo en que la evaluación de las emisiones anuales por cada uno de los países es importante para la cuantificación de las emisiones globales y para la comprensión de la evolución del problema de los cambios climáticos (actual y futuro), las emisiones anuales de gases de efecto invernadero no representan de manera adecuada y justa la responsabilidad de un país en causar el calentamiento global, ya que el aumento de la temperatura deriva de la acumulación de las emisiones históricas de los países, que a la vez elevan las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Para cada diferente nivel de concentración de cada gas de efecto invernadero, hay una acumulación de energía en la superficie de la Tierra a lo largo de los años. Como es mencionado en la propuesta brasileña presentada durante las negociaciones del Protocolo de Kyoto (documento FCCC/AGBM/1997/MISC.1/Add.3), la responsabilidad de un país solo puede ser correctamente evaluada a partir de la perspectiva de la doble acumulación, lo que significa considerar de manera integral todas sus emisiones históricas, la consecuente acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera y el aumento de la temperatura media de la superficie terrestre como resultado de lo anterior. Por lo tanto, los países industrializados, que iniciaron sus emisiones de gases de efecto invernadero a partir de la Revolución Industrial, tienen una mayor responsabilidad en el cambio climático. Además de la responsabilidad por el cambio climático ya observado, los datos de las emisiones históricas muestran que estos países continuarán siendo los principales responsables por algunas décadas más.

Aunque los países en desarrollo como Brasil no tengan compromisos cuantificados de limitación o de reducción de sus emisiones antrópicas de gases de efecto invernadero, según lo establece el régimen internacional de cambio global del clima, la Segunda Comunicación Nacional también pone en evidencia que son desarrollados en el país innumerables programas y acciones que tienen como resultado una reducción significativa de esas emisiones. Algunas de

esas iniciativas son responsables por el hecho de que Brasil tenga una matriz energética con destacada participación de recursos renovables, resultando en menores emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de energía producida o consumida. La Segunda Comunicación Nacional deja claro el número creciente, desde la Comunicación Nacional Inicial, de las diversas iniciativas en varias fases de implementación que contribuyen y/o contribuirán a la inflexión de la tasa de crecimiento de la curva de emisiones de gases de efecto invernadero en el país.

Otro factor importante a ser destacado en relación a esta Segunda Comunicación Nacional es el gran número de instituciones y autores y/o colaboradores involucrados en su elaboración. Además, todos los textos fueron disponibilizados

en Internet, como parte de una política de transparencia y de participación pública que caracteriza a la gestión del Excmo. Sr. Ministro de Ciencia y Tecnología, Dr. Sergio Rezende.

La Segunda Comunicación Nacional presenta el “estado del arte” de la implementación de la Convención en el país, en relación al Inventario de gases de efecto invernadero hasta el final del año 2005, y en relación a los innumerables programas y acciones que Brasil desarrolló hasta el 2010, y que demuestran su comprometimiento con el combate al cambio climático.

**José Domingos Gonzalez Miguez**

Coordinador General de Cambios Globales del Clima

## Sumario Ejecutivo

La presentación de esta Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático - CMNUCC (de aquí en adelante Convención sobre Cambio Climático, o simplemente Convención), confirma la importancia que Brasil le atribuye a los compromisos asumidos por el país en el ámbito de este tratado, que constituye el marco institucional adecuado por medio del cual la comunidad internacional debe combatir el cambio global del clima. Además, es una señal evidente de que Brasil realizará el máximo de sus esfuerzos para un mejor entendimiento del problema global y para el avance de la ciencia del cambio del clima, a partir de las circunstancias nacionales del país descrita en esta Comunicación, por medio de las acciones y programas desarrollados en el país.

Aun con las lecciones aprendidas con la Comunicación Inicial, el trabajo de preparación de una Comunicación Nacional es de gran complejidad en un país con las dimensiones continentales de Brasil, requiriendo un esfuerzo considerable. Un desafío constante es aumentar el número de especialistas sobre el tema en el país. A pesar de que aún son escasos los recursos humanos y financieros para desarrollar estudios más amplios, en la realización de este trabajo fue movilizadas una amplia red de cooperación. Un significativo número de instituciones y autores y/o colaboradores con reconocida capacidad en cada área específica estuvieron involucrados en su elaboración en los más diversos sectores (energético, industrial, forestal, agropecuario, desperdicios, etc.), tanto gubernamentales como de la iniciativa privada.

Siguiendo las "Directrices de elaboración de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el Anexo I de la Convención" (Decisión 17/CP. 8), la Segunda Comunicación Nacional de Brasil a la CMNUCC está compuesta por cinco partes. La primera presenta las circunstancias nacionales y arreglos especiales de Brasil, buscando describir un panorama general, teniendo en consideración la complejidad de este inmenso país, así como sus prioridades de desarrollo. La segunda parte comprende el Inventario Brasileño de Emisiones Antrópicas por Fuentes y Absorciones por Sumideros de Gases de Efecto Invernadero no Controlados por el Protocolo de Montreal, referente al período de 1990 al 2005. Sin embargo, tomando en consideración las directrices incluidas en la Decisión 17/CP. 8, además de las directrices del proyecto del GEF, ya firmado por el gobierno brasileño, el Inventario solamente debería abarcar el período 1990-2000. No obstante eso, el Inventario buscó presentar los datos preliminares relativos al año 2005, los cuales serán revisados en la próxima Comunicación Nacional. El

Inventario es resultado de la consolidación de 18 informes sectoriales de referencia desarrollados por instituciones de excelencia en el país, así como por especialistas de elevado reconocimiento e informaciones adicionales obtenidas de diversas entidades. La tercera parte presenta las providencias previstas o tomadas para la implementación de la Convención en el país, y está dividida en dos subpartes: A) Programas conteniendo medidas referentes a la mitigación al cambio climático; y B) Programas conteniendo medidas para facilitar la adecuada adaptación al cambio climático, providencias que, directa o indirectamente, contribuyen a la consecución de los objetivos de la Convención. La cuarta parte describe otras informaciones consideradas relevantes para el alcance del objetivo de la Convención, incluyendo la transferencia de tecnología; investigación y observación sistemática; educación, entrenamiento y concientización pública; formación de capacidad nacional y regional; e información y formación de red. Finalmente, la quinta parte relata las dificultades financieras, técnicas y de capacitación relacionadas a la preparación de la Segunda Comunicación Nacional.

### Circunstancias Nacionales

La República Federativa de Brasil está dividida en 26 estados, 5.565 municipios, de acuerdo a los datos del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE, 2009a), y el Distrito Federal, donde se sitúa la capital de la República, Brasilia, sede del gobierno y de los poderes ejecutivo, legislativo y judicial. El país posee un sistema presidencialista y es regido por la Constitución Federal de 1988.

Con un área de 8.514.876,6 km<sup>2</sup>, Brasil es el país de mayor extensión territorial de América del Sur. Posee una población de 186 millones de habitantes, de acuerdo a los datos de conteo de la población del 2008. El país tuvo un crecimiento poblacional medio anual del 1,15% en el período del 2000 al 2008. En el 2008, la mayor parte de la población (84,4%) vivía en centros urbanos.

Brasil abriga también en su territorio una fauna y una flora extremadamente ricas. Además de contar con más de un tercio de los bosques tropicales del planeta - el bosque amazónico -, hay en el país regiones fitoecológicas de grandes extensiones, como el *Cerrado*, la Mata Atlántica, la *Caatinga* y el Pantanal. El país posee vegetación y recursos florísticos muy variados, abrigando una de las floras más ricas del mundo, con 41.123 especies ya conocidas y catalogadas (FORZZA *et al.*, 2010). La fauna brasileña es igualmente rica

en especies, aunque el conocimiento sobre la diversidad de la misma aún es incompleto. Se estima que sean conocidos menos del 10% del total existente.

Brasil, por ser un país de gran extensión territorial, posee diferenciados regímenes de precipitación y de temperatura. Del norte al sur, hay una gran variedad de climas con distintas características regionales, lo que moldó la ocupación de su territorio, justificando, en parte, las diferencias socioeconómicas.

En Brasil los recursos hídricos disponibles son abundantes. Dotado de una vasta y densa red hidrográfica, muchos de sus ríos se destacan por su extensión, ancho o profundidad. Debido a la naturaleza del relevo, predominan los ríos de altiplano, cuyas características les dan un alto potencial para la generación de energía eléctrica, aunque esas mismas características, sin embargo, perjudiquen la navegabilidad. A pesar de que apenas el 36% del potencial hidroeléctrico nacional estimado haya sido aprovechado, en el 2009 un 84% de la electricidad brasileña fue generada por usinas hidroeléctricas.

Brasil es un país en desarrollo caracterizado por una economía compleja y dinámica, siendo la octava economía del mundo. Es un país urbano-industrial, que tiene como ancla en el capitalismo mundial la exportación de alimentos. Brasil ocupa el primer lugar en el ranking de exportación en varios productos agrícolas: caña de azúcar, carne bovina, carne de pollo, café, jugo de naranja, tabaco y alcohol. También queda en segundo lugar en soja y maíz, y aparece en la cuarta posición de mayor exportador de carne porcina. Sin embargo, no es el mayor exportador de alimentos del mundo, como usualmente se propaga. El país figura también entre los mayores y más eficientes productores mundiales de varios productos manufacturados, incluyendo el cemento, aluminio, productos químicos, insumos petroquímicos y petróleo.

En lo relativo a la participación de los sectores de la economía en el Producto Bruto Interno - PBI, en el 2006 se verificó el siguiente escenario: 65,8% en las actividades de servicios, 28,8% en la industria y 5,5% en la agropecuaria.

El PBI de Brasil, en el 2008, fue de US\$ 1.406,5 billones, con un PBI *per capita* de US\$ 7.420,00. Entre 1990 y el 2005, el crecimiento económico brasileño superó el crecimiento poblacional, siendo que la población creció en el período a una tasa anual del 1,5%, mientras que el PBI, en este mismo período, tuvo una tasa anual de crecimiento del 2,6%.

Debe reconocerse que una parte significativa de su población (cerca de 30 millones) se encuentra aún en situación

de pobreza, no teniendo acceso a servicios de salud, abastecimiento de agua y educación de calidad, a pesar de los esfuerzos gubernamentales y de la sociedad para revertir ese cuadro. Hay aún grandes disparidades regionales. Así, las prioridades nacionales se orientan a la atención de necesidades urgentes, en las áreas social y económica, tales como la erradicación de la pobreza, la mejoría de las condiciones de salud, el combate al hambre y la garantía de condiciones dignas de vivienda, entre otras. Esos elementos están en total consonancia con la Convención sobre Cambio Climático, la cual reconoce que la mitigación del fenómeno del cambio global del clima y la adaptación a sus efectos son posibles sin comprometer las acciones orientadas al crecimiento socioeconómico y a la erradicación de la pobreza, las cuales se mantienen como prioridades primordiales y absolutas de los países en desarrollo.

A pesar de la mejoría de los indicadores sociales y económicos, sobre todo en la última década, el país aún tiene un largo camino a recorrer. Se constata que Brasil es un país con una población creciente, donde todavía no fueron alcanzadas las necesidades básicas de la mayor parte de la población, con una infraestructura aún incipiente y que necesita mejorías considerables. Todo eso justifica el hecho de que Brasil sea aún un país en desarrollo.

## **Inventario Nacional de Emisiones Antrópicas por Fuentes y Absorciones por Sumideros de Gases de Efecto Invernadero no Controlados por el Protocolo de Montreal**

### **Estimativas de 1990 al 2005**

Brasil, como país Parte de la Convención sobre Cambio Climático, asumió, en base a su Artículo 4º, parágrafo 1(a), el compromiso de "elaborar, actualizar periódicamente, publicar y poner a disposición de la Conferencia de las Partes, en conformidad con el Artículo 12º, los inventarios nacionales de emisiones antrópicas por fuentes y los inventarios de las absorciones por sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando metodologías comparables a ser acordadas por las Conferencias de las Partes."

Fueron considerados, en el presente inventario, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), los hidrofluorocarbonos (HFCs), los perfluorocarbonos (PFCs) y el hexafluoreto de azufre (SF<sub>6</sub>). También fueron estimadas

las emisiones de los llamados gases de efecto invernadero indirecto, como los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), el monóxido de carbono (CO) y otros compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM). Los gases arriba mencionados fueron estimados según las fuentes de emisión, llamadas sectores: Energía, Procesos Industriales, Utilización de disolventes y otros productos, Agricultura, Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura, y Desechos.

Como directriz técnica básica, la elaboración del Inventario fue nortada por las directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático - IPCC (sigla en inglés de *Intergovernmental Panel on Climate Change*), por medio de los documentos *"Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories"*, publicado en 1997; *"Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories"*, publicado en el 2000; y *"Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry"*, publicado en el 2003. Al-

gunas de las estimativas ya llevan en cuenta informaciones publicadas en el documento *"2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories"*, publicado en el 2006.

La elaboración del Inventario incluyó a una importante parte de la comunidad científica y empresarial brasileña, además de diversos sectores gubernamentales. Los resultados de ese esfuerzo se encuentran en el Cuadro I, que resume las estimativas de las emisiones antrópicas de gases de efecto invernadero, para cuatro años - 1990, 1994, 2000 y 2005, contemplando, por lo tanto, el año 2000, conforme determina la Decisión 17/CP.8 a la Segunda Comunicación Nacional. En relación a los años de 1990 a 1994, el presente Inventario actualiza las informaciones presentadas en el Inventario de Emisiones y Absorciones Antrópicas de Gases de Efecto Invernadero no Controlados por el Protocolo de Montreal (BRASIL, 2004) - el Inventario Nacional Inicial.

Cuadro I Estimativas de las emisiones de gases de efecto invernadero en Brasil, en 1990, 1994, 2000 y 2005

Sector	Año	Unidad	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC-23	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-152a	CF <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	SF <sub>6</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub> DM
Energía	1990	Gg	179.948	427	8,5									1.781	14.919	1.022
	1994		206.250	382	9,0									1.996	14.438	974
	2000		289.958	388	9,6									2.334	11.415	860
	2005		313.695	541	12,1									2.388	11.282	958
	Var. 90 / 00	%	61	-9	14									31	-23	-16
	Var. 90 / 05	%	74	27	43									34	-24	-6
Procesos Industriales	1990	Gg	45.265	5,1	10,7	0,12	-	0,0004	-	-	0,302	0,026	0,010	8	365	322
	1994		48.703	6,5	16,3	0,157	-	0,0685	-	-	0,323	0,028	0,014	11	510	382
	2000		63.220	8,9	19,9	-	0,0071	0,4713	0,0075	0,0001	0,147	0,012	0,015	14	542	474
	2005		65.474	9,2	22,8	-	0,1249	2,2819	0,0929	0,1748	0,124	0,01	0,025	18	626	599
	Var. 90 / 00	%	40	73	87	-100	NA	108.876	NA	NA	-52	-56	54	69	48	47
	Var. 90 / 05	%	45	79	114	-100	NA	527.498	NA	NA	-59	-61	153	128	71	86
Utilización de Disolventes y Otros Productos	1990	Gg														350
	1994															435
	2000															473
	2005															595
	Var. 90 / 00	%														35
	Var. 90 / 05	%														70
Agricultura	1990	Gg		9.539	334									219	2.543	NE
	1994			10.237	369									233	2.741	NE
	2000			10.772	393									181	2.131	NE
	2005			12.768	476									237	2.791	NE
	Var. 90 / 00	%		12,9	17,6									-17		
	Var. 90 / 05	%		33,9	42,7									8		
Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura	1990	Gg	766.493	1.996	13,7									496	17.468	NE
	1994		830.910	2.238	15,4									556	19.584	NE
	2000		1.258.345	3.026	20,8									752	26.476	NE
	2005		1.258.626	3.045	20,9									757	26.641	NE
	Var. 90 / 00	%	64	52	52									52	52	
	Var. 90 / 05	%	64	53	53									53	53	
Desechos	1990	Gg	24	1.227	9,0											
	1994		63	1.369	10,8											
	2000		92	1.658	12,4											
	2005		110	1.743	14,0											
	Var. 90 / 00	%	276	35	37											
	Var. 90 / 05	%	349	42	54											
TOTAL	1990	Gg	991.731	13.195	376	0,120	-	0,000	-	-	0,302	0,026	0,010	2.504	35.296	1.693
	1994		1.085.925	14.233	421	0,157	-	0,068	-	-	0,323	0,028	0,014	2.797	37.273	1.791
	2000		1.611.615	15.852	455	-	0,007	0,471	0,007	0,0001	0,147	0,012	0,015	3.280	40.563	1.807
	2005		1.637.905	18.107	546	-	0,125	2,282	0,093	0,175	0,124	0,010	0,025	3.399	41.339	2.152
	Var. 90 / 00	%	63	20	21	-100	NA	108.876	NA	NA	-52	-56	54	31	15	7
	Var. 90 / 05	%	65	37	45	-100	NA	527.498	NA	NA	-59	-61	153	36	17	27
<b>Emisiones de gases de efecto invernadero solamente para información, no incluidas en el inventario</b>																
Bunker Fuels	1990	Gg	5.231	0,01	0,15									23	NE	NE
	1994		4.339	0,01	0,12									19	NE	NE
	2000		14.627	0,60	0,23									201	118	24
	2005		15.759	0,66	0,24									221	132	26
	Var. 90 / 00	%	NA	NA	NA									NA	NA	NA
	Var. 90 / 05	%	NA	NA	NA									NA	NA	NA
Combustibles de Biomasa	1990	Gg	187.962													
	1994		190.896													
	2000		180.471													
	2005		243.606													
	Var. 90 / 00	%	-4													
	Var. 90 / 05	%	30													

## **Emisiones de los Principales Gases de Efecto Invernadero**

Brasil presenta un perfil de emisiones diferente al de los países desarrollados, en que las emisiones provenientes de la quema de combustibles fósiles se destacan. En los sectores más importantes para Brasil, como la agricultura y el cambio de uso de la tierra y silvicultura, no existen metodologías que puedan ser directamente aplicables a las características nacionales, puesto que los factores de emisión *default* del IPCC reflejan, en gran parte, las condiciones de los países desarrollados y de clima templado y que no reflejan, necesariamente, la realidad brasileña. Así, un gran esfuerzo ha sido hecho para la recolección de datos correspondientes a las circunstancias nacionales, posibilitando la aplicación de metodologías tier del IPCC mayores, con la obtención de resultados más confiables y precisos.

### **Año 2000**

El análisis de los resultados es presentado en dos secciones: la primera se refiere al año 2000, conforme lo establece la directriz de la Convención sobre Cambio del Clima a la Segunda Comunicación Nacional; la segunda forma se refiere al año 2005, donde se contemplan los datos más actuales disponibles para todos los sectores.

En el 2000, las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron estimadas en 1.612 Tg, destacándose el sector de Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura, con un 78% de las emisiones, seguido por el sector de Energía, con un 18% de participación en el total de emisiones.

En ese mismo año, las emisiones de CH<sub>4</sub> fueron estimadas en 15,9 Tg, siendo el sector de Agricultura responsable por un 68% de las emisiones totales, seguido por el sector de Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura, con un 19% de las emisiones, y por el sector Desechos, con un 10%. Los dos subsectores más importantes fueron la fermentación entérica de la ganadería, con un 61%, y las conversiones de silvicultura a otros usos ocurridas en el bioma Amazonia, con un 13%.

Las emisiones de N<sub>2</sub>O fueron estimadas en 455 Gg, básicamente debido al sector de Agricultura, responsable por un 86% de las emisiones totales. Dentro de ese sector, las emisiones provenientes de los suelos agrícolas participaron con un 83%, incluyendo, entre otras, las emisiones de animales en pastajes, que solas representan un 40% del total.

Las estimativas por sector son comentadas a seguir.

## **Sector de Energía**

Son estimadas en este sector las emisiones antrópicas debido a la producción, la transformación, al transporte y al consumo de energía. Se incluyen tanto las emisiones resultantes de la quema de combustibles como las emisiones fugitivas debido a fugas en la cadena de producción, transformación y consumo.

Las emisiones más relevantes son las referentes al CO<sub>2</sub>, con 290 Tg, principalmente por el subsector de transporte viario (38%) y por el subsector industrial (24%). Las emisiones de CH<sub>4</sub> totalizaron 388 Gg, emitidas principalmente por el subsector energético (32%), que engloba las carbonerías, y por el subsector de emisiones fugitivas de actividades de petróleo y gas (27%). Las emisiones de N<sub>2</sub>O, estimadas en 9,6 Gg, derivan principalmente de los subsectores de transporte viario (23%) y de la industria de alimento, bebidas y tabaco (19%).

## **Sector de Procesos Industriales**

Son estimadas en este sector las emisiones antrópicas resultantes de los procesos productivos en las industrias, pero que no son provenientes de la quema de combustibles.

También aquí las emisiones más relevantes son las de CO<sub>2</sub>, con 63 Tg, básicamente debido a la producción de arrabio y acero (56%), cemento (25%) y de cal (8%). Las emisiones de N<sub>2</sub>O, estimadas en 20 Gg, por su lado, se deben principalmente a la producción de ácido adípico (88%). Las emisiones de CH<sub>4</sub>, estimadas en 8,9 Gg, derivan de la industria química.

## **Sector de Utilización de disolventes y otros productos**

Para este sector no fueron estimadas emisiones de gases de efecto invernadero directo.

## **Sector de Agricultura**

En este sector las emisiones de CH<sub>4</sub> alcanzaron 10,8 Tg, debido al proceso de fermentación entérica de los rebaños de rumiantes (89%), que incluyen al gran rebaño de ganado bovino, el segundo mayor del mundo. Las emisiones de N<sub>2</sub>O sumaron 393 Gg, y eso se debe a varias fuentes, entre las cuales se destacan los desechos de animales en pastaje (46%) y las emisiones indirectas de los suelos (32%).

La práctica de la quema de la caña de azúcar fue la responsable por las emisiones de los gases de efecto invernadero indirecto en este sector, ya que la quema de los restos del cultivo de algodón fue prácticamente suspendida en 1995.

### **Sector de Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura**

Debido a la gran extensión territorial de Brasil, la estimativa de los valores incluidos en este sector fue uno de los puntos más complejos del Inventario, implicando trabajos extensos de levantamiento y tratamiento de datos producidos por sensores remotos, además de datos estadísticos derivados del inventario forestal.

Todo el territorio nacional fue subdividido en unidades espaciales en forma de polígonos, los cuales son el resultado de la integración de diversas fuentes de datos: bioma, límites municipales, fisionomía vegetal, tipo de suelo, uso de la tierra en 1994 y uso de la tierra en el 2002. Fueron analizadas las 75 transiciones posibles y sus respectivos cambios de stock de carbono, habiendo sido observadas alteraciones en el 14,2% de la superficie del país entre 1994 y el 2002. En base a los resultados de las emisiones y absorciones antrópicas para el período de 1994 al 2002, fueron actualizados los factores de emisión del Inventario Inicial para el período de 1990 a 1994, siendo hecha una primera estimativa para los años del 2003 al 2005, basada en los datos de actividades del Prodes y PPCerrado.

De acuerdo a las directrices más recientes del IPCC, y para permitir mejoría en las comparaciones entre los diversos países, apenas fueron consideradas las emisiones y absorciones de las áreas manejadas, o sea, las áreas sometidas al proceso de planificación e implementación de prácticas para manejo y uso de la tierra, con el objetivo de cumplir relevantes funciones ecológicas, económicas y sociales. En Brasil esas áreas manejadas incluyen a todas las áreas de silvicultura y de vegetación nativa no forestal (Campo) contenidas en Tierras Indígenas y en el Sistema Nacional de Unidades de Conservación de la Naturaleza - SNUC (Ley 9985/2000). Las Reservas Particulares del Patrimonio Natural - RPPN no fueron consideradas por falta de información adecuada. Esa opción es diferente a la utilizada en el Inventario Inicial de Brasil, donde todas las áreas bajo bosques

naturales (primarios) no fueron consideradas para estimar las absorciones medias de CO<sub>2</sub>.

Las emisiones líquidas de este sector sumaron 1.258 Tg CO<sub>2</sub>, siendo responsables principalmente los biomas Amazonia (65%) y *Cerrado* (24%). En el total de las emisiones este sector están incluidas las emisiones relativas a la práctica de la aplicación de calcáreo a los suelos, responsable por 8,7 Tg CO<sub>2</sub>. Las emisiones de CH<sub>4</sub> fueron estimadas en 3,0 Tg, y las emisiones de N<sub>2</sub>O, en 21 Gg, siendo resultado, en ambos casos, de la quema de biomasa dejada en el campo después de la conversión de silvicultura, siendo un 68% en el bioma Amazonia y un 22% en el bioma *Cerrado*.

### **Sector Desechos**

La disposición de basura en rellenos o basurales genera CH<sub>4</sub>. El potencial de emisión de ese gas aumenta cuando mayores son las condiciones de control de los rellenos y de profundidad de los basurales. La incineración de residuos, como toda combustión, provoca emisiones de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O, dependiendo de la composición de la basura. Sin embargo, esa práctica es poco expresiva en el país.

El tratamiento de efluentes con un alto grado de contenido orgánico, como los provenientes de las residencias y del sector comercial, así como los efluentes de la industria de alimentos y bebidas y los de la industria de papel y celulosa, tienen un gran potencial de emisiones de CH<sub>4</sub>.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> de este sector fueron estimadas en 1,7 Tg. Gran parte de ellas es generada por la disposición de la basura (64%). Las emisiones de CO<sub>2</sub> de este sector fueron estimadas en 92 Gg, debido a la incineración de residuos de origen no renovable.

En el caso de los efluentes domésticos, debido al contenido de nitrógeno en la alimentación humana, también hay emisiones de N<sub>2</sub>O, estimadas en 12 Gg.



## **Año 2005**

El análisis del año 2005, hecho a seguir, lleva en consideración las explicaciones presentadas en el análisis hecho anteriormente para el año 2000, a excepción de los valores.

En el 2005, las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron estimadas en 1.638 Tg, destacándose el sector de Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura, con un 77% de las emisiones, seguido pelo sector de Energía, con un 19% de participación en el total de emisiones.

En ese mismo año, las emisiones de CH<sub>4</sub> fueron estimadas en 18,1 Tg, siendo el sector de Agricultura responsable por el 70% de las emisiones totales, seguido por el sector de Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura, con el 17%, siendo este seguido a la vez por las emisiones del sector de Desechos, con el 10%. Los dos subsectores más importantes fueron la fermentación entérica de la ganadería, con un 63%, y las quemadas ocurridas en el bioma Amazonia, con un 12%.

Las emisiones de N<sub>2</sub>O fueron estimadas en 546 Gg, básicamente debido al sector de Agricultura, responsable por el 87% de las emisiones totales. Dentro de ese sector, las emisiones provenientes de suelos agrícolas participaron con un 84%, incluyendo ahí las emisiones de animales en pastaje, que, solas, representan el 40% del sector.

A seguir las estimativas son comentadas por sector y subsector.

### **Sector de Energía**

Las emisiones más relevantes son a las referentes al CO<sub>2</sub>, con 314 Tg, principalmente por el subsector de transporte viario (39%) y por el subsector industrial (27%). Las emisiones de CH<sub>4</sub> totalizaron 541 Gg, emitidas principalmente por el subsector de emisiones fugitivas de petróleo y gas (24%) y también por el subsector energético (31%), que engloba a las carbonerías. Las emisiones de N<sub>2</sub>O, estimadas en 12,1 Gg, fueron debido, principalmente, a los subsectores de transporte viario (22%) y de la industria de alimentos y bebidas (22%).

### **Sector de Procesos Industriales**

También aquí hay emisiones más relevantes, pues son las de CO<sub>2</sub>, con 65 Tg, básicamente debido a la producción

de mineral de hierro y acero (58%), cemento (22%) y de cal (8%). Las emisiones de N<sub>2</sub>O, con 23 Gg, por su lado, se deben principalmente a la producción de ácido adípico (89%). Las emisiones de CH<sub>4</sub>, estimadas en 9,2 Gg, fueron debido a la industria química.

### **Sector de Utilización de Disolventes y Otros Productos**

Para este sector no fueron estimadas emisiones de gases de efecto invernadero directo.

### **Sector de Agricultura**

En este sector las emisiones de CH<sub>4</sub> alcanzaron 12,8 Tg, debido a la fermentación entérica de los rebaños de rumiantes (90%), que incluyen al gran rebaño de ganado bovino, el segundo mayor del mundo. Las emisiones de N<sub>2</sub>O sumaron 476 Gg y derivan de varias fuentes, entre las cuales se destacan los desechos de animales en pastaje (46%), junto a las emisiones indirectas de los suelos (32%).

### **Sector de Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura**

Las emisiones líquidas de este sector sumaron 1.259 Tg CO<sub>2</sub>, siendo responsables principalmente los biomas Amazonia (67%) y *Cerrado* (22%). Incluidas en el total de este sector están las emisiones relativas a la práctica de aplicación de calcáreo a los suelos, responsable por 7,5 Tg CO<sub>2</sub>. Las emisiones de CH<sub>4</sub> fueron estimadas en 3,0 Tg, y las emisiones de N<sub>2</sub>O, en 21 Gg. Ese resultado, en ambos casos, deriva de la quema de biomasa dejada en el campo después de la conversión de bosques, siendo un 70% en el bioma Amazonia y un 20% en el bioma *Cerrado*.

### **Sector de Desechos**

Las emisiones de CH<sub>4</sub> de este sector fueron estimadas en 1,7 Tg. Gran parte de ese valor es generado por la disposición de basura (63%). Las emisiones de CO<sub>2</sub> de este sector fueron estimadas en 110 Gg, debido a la incineración de residuos de origen no renovable.

En el caso de los efluentes domésticos, debido al contenido de nitrógeno en la alimentación humana, también producen emisiones de N<sub>2</sub>O, estimadas en 14 Gg.

### Emisiones de gases de efecto invernadero en CO<sub>2</sub>e

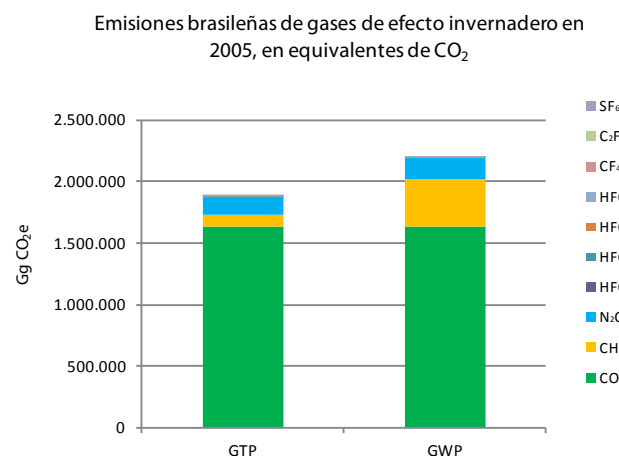
En este Inventario, se optó por continuar relatando las emisiones antrópicas por fuentes y absorciones por sumideros de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal apenas en unidades de masa de cada gas de efecto invernadero. Sin embargo, se optó por presentar en un Box, apenas para fines de información, los resultados del Inventario utilizando diferentes métricas de conversión de las emisiones de los diferentes gases de efecto invernadero en emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub>. Así, en este Box son presentadas las emisiones antrópicas líquidas de gases de efecto invernadero utilizando la métrica GWP, como es sugerido por las directrices, pero también son relatadas las emisiones en base a otra métrica, el Potencial de Temperatura Global - GTP que Brasil considera más apropiado para señalar la importancia relativa de los diferentes gases de efecto invernadero en términos de contribución para el calentamiento global. El GTP compara las emisiones de los gases de efecto invernadero por medio de sus contribuciones para el cambio en la temperatura media en la superficie terrestre en un dado horizonte de tiempo futuro, reflejando mejor la real contribución de los diferentes gases de efecto invernadero para el cambio del climático. Su uso posibilitaría políticas de mitigación más apropiadas.

El GWP no representa de forma adecuada la contribución relativa de los diferentes gases de efecto invernadero al cambio climático. El uso del GWP enfatiza, exageradamente y de forma equivocada, la importancia de los gases de efecto invernadero con cortos períodos de permanencia en la atmósfera, como el metano, llevando a estrategias equivocadas e inadecuadas de mitigación a corto y largo plazo, destacando que su utilización viene erróneamente direccionando las prioridades de mitigación. Ha habido una sobrevalorización de la reducción de las emisiones de metano y de algunos gases industriales de corto tiempo de permanencia en la atmósfera, retirando el foco de la necesidad de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> de origen fósil y de control de algunos gases industriales de largo tiempo de permanencia en la atmósfera.

En la Figura I, así como en el Cuadro I, son sintetizadas las emisiones de gases de efecto invernadero en equivalentes de CO<sub>2</sub> convertidas por medio de las métricas GTP y GWP.

El Cuadro II compara el crecimiento de las emisiones antrópicas líquidas de gases de efecto invernadero con el crecimiento de la población y del PBI en el período de 1990 al 2005.

**Figura I - Diferencias entre dos métricas posibles para el cálculo de la equivalencia en CO<sub>2</sub>e para las emisiones brasileñas de gases de efecto invernadero en el 2005**



**Cuadro I - Emisiones antrópicas por fuentes y absorciones por sumideros de gases de efecto invernadero en CO<sub>2</sub>e convertidas por medio de las métricas GTP y GWP - en el 2005 y por gas**

Gas	GTP		GWP	
	2005	Participación 2005	2005	Participación 2005
	Gg	%	Gg	%
CO <sub>2</sub>	1.637.905	87,2	1.637.905	74,7
CH <sub>4</sub>	90.534	4,8	380.241	17,3
N <sub>2</sub> O	147.419	7,8	169.259	7,7
HFC-125	139	0,0	350	0,0
HFC-134a	126	0,0	2.966	0,1
HFC-143a	398	0,0	353	0,0
HFC-152a	0,0175	0,0	24	0,0
CF <sub>4</sub>	1.245	0,1	805	0,0
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	233	0,0	95	0,0
SF <sub>6</sub>	1.031	0,1	602	0,0
<b>Total</b>	<b>1.879.029</b>	<b>100</b>	<b>2.192.601</b>	<b>100</b>

**Cuadro II - Crecimiento de las emisiones antrópicas líquidas de gases de efecto invernadero, de la población y del PBI en el periodo del 1990 al 2005**

Elemento	Unidad	1990	2005	Variación 1990-2005 %
PBI	mil millones US\$ 2007/año	830,5	1.218,3	46,69
Población	millón habitantes	144,8	179,9	24,24
Emisión	Gg CO <sub>2</sub> e GWP	1.389.123	2.192.601	57,84
Emisión	Gg CO <sub>2</sub> e GTP	1.163.166	1.879.029	61,54

## Descripción de las Medidas Previstas o Tomadas para la Implementación de la Convención en Brasil

Cada Parte no Anexo I debe, de acuerdo al Artículo 12, párrafo 1(b), comunicar a la Conferencia de las Partes una descripción general de las providencias tomadas o previstas por la Parte para implementar la Convención, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus prioridades de desarrollo, sus objetivos y sus circunstancias específicas, nacionales y regionales.

La Decisión 17/CP.8 dividió esta parte en dos grandes subsecciones. Las Partes no Anexo I pueden ofrecer informaciones sobre programas que contengan medidas para mitigar el cambio del clima, ya sea reduciendo las emisiones antrópicas por fuentes, o por medio del aumento de las absorciones por sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, además de tomar medidas para facilitar la adaptación adecuada al cambio climático, incluyendo informaciones sobre preocupaciones específicas derivadas de los efectos adversos.

### Programas Conteniendo Medidas Referentes a la Mitigación del Cambio Climático

De acuerdo al principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas, apenas los países del Anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático asumieron compromisos cuantificados de reducción o limitación de sus emisiones antrópicas de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal. En el ámbito de la Convención, los países no pertenecientes a ese grupo (Partes no incluidas en el Anexo I), incluyendo a Brasil, no tienen compromisos cuantificados de reducción o limitación de esas emisiones. Al fin de cuentas, la Convención trae el reconocimiento de que la contribución relativa de esos países a las emisiones globales de los gases de efecto invernadero deberá crecer, para atender sus necesidades sociales y de desarrollo.

Sin embargo, a pesar de ser un país en desarrollo, existe en Brasil una serie de programas que promueven una reducción considerable de esas emisiones. Algunos de ellos son responsables por el hecho de que Brasil tenga una matriz energética relativamente "limpia", en el sentido específico de menores emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de energía producida o consumida. Otras diversas iniciativas en fase de implementación también contribuirán

a la inflexión de la tasa de crecimiento de la curva de emisiones de gases de efecto invernadero en el país.

### 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 "limpia", con pequeñas emisiones de gases de efecto invernadero en el sector energético, para la estabilización de las concentraciones de esos gases en la atmósfera y para el desarrollo sustentable a largo plazo.

Entre los programas relacionados al desarrollo sustentable, se destaca el uso de etanol como combustible automovilístico. Inicialmente fue desarrollado el Programa Nacional del Alcohol - Proálcool, para evitar el aumento de la dependencia externa del petróleo y la evasión de divisas por ocasión de los choques de precio del petróleo. Aunque el programa haya tenido un gran éxito en las décadas de 1970 y 1980, la crisis de abastecimiento de etanol a fines de los años 1980, juntamente con la reducción de estímulos a su producción y uso, provocaron en los años siguientes una significativa disminución de la demanda, y consecuentemente, de las ventas de automóviles movidos por ese combustible. En los últimos años, la tecnología de los motores *flex-fuel* llegó a dar un nuevo aliento al consumo interno de etanol. El vehículo 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, superando en ventas a los automóviles movidos solo a gasolina en la disputa del mercado interno. El hecho importante a ser destacado es que, desde 1975, la reducción de emisiones directas provenientes del uso del etanol en Brasil fue de aproximadamente 600 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>.

Al inicio de la década del 2000, el Gobierno Federal pasó a percibir como estratégica la incorporación del biodiesel a la matriz energética brasileña, teniendo en cuenta que este combustible se presentaba como una alternativa de disminución de la dependencia de los derivados de petróleo y como elemento propulsor de un nuevo mercado para las oleaginosas. Además, se pretendió incluirlo en la oferta interna de combustibles de manera sustentable (social, ambiental y económica), para transformar la producción de este insumo en un vector de desarrollo, con generación de empleo e ingresos, principalmente en las regiones más carentes de Brasil. Gracias al Probiodiesel, programa apoyado por el gobierno, el país 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 de producción instalada, en enero del 2010, de 4,7 mil millones de litros (ANP, 2010a), aumentando, por lo tanto, la participación de las energías renovables en el país.

Otros programas importantes buscan la reducción de pérdidas y la eliminación de desperdicios en la producción y en el uso de energía, además de la adopción de tecnologías de mayor eficiencia energética, contribuyendo a dilatar inversiones en nuevas centrales eléctricas o refinerías de petróleo. Entre esos programas, se destacan el Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica - Procel, programa de gobierno que desde 1985 desarrolla una serie de actividades de combate al desperdicio de energía eléctrica. Además, está el Programa Nacional de Racionalización del Uso de los Derivados de Petróleo y de Gas Natural - Conpet, creado en 1991 con la finalidad de desarrollar e integrar las acciones que buscan la racionalización del uso de derivados de petróleo y de gas natural.

En el caso de Brasil, siempre es importante recordar la contribución de la generación hidroeléctrica para la reducción de las emisiones de GEI. En el 2009, el mercado brasileño de energía eléctrica exigió la producción de 466,2 TWh en centrales eléctricas de servicio público y autoprodutores. De esa producción, 391 TWh, equivalente al 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 en atención a su demanda de energía eléctrica. Si la electricidad generada por las fuentes no emisoras de CO<sub>2</sub> fuese producida por la matriz de fuentes fósiles, las emisiones del sector de electricidad serían mucho más elevadas.

Se espera que haya un crecimiento significativo de la participación de las nuevas fuentes de energía renovable en la matriz energética brasileña en los próximos años. 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 y forestales, así como de residuos sólidos (basura), para la generación de electricidad, producción de calor y combustibles líquidos para transporte. Hay una gran expectativa, sobre todo, en relación a la cogeneración y aprovechamiento de residuos agrícolas. Se estima, por ejemplo, que 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, son prácticamente no aprovechados.

Brasil es uno de los pocos países que mantienen el uso del carbón vegetal de origen plantado en el proceso de producción en el sector metalúrgico, principalmente en el sector siderúrgico, concentrándose en la industria de arrabio y acero. Es importante resaltar tanto la ganancia ambiental resultante de la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero por medio de las reducciones de emisiones y absorciones líquidas (el período entre el 2001 y el 2006 registró una reducción de emisiones de aproximadamente 100 mil toneladas de CO<sub>2</sub>e), como el factor de alivio indirecto a la presión sobre los bosques nativos.

### **Programas y Acciones que Contienen Medidas para Mitigar el Cambio Climático y sus Efectos Adversos**

La demanda brasileña de electricidad ha crecido mucho más rápidamente que la producción de energía primaria y la economía del país, tendencia que deberá persistir en los próximos años, exigiendo nuevas estrategias de planificación energética. Aunque las emisiones tiendan a crecer, debido a la prioridad del país en su desarrollo, están en marcha varios programas en Brasil que buscan substituir las fuentes de energía de origen fósil, con un alto contenido de carbono por unidad de energía generada, por otras de menor contenido, o generando emisiones de gases de efecto invernadero con menor potencial de calentamiento global. A pesar de no ser sustentables a largo plazo, ciertos programas y acciones tienen como objetivo ayudar a mitigar el cambio climático y contribuir a que sea alcanzado el objetivo final de la Convención.

Ese es el caso del gas natural, teniendo mejor eficiencia de conversión que otros combustibles fósiles, resulta en emisiones más bajas de CO<sub>2</sub> por unidad de energía generada. Comparada a la quema de aceite combustible, la opción por el gas natural posibilita la reducción de un 27% en la emisión total de gas CO<sub>2</sub> en las usinas proyectadas con tecnología de generación basada en el ciclo a vapor convencional, y con reducciones del 31% en las turbinas a gas y del 28% para la generación termoeléctrica oriunda de ciclo combinado.

En relación a la energía nuclear, desde 1984 (año en que la primera usina nuclear en operación en el país comenzó a generar electricidad) al 2009, fueron generados 152 TWh, energía equivalente a 32,7 millones tep, considerando una eficiencia térmica del 40%. Considerando la hipótesis de que esa energía hubiese sido generada por medio de carbón mineral, se calcula que 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 del 2009, por el uso de energía.

## **Integración de las Cuestiones Sobre Cambio Climático en la Planificación a Mediano y Largo Plazo**

La concientización sobre las cuestiones ambientales a mediano y largo plazos son imprescindibles para el desarrollo sustentable. El gobierno brasileño, consciente de ese principio, buscó en el proceso de elaboración de la Agenda 21 nacional establecer estrategias para garantizar un desarrollo sustentable en el país, recomendando acciones, cooperaciones, metodologías y mecanismos institucionales para su implementación y monitoreo.

Recientemente, varias acciones de Estado han sido tomadas, lo que demuestra la importancia del combate al cambio climático en Brasil. Primeramente, en el 2008, fue aprobado el Plan Nacional sobre Cambio Climático, con el objetivo de identificar, planificar y coordinar las acciones y medidas que puedan ser emprendidas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en el país, así como aquellas necesarias a la adaptación de la sociedad a los impactos que ocurran debido al cambio del clima.

El 29 de diciembre del 2009 fue instituida la Política Nacional sobre Cambio Climático, estableciendo sus principios, objetivos, directrices e instrumentos. La Política Nacional 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 absorciones antrópicas por sumideros de gases de efecto invernadero en el territorio nacional; y la implementación de medidas para promover la adaptación al cambio del clima por las 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.

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 que instituyó la Política Nacional sobre Cambio Climático dispone que, para alcanzar sus objetivos, el país adoptará acciones voluntarias de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en el nivel nacional, con el objetivo de reducir entre un 36,1% y un 38,9% sus emisiones proyectadas hasta el 2020. Ya fueron iniciadas las medidas para la implementación de la Política, buscando establecer planes sectoriales para alcanzar el objetivo expresado en relación a las acciones de mitigación. Se trata de

una de las acciones nacionales voluntarias de mitigación de las más ambiciosas del mundo.

También está siendo fortalecida la Política de Ciencia, Tecnología e Innovación - CT&I, en relación al cambio climático. Ejemplo de lo anterior es el hecho de que el Plan de Acción 2007-2010, intitulado Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Nacional, haya incluido el Programa Nacional de Cambios Climáticos; otro ejemplo es la existencia de un programa denominado Meteorología y Cambios Climáticos en el ámbito del Plan Plurianual del Gobierno Federal 2008-2011, con el objetivo de entender los mecanismos que determinan el cambio global del clima y mejorar la capacidad de previsión meteorológica, climática, hidrológica y ambiental.

Muchos programas desarrollados en el país no tienen como objetivo directo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, pero tendrán efectos sobre las emisiones provenientes de diferentes fuentes. Uno de los hechos más importantes es la constatación de que no apenas el nivel federal está involucrado, sino también lo están los estados y municipios.

A nivel federal, el Programa Nacional de Control de Calidad del Aire - Pronar, busca controlar la calidad del aire, estableciendo límites nacionales para las emisiones. Está además el Programa de Control de Polución del Aire por Vehículos Automotores - Proconve, que tiene el mismo objetivo, pero trata específicamente la polución del aire por vehículos automotores. Este es ciertamente uno de los programas ambientales más exitosos ya implementados en el país.

El Artículo 4.1 (d) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático indica que las Partes deben "promover la gestión sustentable, así como promover y cooperar en la conservación y fortalecimiento, conforme sea 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 marinos".

Mucho se avanzó en los últimos años en relación al combate a la deforestación, sobre todo en la Amazonia. Fueron adoptadas medidas administrativas, económicas y legales, dentro de una estrategia de acción política (entre sus instrumentos, merece destaque el Plan de Acción para la Prevención y Control de la Deforestación en la Amazonia Legal - PPCDAM). Con la serie de medidas adoptadas, el área de deforestación fue reducida significativamente en un 73%, pasando de 27.772 km<sup>2</sup> en el 2004 a 7.464 km<sup>2</sup> en el 2009.

Buena parte del éxito de la implementación de esas medidas, se debe al hecho de que Brasil tenga uno de los sistemas de monitoreo de áreas forestales más modernos del mundo, como es el caso del sistema de monitoreo de la Amazonia por sensores remotos del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales - INPE, el cual cuenta con cuatro sistemas operacionales y complementares: Prodes, Quemadas, Deter y Degrad.

Brasil también fue pionero en la utilización de datos de satélites meteorológicos para monitorear las quemadas en el país, culminando con la creación del Programa de Prevención y Control de Quemadas y de Incendios Forestales - Proarco, implementado por el Instituto Brasileño de Medio Ambiente y de Recursos Renovables - Ibama, en colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales - INPE, buscando prevenir y controlar las quemadas en el país, evitando, de esta forma, los incendios forestales.

Además, hay un gran número de Unidades de Conservación Federales en el país, para proteger y conservar especies de la flora y de la fauna existentes. Esas Unidades comprenden un área total de 44.835.960,84 ha (448,35 mil km<sup>2</sup>). Sumándose todas las Unidades de Conservación de Brasil, Federales y Estaduales, de protección integral y de uso sustentable, y las tierras indígenas, se llega a un total de 238.627.268 ha, equivaliendo a un total de 27,98% del territorio del país. Ese número no considera las Unidades de Conservación municipales, Áreas de Preservación Permanente, Reservas Particulares del Patrimonio Natural y áreas militares, además de una gran área de vegetación nativa (principalmente en la Amazonia) que no está incluida como unidad de conservación.

Las medidas de carácter financiero y tributario (Protocolo Verde, responsabilidad ambiental de los bancos, restricciones de crédito rural al infractor ambiental, ICMS ecológico, entre otros) también han sido de gran importancia para la promoción del desarrollo sustentable.

El Fondo Nacional sobre Cambio Climático y el Fondo Amazonia representan ejemplos recientes de tentativas de búsqueda de recursos financieros de forma innovadora para enfrentar los desafíos relacionados al cambio climático.

### **Actividades de Proyecto en el Ámbito del Mecanismo de Desarrollo Limpio - MDL en Brasil**

En Brasil, el Mecanismo de Desarrollo Limpio - MDL, un instrumento del Protocolo de Kyoto, 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 del 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 proyectos 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. Hay también 25 actividades de proyecto de reducción de metano (CH<sub>4</sub>) en rellenos sanitarios, registrados en el Consejo Ejecutivo del MDL, que representan una reducción de aproximadamente el 47% de las emisiones de ese gas en rellenos sanitarios en 1994.

Aun considerando 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. El programa posee actualmente 961 componentes de actividades de proyecto de pequeña escala, registradas en el ámbito de la ONU por medio de la entidad coordinadora del Programa. La participación de esas más de 900 pequeñas granjas demuestra la relevancia del MDL para viabilizar iniciativas que no ocurrirían en ausencia del Protocolo de Kyoto.

Brasil ocupa la tercera posición en número de actividades de proyectos de MDL, lo que equivale a cerca del 7% del total mundial. El potencial de reducción de emisiones es de 393 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente, en lo referente al primer período de obtención de créditos. Ese período puede variar entre 7 y 10 años. En una base anual, el potencial de reducción es de aproximadamente 50 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente. Al considerarse un valor de US\$ 15/tCO<sub>2</sub>e, el montante de recursos externos a ingresar en el país durante el primer período de créditos gira en torno a los US\$ 5,8 mil millones o US\$ 750 millones por año. Si las Reducciones Certificadas de Emisiones (conocidas como "créditos de carbono") obtenidas por las actividades de proyectos de MDL fuesen consideradas en la pauta de exportaciones, en el 2009 estarían en la 16<sup>a</sup> colocación de la lista.

## Programas Conteniendo Medidas para Facilitar la Adecuada Adaptación al Cambio Climático

Uno de los principales objetivos del proyecto de la Segunda Comunicación Nacional, fue la “elaboración del abordaje metodológico relativo a la evaluación de la vulnerabilidad y a medidas de adaptación”, el cual contenía dos resultados: la elaboración de 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, o sea, aumento de la resolución) para Brasil, aplicables a estudios de impactos del cambio global del clima que requieren proyecciones climáticas más detalladas, con una mejor resolución espacial que la proporcionada por un modelo climático global.

Así, el Modelo Climático Regional - MCR, llamado como Eta-CPTEC, fue validado y usado para producir escenarios regionalizados de cambio futuro del clima para la Segunda Comunicación Nacional de Brasil a la Convención. El modelo regional Eta-CPTEC contó con nuevas condiciones laterales del modelo global acoplado océano-atmósfera HadCM3, cedidas gentilmente por el *Hadley Centre*, del Reino Unido. El trabajo relacionado a 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 y con una mejor resolución espacial, según el escenario A1B. De acuerdo a las corridas realizadas, las proyecciones anuales para el período del 2010 al 2100 de temperatura y lluvia derivadas del modelo Eta-CPTEC para América del Sur, muestran aumentos de precipitación en la región sur de Brasil, y reducciones de lluvia en la región Noreste y en la Amazonia, mientras que las temperatura aumentan en todo Brasil, siendo mayores en la región continental (MARENGO *et al.*, 2010).

El segundo resultado busca el desarrollo de un análisis preliminar de los impactos asociados al cambio climático 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. La meta inicial era la de analizar las áreas consideradas como estratégicamente relevantes, donde los impactos asociados al cambio climático pueden ser importantes para Brasil, y que podrían ser estudiados de forma independiente mientras los escenarios futuros de clima en Brasil aún no hubiesen sido concluidos. Sin embargo, el

desarrollo adicional de algunos estudios de este resultado dependería de resultados futuros obtenidos en el desarrollo de modelos climáticos regionales, que ofrecerían escenarios más confiables para América del Sur en relación a los impactos del cambio climático, tanto sobre la temperatura media de la superficie como sobre los 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 para desastres, coordinados por el Centro de Gestión y Estudios Estratégicos - CGEE, en cooperación con el Ministerio de Ciencia y Tecnología - MCT. Para eso, fueron movilizados destacados especialistas brasileños en el área, siendo cada uno de ellos responsable por el abordaje de temas específicos. Esos estudios fueron presentados en el formato de artículos y debatidos por representantes de entidades públicas y privadas, en talleres de trabajo para cada una de las áreas temáticas, realizados en el 2008 y el 2009.

Adicionalmente, con las corridas del modelo regional y con la disponibilidad de escenarios regionalizados de cambio del clima hasta al 2100, fue posible profundizar los estudios en las áreas de salud, energía y recursos hídricos, agricultura y blanqueamiento de corales.

## Otras Informaciones Consideradas Relevantes para el Alcance del Objetivo de la Convención

### Transferencia de Tecnologías

Debe reconocerse que una rápida y efectiva reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, junto a la necesidad de adaptarse a los efectos adversos del cambio climático, requieren acceso, difusión y transferencia de tecnología ambientalmente sustentables.

Brasil considera la expresión “transferencia de tecnología” en su forma más amplia, comprendiendo las diferentes fases del ciclo tecnológico, incluyendo la investigación y desarrollo - P&D, la demostración, el aumento de escala (*deployment*) y la difusión y transferencia de tecnología en si, tanto en lo referente a la mitigación como a la adaptación.

El país cree que el desarrollo y la transferencia de tecnología relativa al cambio global del clima deben apoyar acciones de

mitigación y adaptación, para buscar el alcance del objetivo último de la Convención. En la búsqueda de este objetivo, la identificación de las necesidades tecnológicas debe ser determinada nacionalmente en base a las circunstancias y prioridades nacionales.

Brasil ha buscado identificar las necesidades tecnológicas del país en relación a la energía, para que se combine la atención a la creciente demanda con fuentes menos emisoras de gases de efecto invernadero. Sin embargo, no se ha buscado apenas identificar las tecnologías que el país necesita recibir, sino que también se busca 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 (principalmente con países de lengua portuguesa e/o africanos) o triangular. El etanol producido de la caña de azúcar es uno de esos ejemplos, así como los avances tecnológicos alcanzados en el sector agrícola.

### Investigación y Observación Sistemática

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, los equipos de investigadores brasileños están participando del esfuerzo internacional de programas de investigación relacionados 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.

Entre las iniciativas de investigación lideradas por Brasil, se destaca el Experimento a Gran Escala Biosfera-Atmósfera en la Amazonia - LBA (de la sigla en inglés de *Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia*), que tiene como objetivo ampliar la comprensión del funcionamiento climatológico, ecológico, biogeoquímico e hidrológico de la Amazonia; del impacto de los cambios de los usos de la tierra en ese funcionamiento; y de las interacciones entre la Amazonia y el sistema biogeofísico global de la Tierra. En el 2007, el LBA se tornó un programa de gobierno, renovando la agenda de investigaciones iniciada en 1998, cuando el mismo era mantenido por acuerdos de cooperación internacional.

Una gran contribución científica de Brasil a las negociaciones del régimen internacional sobre cambio global del clima, fue la denominada "Propuesta Brasileña", presentada

por el país en respuesta al "Mandato de Berlín", y sometida en mayo de 1997. La propuesta pretende promover un cambio de paradigma al definir un criterio objetivo para evaluar la responsabilidad de cada país en causar el cambio global del clima. La mencionada propuesta se basa en las contribuciones históricas y diferenciadas de cada país al aumento de temperatura de la superficie terrestre, ocasionado por la acumulación en la atmósfera de gases de efecto invernadero de origen antrópico desde la Revolución Industrial.

Así, se verifica que el país está promoviendo y cooperando en investigaciones científicas y en observaciones sistemáticas, buscando aclarar, reducir o eliminar las incertezas aún existentes en relación a las causas, a los efectos, a la magnitud y a la evolución en el tiempo del cambio del clima.

### Educación, Entrenamiento y Concientización Pública

A pesar de que las cuestiones relacionadas al cambio climático sean complejas, de difícil comprensión por parte de los desconocedores, y del limitado material de lectura disponible en portugués sobre el tema, se ha buscado ampliar la educación, la concientización pública y el entrenamiento sobre las cuestiones relacionadas al cambio climático.

Diversos programas educacionales implementados en Brasil están en consonancia con los objetivos de la Convención. En particular, cabe destacar:

- La página de Internet brasileña sobre cambio climático del Ministerio de Ciencia y Tecnología - MCT (<http://www.mct.gov.br/clima>) ha contribuido al aumento de la concientización pública sobre el asunto, ya que disponibiliza 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. El 27 de septiembre de 2010, el total de páginas disponibles superó en diez veces el levantamiento obtenido en el 2000, ya que la página de Internet contaba con 35.363 páginas publicadas, en cuatro idiomas (en portugués, inglés, español y francés). Cabe destacar, además, que de acuerdo a *Google*, la página de Internet brasileña tienen un *PageRank* 8, o sea, a cada diez búsquedas realizadas en la *internet* sobre el tema de cambio global del clima, ocho son direccionadas a la página de brasileña. Además, las publicaciones en portugués (como la versión del texto oficial de la Convención y del Protocolo de Kyoto), los artículos de periódicos y revistas, así como la realización de seminarios y debates, vienen ayudando a la divulgación de un tema que en 1994 era desconocido en el país.



- El Fórum Brasileño de Cambios Climáticos - FBMC, presidido por el Presidente de la República, creado en el 2000 - conjuntamente con otras innumerables entidades públicas y privadas -, ha auxiliado a promover la concientización y la movilización de la sociedad en torno al tema del cambio global del clima.
- Son también de gran importancia los programas Procel en las Escuelas y Conpet en las Escuelas, especialmente orientados a niños y adolescentes por medio de proyectos de cooperación establecidos con instituciones de enseñanza. Sus objetivos son ampliar la conciencia de profesores y alumnos sobre la importancia de usar la energía eléctrica, derivados de petróleo y gas natural de la mejor forma y divulgar ampliamente actitudes con ese fin. Se estima que, entre 1990 y el 2008, gracias a los resultados alcanzados por el proyecto Procel, haya habido una economía acumulada de energía de 2.841.912 MWh.

### **Formación de Capacidad Nacional y Regional**

Brasil tiene necesidades especiales relativas a la estructura institucional para lidiar con las cuestiones relacionadas al cambio climático. La formación de capacidad nacional y regional es uno de los principales objetivos de los países en desarrollo, considerando que el cambio climático es una nueva área de estudio y hay pocos cursos especializados sobre el asunto.

En el ámbito regional, se destaca el papel del Instituto Interamericano para Investigaciones en Cambios Globales - IAI, organización intergubernamental dedicada a la investigación. En relación a la investigación en el ámbito nacional, cabe destacar las actividades de la Red Brasileña de Investigaciones sobre Cambios Climáticos Globales - Red Clima, instituida hacia el final del 2007, además del Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología para Cambios Climáticos. Debe destacarse además la cuestión del aumento de la participación de científicos brasileños en el proceso del IPCC, así como la reciente creación del Panel Brasileño de Cambio Climático, siguiendo los lineamientos del IPCC. También están siendo realizados esfuerzos en el país en relación al perfeccionamiento de escenarios futuros de cambio del clima por parte del Centro de Previsión del Tiempo y Estudios de Clima - CPTEC/INPE y del recién creado Centro de Ciencia del Sistema Terrestre - CCST/INPE.

Además, hay iniciativas de cooperación en relación a la formación de capacidad nacional y regional de Brasil con otros países en desarrollo (cooperación Sur-Sur) y triangulares, involucrando a países desarrollados y países en desarrollo

(cooperación Norte-Sur-Sur). Como ejemplo de formación de capacidad regional, es relatado el entrenamiento sobre modelado de escenarios regionales futuros de cambio climático para países de América Latina y el 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 Mecanismo de Desarrollo Limpio en otros países en desarrollo.

### **Dificultades Financieras, Técnicas y de Capacitación Asociadas a la Preparación de la Comunicación Nacional**

La valorización de la moneda nacional, el Real, fue una gran preocupación para la ejecución del proyecto de elaboración de la Segunda Comunicación Nacional de Brasil. Cuando el proyecto fue negociado con el GEF, la cotización del dólar considerada en aquella ocasión era 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 detalles, o sea, las actividades adicionales que serían implementadas, dependiendo de las contrapartidas que serían negociadas durante la ejecución del proyecto con cada colaborador.

Sin embargo, la cotización del dólar fue, según la tasa oficial de las Naciones Unidas, en el mes de octubre de 2010, de R\$ 1,71, habiendo oscilado durante toda la ejecución del proyecto, del 2006 al 2010, en valores inferiores a los considerados cuando fue hecha la proposición del proyecto, con lo cual 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.

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 relativo a la parte de ejecución financiera del proyecto, pues, 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, debido a la mencionada valorización del real en relación al dólar.

La eficiente consecución de la Segunda Comunicación Nacional de Brasil, con las debidas ampliaciones y detallado de los estudios juzgados como necesarios por el área técnica,

así como la regularización de la dificultad enfrentada con la valorización cambiaria, demandó 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 resultados producidos.

Además, otra gran preocupación en relación a los arreglos permanentes para la elaboración de las Comunicaciones Nacionales, es la falta de un equipo estable, con experiencia en cambio global del clima, dedicado a la planificación y supervisión de las acciones, que no sea contratada como tercerizada o como consultoría por productos.

La adquisición de equipamientos sofisticados para el procesamiento de datos derivados de interpretación de imágenes de satélite e auxiliares (mapas cartográficos, etc.) fueron una preocupación en el proyecto por la demora en la contratación y la falta de experiencia en la elaboración de ese tipo de licitación por parte de la agencia de las Naciones Unidas.

En resumen, el material contenido en este documento ilustra que Brasil viene haciendo su parte en el combate al cambio global del clima, y está preparado para mantener ese papel de protagonista en el contexto del esfuerzo global necesario para tratar el problema, en consonancia con el objetivo y los principios de la Convención.

## Autores, revisores y Colaboradores

*Incluye a los autores, revisores y colaboradores que participaron de la Comunicación Nacional Inicial de Brasil a la Convención.*

Acácio Consoni  
Adalberto Leão Bretas  
Adelino Silva  
Ademilson Zamboni  
Ademir Gomes da Silva  
Ademir Hugo Zimmer  
Adilson Elias Xavier  
Adilson Queirantes  
Adilson Soares  
Adilson Wagner Gandu  
Adma Raia Silva  
Adriana Benini Brangeli  
Adriana de F. Ferreira  
Adriana dos S. S. Scolastrici  
Adriana Gonçalves Moreira  
Adriana Goretti M. Chaves  
Adriana Lannes Souza  
Adriana Pereira de Lima  
Adriana Taqueti  
Adriane Alves Silva  
Adriano J. Diniz Costa  
Afonso Almeida  
Afonso Moura  
Afrânio Manhães Barreto  
Agnaldo da Silva Barros  
Agostinho da Silva  
Ailson Alves da Costa  
Aílton José da Silva  
Aírdem Gonçalves de Assis  
Airton Kuntz  
Alan Douglas Poole  
Alberto Duque Portugal  
Alberto Lourenço  
Alberto Setzer  
Alessandra Lee B. Firmo  
Alessandra Lehmen  
Alex Bertolotti  
Alexandre Augusto Barbosa  
Alexandre Bahia Santiago  
Alexandre Berndt  
Alexandre Braga F. Soares  
Alexandre Davignon  
Alexandre Lana Menelau  
Alexandre Matheus Pontes Gomes  
Alexandre Rodrigues Filizola  
Alexandre Romanaze  
Alexandre S. Miranda  
Alexandre Salem Szklo  
Alexandre Strapasson  
Alexandre Valladares Mello  
Alexandre Varanda  
Alfred Szwarc  
Alfredo José Barreto Luiz  
Alfredo Kerzner  
Alfredo Marquesi Júnior  
Alfredo Paes Jr.  
Alice Branoc Weffort  
Alice Grimm  
Aline de Holanda Maia  
Aline Nunes Garcia  
Aline Yukari Naokazu  
Alison Ferreira  
Alisson Flávio Barbieri  
Allan Thiago Ferreira Pequeno  
Aloísio Torres de Campos  
Aluísio Campos Machado  
Álvaro José Menezes das Costa  
Álvaro Mesquita  
Amanda Almeida Gabriel  
Amantino de Freitas  
Américo Sampaio  
Amílcar Guerreiro  
Amílcar Machado  
Amorim Pereira  
Ana Cardoso da Silva  
Ana Carolina Borges  
Ana Carolina L. M Menezes  
Ana Cláudia Lima  
Ana Cristina Ollé Xavier  
Ana Elisabete C. Jucá  
Ana Hilda Cardoso da Silva  
Ana Maria Bueno Nunes  
Ana Maria Castelo  
Ana Maria Gusmão de Carvalho Rocha  
Ana Maria Sousa Machado  
Ana Patrícia da Silva  
Ana Paula Pacheco Ferro  
Ancelmo Cristiniao Oliviera  
Andelson Gil do Amaral  
Anderson Clayton Reis  
André Correa do Lago  
André de Arruda Lyra  
André Elia Neto  
André Fenner  
André Frossard Pereira de Lucena  
André Luis Bogo  
André Luis Cesar Esteves  
André Luis Cordeiro Coutinho  
André Luis Ferreira  
André Novo  
André Odenbreit Carvalho  
Andrea Daleffi Scheide  
Andréa Souza  
Andréia Franzoni  
Anexandra de Ávila Ribeiro  
Angela Martins de Souza  
Angelo Anastacio Zorzanelli  
Ângelo Augusto dos Santos  
Ângelo Mansur Mendes  
Anibal J. Pampermayer  
Aníbal Luiz Calumbi Lôbo  
Anizio Azzini  
Anna Carolina Lustosa Lima  
Antônia Magna M. B. Diniz  
Antônia Selma Delegá Ramos  
Antônio Carlos Alves  
de Oliveira (*in memoriam*)  
Antônio Carlos Gomes  
Antônio Carlos Miranda  
Antônio Dayrell de Lima  
Antônio Fernando P. da Silva  
Antônio Franco  
Antônio José Vallin Guerreiro  
Antonio L. Magalhães Sena Costa  
Antônio Lombardi  
Antônio Natal  
Antonio Rocha Magalhães  
Antônio Valter M. de Mendonça  
Antônio Vieira  
Aparecido de Freitas  
Araê Boock  
Araquém Luiz de Andrade  
Ariel Garces Pares  
Ariovaldo Luchiarini Junior  
Arlete Silva Serra  
Armando Rabuffetti  
Armindo Neivo Kichel  
Arnaldo Celso Augusto  
Arnaldo Costa Chimenes Filho  
Arnaldo Luís de Lima Ivo  
Arnaldo Saksida Galvão  
Arthur Jesse Oliveira Braga  
Augusto Jucá  
Aumara Feu Alvim Marques

Barbara Oliveira  
Beatriz de Bulhões Mossri  
Beatriz Garcia  
Beatriz Nassur Espinosa  
Beatriz Stuart Secaff  
Benedicto Fonseca Filho  
Benedito Ap. dos S. Rodrigues  
Benedito Bezerra de Alencar  
Bento Gonçalves  
Bernardo Rios Zin  
Bernardo Van Raij  
Boanésio Cardos Ribeiro  
Bohdan Matvienko  
Boris Schneiderman  
Boris Volkoff  
Borivoj Rajkovic  
Branca Bastos Americano  
Bráulio Ferreira de Souza Dias  
Braulio Pikman  
Brizza de Araújo Nascimento  
Bruna Patrícia de Oliveira  
Bruno de Freitas Ramos  
Bruno José Rodrigues Alves  
Bruno Kerlakian Sabbag  
Bruno Soares Moreira Cesar Borba  
Caetano Carmignani  
Caio Antônio do Amaral  
Camilo Daleles Rennó  
Camilo H. P. Marcos  
Cândido de Souza Lomba  
Carai R. A. Bastos  
Carina Queiroga  
Carlos A. Klink  
Carlos Afonso Nobre  
Carlos Alberto Salgueiro  
Carlos Alberto Simões de Arruda  
Carlos Alberto Siqueira Paiva  
Carlos Alberto Venturlli  
Carlos Augusto Feu Alvim da Silva  
Carlos Augusto Pimenta  
Carlos Castro  
Carlos Cláudio Perdomo  
Carlos Clemente Cerri  
Carlos de Campos Mantovani  
Carlos Eduardo Machado Poletta  
Carlos Eduardo Morelli Tucci  
Carlos Eduardo N. Favaro  
Carlos Enrique Hernández Simões  
Carlos Eugênio de Azeredo  
Carlos Fernando Lemos  
Carlos Frederico Menezes  
Carlos Joly

Carlos Lima Maia  
Carlos Roberto de Lima  
Carlos Roberto Sarni  
Carlos Tucci  
Carmélio Pereira de Melo  
Carmem Silvia Câmara Araújo  
Carmen Lúcia Vergueiro Midaglia  
Carole A. dos Santos  
Carolina Werneck  
Caterina Vellaca Baernardi  
Catia F. Barbosa  
Catia Reis de Camargo  
Célia Perin  
Célia Regina Pandolphi Pereira  
Célio Bermann  
Celso Boin  
Celso Cruzeiro  
Celso Jamil Marur  
Cenira Nunes  
César da Silva Chagas  
Cesar Luis Martinglis  
César Mendonça  
Cesar Roberto dos Santos Silva  
César Weinschenk de Faria  
Charlles Jefferson de Miranda  
Christopher Wells  
Christiano Pires de Campos  
Cibelle Marques Pedroza  
Cícero A. Lima  
Cícero Nascimento Magalhães  
Ciro Marques Russo  
Claudia Alves de Magalhães  
Cláudia Della Piazza Grossi  
Cláudia Firmino  
Cláudia Júlio Ribeiro  
Claudine Dereczynski  
Cláudio Alonso  
Cláudio Aparecido de Almeida  
Cláudio Cícero Sabadini  
Claudio David Dimande  
Claudio de Almeida Conceição Filho  
Cristian Vargas Foletto  
Claudio Freitas Neves  
Cláudio Guedes Oliveira  
Cláudio Henrique Bogossian  
Cláudio Júdice  
Cláudio Ramalho Townsend  
Cléber José Baldoni  
Clotilde Pinheiro Ferri dos Santos  
Corina Costa Freitas Yanasse  
Cristiane Aparecida Cunha  
Cristina Costa

Cristina Fernandes  
Cristina Montenegro  
Cristina Yuan  
Dalton Cesar Costa Fontes  
Dalton de Morisson Valeriano  
Damião Maciel Guedes  
Daniael Bucces  
Daniel Forastiere  
Daniel Gianluppi  
Daniel Nicolato Epitácio Pereira  
Daniel Picanço  
Daniel Picoral Manassero  
Daniel Queiroz  
Daniel Rodriguez  
Daniel Santos Vieira  
Daniele M.G. Casarin  
Daniele Soares Mendes  
Danielle de Araujo Magalhães  
Danielle de Melo Vaz Soares  
Danilo Matos da Silva  
Darcy Brega Filho  
David Canassa  
David Gomes Costa  
David Shiling Tsai  
Dayane de Carvalho Oliveira  
Décio Magioli Maia  
Decio Nora Ribeiro  
Denise Peresin  
Deise Maria F. Capalbo  
Delchi Migotto Filho  
Demétrio Bueno Filho  
Demétrio Florentino de Toledo Filho  
Denise Peresin  
Deraldo Marins Cortez (*in memoriam*)  
Derovil Antonio dos Santos Filho  
Diana Pinheiro Marinho  
Diego Alvim Gómez  
Diego Chaves  
Diego Ezron Mendes de Carvalho  
Ednaldo Alves do Nascimento  
Dieter Muehe  
Dimas Vital Siqueira Resck  
Diógenes Del Bel  
Diógenes S. Alves  
Diolindo Manoel Peixoto de Freitas  
Dirceu João Duarte Talamini  
Divaldo Rezende  
Donizete Macedo Costa  
Donizetti Aurélio do Carmo  
Douglas Pereto  
Ederson Rodrigues Profeta  
Edgar Rocha Filho

Edmo Campos  
Edmundo Wallace  
Ednaldo Oliveira dos Santos  
Edson E. Sano  
Edson Fernando Escames  
Eduarda de Queiroz Motta  
Eduardo Batista Masseno  
Eduardo Carpentieri  
Eduardo de Souza  
Eduardo Delgado Assad  
Eduardo Ferreira Mendes  
Eduardo Figueiredo  
Eduardo Gonçalves  
Eduardo Luiz Correia  
Eduardo Macedo  
Eduardo Mário Mediondo  
Eduardo Moraes Arraut  
Eduardo Sales Novaes  
Eduardo Salomoni  
Eduardo Shimabokuro  
Edvaldo Soares Sposito  
Elaine Assis Santos  
Elaine Cristina Cardoso Fidalgo  
Élcio Luiz Farah  
Eliana dos Santos Lima Fernandes  
Eliana Karam  
Eliane Andrade  
Eliane A. Milani de Queiróz Lopes da Cruz  
Elias Antonio Dalvi  
Elis Marina Tonett Motta  
Elisabeth Matvienko  
Elon Vieira Lima  
Elpídio Sgobbi Neto  
Elsó Vitoratto  
Elton César de Carvalho  
Emílio Lebre La Rovere  
Emmanuel Tobias  
Enéas Salati  
Eric Silva Abreu  
Érico Antônio Pozzer  
Érico Kunde Corrêa  
Erika Ferreira  
Erika Regina Prado do Nascimento  
Ernani Kuhn  
Ernesto Ronchini Lima  
Esther Cardoso  
Eudes Touma  
Eudrades José Chaves Júnior  
Eugenio Fonseca  
Eugênio Miguel Mancini Scheleder  
Eustáquio Reis  
Evandro da Silva Barros

Everaldo Feitosa  
Everardo V.T. Sampaio  
Everton de Almeida Carvalho  
Everton Vieira Vargas  
Expedito Ronald Gomes Rebello  
Eymar Silva Sampaio Lopes  
Fabio Feldmann  
Fábio Nogueira Avelar Marques  
Fábio Scarano  
Fábio Scatolini  
Fábio Trigueirinho  
Fabrícia Maria Santana Silva  
Fátima Aparecida Carrara  
Faustino Lauro Corsi  
Felipe Ribeiro Curado Fleury  
Felipe Silva de Oliveira  
Félix de Bulhões  
Fernanda Aparecida Leite  
Fernanda Carvalho  
Fernanda Cristina Baruel Lara  
Fernanda Messias Bocorny  
Fernando Aguinaga de Mello  
Fernando Almeida  
Fernando Antonio Leite  
Fernando da Rocha Kaiser  
Fernando Fernandes Cardozo Rei  
Fernando Hermes Passig  
Fernando Jucá  
Fernando Luiz Zancan.  
Fernando Paim Costa Ferreira  
Fernando Pelegrino  
Fernando Vonzuben  
Filadelfo de Sá  
Filipe Leme Lopes  
Firmino Moraes Sant'anna  
Firmino Santana  
Flávia Cristina Aragão  
Flavia S. Lopes  
Flávio Célio Goldman  
Flávio Jorge Ponzoni  
Flávio Luizão  
Flávio Sottomayor S. Jr.  
Flor de Lys S. de Almeida  
Francisca A. Silva  
Francisco A. Soares  
Francisco Aloísio Cavalcante  
Francisco Alves do Nascimento  
Francisco Carlos do Nascimento  
Francisco do Espírito Santo Filho  
Francisco Humberto C. Júnior  
Francisco José Dellai  
Francisco Raymundo da Costa Júnior  
Franklin Rosa Belo

Franz Josef Kalytner  
Franz M. Roost  
Frederic Lehodey  
Frederico de Oliveira Tosta  
Frederico Guilherme Kremer  
Frederico Santos Machado  
Frederico T. Oliveira  
Frida Eidelman  
Fúlvio Eduardo Fonseca  
Gabriela Ribeiro  
Galita Cordeiro Azevedo  
Garna Kfuri  
Geraldo Alves de Moura  
Geraldo Koeler  
Geraldo Weingaertner  
Gerson Clóvis Maly  
Giampaolo Queiroz Pellegrino  
Giane Fátima Valles  
Gilberson Moacir Coelho Cabral  
Gilberto Câmara  
Gilberto de Martino Januzzi  
Gilberto Fisch  
Gilberto Moacir Coelho Cabral  
Gilberto Osvaldo Ieno  
Gilberto Ribeiro da Silva  
Gilda de Souza R. da Silva  
Gilmar Guilherme Ferreira  
Gilmar S. Rama  
Gilson Luis Merli  
Gilson Menezes  
Gilvan Sampaio  
Giovanna Lunkmoss de Christo  
Giovanni Barontini  
Giovanni J. Teixeira  
Giovannini Luigi da Silva  
Giseli Modolo Vieira Machado  
Gizeli Saraiva de Sousa  
Glaciela Moraes de Oliveira Bozzoni  
Gláucia Diniz  
Glaucio Turci  
Glória Rossato  
Gonzalo Visedo  
Graziela Roberta Amary  
Grazielle de Oliveira N. Fiebig  
Gregorio Carlos de Simone  
Gregorio Luiz Galvão  
Gui Botega  
Guido Gelli  
Guilherme Corrêa Abreu  
Guilherme Duque Estrada de Moraes  
(*in memoriam*)  
Guilherme Fagundes  
Guilherme Moreira

Guilherme Oswaldo Obregón Párraga  
Guilherme Tapia  
Gustavo Barbosa Mozzer  
Gustavo Luedemann  
Gustavo Sueiro de Medeiros  
Haissa Carloni  
Hamilton Moss de Souza  
Haroldo Matos de Lemos  
Hebe Washington Peralta  
Hector Ventimiglia  
Heleno Arthur Depianti  
Heleno S. Bezerra  
Hélio Carletti Frigeri  
Hélio Damasceno de Souza  
Helmut Wintruff Koller  
Heloísa Miranda  
Heloíso Bueno Figueiredo  
Hélvio Neves Guerra  
Henrique Chaves  
Henry Joseph  
Herculano Xavier da Silva Júnior  
Hézio Oliveira  
Hilton Silveira Pinto  
Holm Tiessen  
Homero Carvalho  
Homero Corrêa de Arruda  
Hudy Eulálio dos Santos Fiori  
Humberto Adami  
Humberto Crivelaro  
Idacir Francisco Pradella  
Idenisia Magacho  
Iêda Correia Gomes  
Igor Bergmann  
Igor Pantusa Wildmann  
Ilana Wainer  
Ildo Sauer  
Ingrid Person Rocha e Pinho  
Ione Anderson  
Ione Egler  
Ionice Maria Vefago  
Iracema F. A. Cavalcanti  
Irani Carlos Varella  
Isabele Dalcin F. Anunciação  
Isabella Asperti de Oliveira  
Isaías de Carvalho Macedo  
Isaura Maria Lopes Frondizi  
Islaine Lubanco Santos  
Ismael Fortunati  
Israel Klabim  
Ivan Takae Oikawa  
Ivandar Soares Campos  
Ivanir Mendes

Ivanise Martins Lima  
Ivete D. Daros  
Ivone Coelho da Silva Chaves  
Ivone Aires Campos  
Izabella Mônica Vieira Teixeira  
Jackson Müller  
Jacqueline de Oliveira Souza  
Jacques Gruman  
Jacques Marcovitch  
Jailton Pereira da Silva  
Jaime de Oliveira de Campos  
Jaime Milan  
Jair Albo Marques de Souza  
Jairo de Oliveira Pinto Júnior  
Janaina Carlos Diniz de Assis Correia  
Janaína Francisco Sala  
Janice Romaguera Trotti  
Javier Tomasella  
Jayme Buarque de Hollanda  
Jean Bilac  
Jean Carlos de Assis Santos  
Jean Ometto  
Jefferson Cardia Simões  
Jefferson Dias  
Jefferson Escobar Yamashiro  
Jelio José Braz  
Jesilei Moreira Maciel  
Jéssica Amorim  
Joana Maria Rocha e Silva  
João A. Borba  
João A. Lorezenti  
João Alberto Martins  
João Alencar  
João Antônio Moreira Patusco  
João Antônio Raposo Pereira  
João Antônio Romano  
João Augusto Bastos de Mattos  
João Batista Menescal Fiúza  
João Bosco  
João Camillo Penna  
João Carlos de Oliveira Moregola  
João Carlos Fernandes  
João Carlos Heckler  
João Carlos Rodrigues  
João Cícero  
João Costa  
João Emmanoel Fernandes Bezerra  
João Espinosa  
João Eudes Touma  
João Guilherme Sabino Ometto  
João Jorge Chedid  
João José Assumpção

de Abreu Demarchi  
João Lages Neto  
João Leonardo da Silva Soito  
João Luís Oliveira  
João Luiz Corrêa Samy  
João Luiz Rodrigues do Nascimento  
João Luiz Tedeschi  
João Marcelo Medina Ketzer  
João Marinho de Souza  
João Paulo C. Júnior  
João Pratagil Pereira de Araújo  
João Roberto dos Santos  
João Roberto Gana  
João Wagner Silva Alves  
Joaquim do Carmo Pires  
Joaquim Godói Filho  
Joaquim Pedro Neto  
Jocelly Portela  
Joelma Ramos  
Johaness Eck  
Johnny Flores França  
Jonas Irineu  
Jorge Afonso  
Jorge Almeida Guimarães  
Jorge Arthur F.C. de Oliveira  
Jorge Callado  
Jorge de Barros  
Jorge de Lucas Jr.  
Jorge de Paula Ávila  
Jorge Gomes  
Jorge Lapa  
Jorge Paschoal  
Jorge Trinkenreich  
Jörgen Michel Leeuwestein  
Josana Lima  
José José A. Noldin  
José Aires Ventura  
José Antônio da Cunha Melo  
José Antônio Marengo Orsini  
José Arnaldo Cardoso Fenna  
José Carlos Costa Barros  
José Carlos Gomes Costa  
José Carlos Gomes de Souza  
José Cesário Cecchi  
José de Arimatéia Santiago  
José de Castro Correia  
José de Souza Mota  
José Domingos Silva  
José Edenir Gianotto  
José Edisol Parro  
José Etrusco  
José Eugênio Rosa Júnior

José Fantine  
 José Fernando Pesquero  
 José Flamarion de Oliveira  
 José Galísia Tundisi  
 José Goldemberg  
 José Guilherme Moreira de Souza  
 José Henrique Penido  
 José Honório Accarini  
 José Ignacio Ribeiro Neto  
 José Israel Vargas  
 José L. César Filho  
 José Laércio Ribeiro Pinto  
 José Lúcio Soriano  
 José Luiz Magalhães Neto  
 José Luiz Papa  
 José Luiz Picoli  
 José Luiz Rocha Oliveira  
 José Luiz Valim  
 José Malhães da Silva  
 José Maria Alves Godói  
 José Maria de Oliveira Filho  
 José Marques Porto  
 José Nunes Barbosa  
 José Otávio Carvalho  
 José Raphael Lopes Mendes de Azeredo  
 José Reinaldo Del Bianco  
 José Renato Cortez Bezerra  
 José Ricoy Pires  
 Jose Roberto de Lima  
 José Roberto Moreira  
 José Rubens Cicuto  
 José Serrano  
 José Tenório Cavalcante  
 José Valdir Pratali Pioli  
 José Vicente Ferreira  
 José Wendel Silva da Paz  
 Josiane Bustamante  
 Josué F. C. Filho  
 Joval Canos Bizon  
 Jovelino G. Cerqueira Filho  
 Jucivan Ribeiro Lopes  
 Judson Ferreira Valentim  
 Júlia Navarrette  
 Juliano de Carvalho Filho  
 Juliano Mota Lazaro  
 Júlio Noronha  
 Júlio Palhares  
 Jurandir Falas Berbel  
 Jussara Haruco Maira  
 Jussara Starling de Medeiros  
 K. P. G. Alekseev  
 Karen Suassuna  
 Kelma Maria Nobre Vitoriano  
 Kênio Franklin de Freitas  
 Kennedy Gomes de Souza  
 Kleber Covas Martinez  
 Konnie Peuker  
 Laércio de S. Campos  
 Laís Roberta Galdino de Oliveira  
 Laline Ramirez Nunes  
 Lani Tardin  
 Leda Christiane de F. Lopes Lucena  
 Larissa Schmidt  
 Laryssa Lilian Lopes Sbruzzi  
 Laura Kikue Kumazawa  
 Laura Maria Regina Tétti  
 Laura Porto  
 Laura Silvia Valente de Macedo  
 Laura Tetti  
 Lauro Eduardo de Souza Pinto  
 Lauro José Scholer  
 Lázaro de Godoy Neto  
 Leandro Batista Yokomizo  
 Leandro do Prado Wildner  
 Leandro Fagundes  
 Leandro Waldvogel  
 Leda Freitas Ribeiro  
 Leiza Dubugras  
 Leni Mari Perotti S. Marini  
 Leonam dos Santos Guimarães  
 Levi Ferreira  
 Lidia Harue Hanada,  
 Lidiane Barroso  
 Lilia Catiglioni P. Paschoal  
 Lincoln Muniz Alves  
 Lindemberg Bezerra  
 Lindon Fonseca Matias  
 Lineu José Basso  
 Lívio Ribeiro dos S. Neto  
 Lorena Miossi Alves Cabral  
 Lorenza Alberici da Silva  
 Lothario Deppe  
 Luana de Rosa  
 Lucas Assunção  
 Lucas dos Santos Lôbo Takahashi  
 Lúcia H. Ribas Machado  
 Luciana Mara Corrêa  
 Luciana Medeiros de Carvalho Brant  
 Luciana O. Queiroz Ribeiro  
 Luciana Omena dos Santos  
 Luciana Spinneli Araújo  
 Luciane Garavaglia  
 Luciane R. dos Anjos  
 Luciano Chagas Barbosa  
 Luciano dos Santos Martins  
 Luciano Fonseca Coppola  
 Luciano Freire Maia  
 Luciano Lellis Miranda  
 Luciano Nobre Varella  
 Luciano Quintans  
 Luciano Rodrigues  
 Lucila Maria Teixeira Caselato  
 Ludmila de Oliveira Ferreira  
 Luís Antônio Martinelli  
 Luis Carlos Leonardelli  
 Luís Fernando Stone  
 Luis Gustavo Moraes Ferraz  
 Luis Henrique Sartorlli  
 Luis Salazar  
 Luiz Alberto Figueiredo Machado  
 Luiz Alberto Oliva Monte  
 Luiz Antônio Antunes de Oliveira  
 Luiz Augusto Horta Nogueira  
 Luiz Augusto S. de Azevedo  
 Luiz Carlos B. Biasi  
 Luiz Carlos Hermes  
 Luiz Celso Parisi Negrão  
 Luiz Claudio Lima Costa  
 Luiz Cláudio Padiar  
 Luiz Fernando do Amaral  
 Luiz Fernando dos Santos  
 Luiz Gylvan Meira Filho  
 Luiz Kazuiko Maebara  
 Luiz Machado  
 Luiz Mário Baccarin  
 Luiz Pereira Ramos  
 Luiz Pinguelli Rosa  
 Luiz R. A. Cunha  
 Luiz Renha  
 Luiz Soares  
 Luiz Soresini  
 Luiz Varela Guimarães  
 Luzia de Sousa Silva  
 Magda Aparecida de Lima  
 Maiara Silva Luz  
 Manoel Alonso Gan  
 Manoel dos Santos  
 Manoel Fernandes Martins Nogueira  
 Manoel Régis Lima Verde Leal  
 Manuel Eduardo Ferreira  
 Manuel Jerez Orozco  
 Manuella Santos Barbosa  
 Manyu Chang  
 Mara Lorena Maia Fares  
 Marçal José Rodrigo Pires

Marcela Cardoso Guilles  
da Conceição  
Marcela Ohira Schwarz  
Marcelo Consiglio  
Marcelo Drügg Barreto Vianna  
Marcelo Francisco Sestini  
Marcelo Khaled Poppe  
Marcelo Meirinho Caetano  
Marcelo Pisetta  
Marcelo Rodolfo Siqueira  
Marcelo Teixeira Pinto  
Marcelo Theoto Rocha  
Márcia Amorim Soares Amaral  
Marcia Andréa Dias Santos  
Marcia Chame  
Márcia Cristina Pessoa Fonseca  
Márcia Drachmann  
Márcia Janeiro Pereira  
Márcia Macul  
Márcia Simão Macul  
Márcia Valéria Ferraro Gomes  
Márcia Valle Real  
Marcia Zenobia de Lima Oleari  
Marcio Guimarães  
Márcio M. Santos  
Márcio Nogueira Barbosa  
Márcio Schetinni  
Marco A. Silveira Pereira  
Marco Antônio Carvalho Pessoa  
Marco Antônio Fujihara  
Marco Antônio Machado  
Marco Antonio Sanchez Artuzo  
Marco Antônio Veiga  
Marco Aurélio de Sousa Martins  
Marco Aurélio dos Santos Bernardes  
Marco Aurélio Freitas  
Marco Túlio Scarpelli Cabral  
Marco Ziliotto  
Marcos Antonio Vieira Ligo  
Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas  
Marcos Buckeridge  
Marcos Corrêa Neves  
Marcos Eduardo de Souza  
Marcos Escaldelai  
Marcos Freitas  
Marcos Jank  
Marcos Otávio Prates  
Marcos Pellegrini Bandini  
Marcos Sampol  
Marcos Santos Ferreira  
Marcus Araujo  
Margarete Naomi Sato

Margareth Watanabe  
Maria A. B. Ourique de Carvalho  
Maria Assunção Dias  
Maria Clara Tavares Cerqueira  
María Cleofé Valverde Brambila  
Maria Conceição Peres Young Pessoa  
Maria Cristina Maciel Lourenço  
Maria Cristina Yuan  
Maria da Conceição Peres Young  
Maria da Conceição Santana Carvalho  
Maria de Fátima Salles de Abreu Passos  
Maria do Carmo Carvalho da Silva  
Maria do Socorro B. Nascimento  
Maria do Socorro Moura  
Maria Feliciano de Ortigão Sampaio  
Maria I.S. Escada  
Maria Isabel Lessa da Cunha Canto  
Maria Isabel Sobral Escada  
Maria José Sampaio  
Maria Lucia Bernardes Coelho Silva  
Maria Lúcia Neves  
Maria Lúcia Rangel Filardo  
Maria Luíza de Andrade Gatto  
Maria Luiza de Araújo Gastal  
Maria Netto  
Maria Rita Fontes  
Maria Sílvia Muylaert  
Maria Teresa Roza  
Mariana Cheade  
Mariana Regina Zechin  
Mariana Sigrüst  
Maricy Marino  
Marilene N. Falsarella  
Marilene Tozin Gabardo  
Marília Giovanetti de Albuquerque  
Marilice Camacho A.Cunha  
Mário Antônio Angelicola  
Mário F. Leal de Quadro  
Mario Garlipp Tagliolato  
Mário Krausz  
Mário Rocco Pettinati  
Mario Saffer  
Mário Tachimi  
Mário Willian Esper  
Mariza Militão  
Mark Zulauf  
Marly Fré Bolognini  
Marta Ferreira de Lima de Cano  
Martial Bernoux  
Martinho Jota de Queiroz Junior  
Mathilde Bertoldo  
Mauri José Zucco

Maurício Andrés Ribeiro  
Maurício Braga Tranco  
Maurício D'Agostini Silva  
Maurício José Lima Reis  
Maurício Reis  
Maurício Silva Andrade  
Maurício Tiomno Tolmasquim  
Maurik Jehee  
Mauro Augusto dos Santos  
Mauro Garcia Carvalho Rico  
Mauro Gebrim  
Mauro Kazuo Sato  
Mauro Luiz Brasil  
Mauro Mansur  
Mauro Noburu Okuda  
Mauro Rodrigues Mello  
Maximilian Boch Filho  
Máximo Luiz Pompemayer  
Mayra Juruá Gomes de Oliveira  
Mellina Zanon Breda  
Mercedes Bustamante  
Mércia Cristina Farat  
Michael H. Glantz  
Michelle Letícia Macan  
Miguel Luiz Henz  
Miguel Peta  
Milton A.T. Vargas  
Milton Cezar Ribeiro  
Milton Eduardo Giancoli  
Milton Marques  
Milton Nogueira  
Mirela Chiapani Souto  
Mirlene Méis Aboni  
Miuzael Frazão Freire  
Moacir Marcolin  
Mohamed E. E. Habib  
Moisés Antonio dos Santos  
Mônica de Queiroz Santos  
Moyzês dos Reis Amaral  
Myrthes Marcelle Santos  
Nádia Taconelli  
Nádima de Macedo Paiva Nascimento  
Nadja Limeira  
Nadja N. Marinho Batista  
Napoleão Esberard Beltrão  
Natal Servílio Téo  
Nazaré Lima Soares  
Neilton Fidelis  
Nelson Jesus Ferreira  
Nelson João Bissato  
Nelson Luiz da Silva  
Nelson Machado Guerreiro



Nereida Costa Nobrega de Oliveira  
Neuza Maria Maciel  
Nicolás Masuelli  
Nilson Clementino Ferreira  
Niro Higushi  
Nivaldo Silveira Ferreira  
Nuri Oyamburo de Calbete  
Obdúlio Diego Fanti  
Odair Zanetti  
Odemar Rosa Pereira  
Odo Primavesi  
Odório Carneiro  
Olavo Pereira de Souza  
Olga Cortes Rabelo Leão Simbalista  
Olga Y. Mafra Guidicini  
Olimpio Vieira Neto  
Oliveira Santos  
Olívia Felício Pereira  
Omar Campos Ferreira  
Omar Campos Ferreira  
Orivaldo Brunini  
Orlando Cristiano da Silva  
Osman Fernandes da Silva  
Oswaldo Soliano Pereira  
Oswaldo Cabral  
Oswaldo dos Santos Lucon  
Oswaldo M. Albino Neto  
Oswaldo Polizio Júnior  
Oswaldo Velinho  
Otávio Amorim  
Otávio Augusto Drummond Cançado  
Trindade  
Otávio G. A Abujamra  
Othon Luiz Pinheiro da Silva  
Pabline Daros  
Paolla C. Normando A. Pereira  
Patricia Bassetto da Silva  
Patricia Boson  
Patrícia dos Santos Mancilha  
Patricia Maria de Souza Paulino  
Patrícia Raquel da Silva Sottoriva  
Patricia Santana  
Paula de Melo Chiste  
Paula Lavratti  
Paulina Hoffmam Domingos  
Paulo Armando Oliveira  
Paulo Artaxo  
Paulo Barbosa  
Paulo Bernardi Junior  
Paulo César Ferreira Alves  
Paulo César N. Borges  
Paulo César Rosman

Paulo de Lamo  
Paulo de Lima Pinho  
Paulo de Lucca  
Paulo de Souza Coutinho  
Paulo do Nascimento Teixeira  
Paulo Egidio Konzen  
Paulo F. Perotti  
Paulo H. Ota  
Paulo Henrique Cardoso  
Paulo Henrique Cunha Soares  
Paulo Hilário Nascimento Saldiva  
Paulo Honda Ota  
Paulo José Chiarelli V. de Azevedo  
Paulo Kanepa  
Paulo Macedo  
Paulo Marcos C. Santos  
Paulo Marinho  
Paulo Nobre  
Paulo Protásio  
Paulo Roberto Cruz  
Paulo Roberto Leme  
Paulo Roberto Pereira César  
Paulo Robinson da Silva Samuel  
Paulo Rocha  
Paulo S. Kanazawa  
Paulo Schincariol  
Paulo Takanori Katayama  
Paulo Tramontini  
Pedro Alberto Bignelli  
Pedro Bara Neto  
Pedro Calasans de Souza  
Pedro de Andrade  
Pedro Dias Neto  
Pedro Hernandez Filho  
Pedro Ivo Barnack  
Pedro Leite da Silva Dias  
Pedro Santaro Shioga  
Pedro Soares  
Pedro Tosta de Sá Filho  
Péricles Sócrates Weber  
Peter Greiner  
Philipp Fearnside  
Pietro Erber  
Plínio César Soares  
Plínio Mário Nastari  
Plínio Martins Damásio  
Priscila Tavares  
Priscila Teixeira  
Rachel Biderman Furriela  
Rachmiel M. Litewski  
Rafael Azeredo  
Rafael Cabral Gonçalves

Rafael Duarte Kramer  
Rafael Fonseca da Cruz  
Rafael Lemos de Macedo  
Rafael Notarangeli Fávoro  
Rafael Schetman  
Rafaela Maria Bichuette  
Raimundo Bezerra de Araújo Neto  
Raimundo Moreira Lima Filho  
Raimundo Nonato Fialho Mussi  
Raimundo Nonato Moraes Andrade  
Ramayana Menezes Braga  
Ramez Augusto Jardim  
Regiane Brito  
Regina Alvares  
Regina Hiromi Nuruki Tomishima  
Regina Simea Sbruzzi  
Reinaldo Bazoni  
Renata Yshida  
Renato Boareto  
Renato Ricardo A. Linke  
Renato Rossetto  
Ricardo Alvares Scanavini  
Ricardo Cesar Varella Duarte  
Ricardo Crepaldi  
Ricardo F. da Silva  
Ricardo Gerlak  
Ricardo Gomes de Araújo Pereira  
Ricardo Marques Dutra  
Ricardo Miranda  
Ricardo Pretz  
Ricardo Santos Azevedo  
Rilda Francelina Mendes Bloisi  
Rildo de Souza Santos  
Rita Carla Boeira  
Rita de Cássia Barreto Figueiredo  
Rita de Cássia P. Emmeriche  
Rita de Cássia Vieira Martins  
Robério Aleixo Anselmo Nobre  
Roberta Santoro de Constantino  
Roberto Bertelli  
Roberto da Rocha Brito  
Roberto de Aguiar Peixoto  
Roberto de Moura Campos  
Roberto dos Santos Vieira (*in memoriam*)  
Roberto Ferreira Tavares  
Roberto Giolo de Almeida  
Roberto Godinho  
Roberto Moreira  
Roberto N. Xavier  
Roberto Piffer  
Roberto Schaeffer  
Roberto Telles Prado

Roberto Wilson Oliveira Dias	Saldanha	Taiana Brito
Roberto Zilles	Samira Sana Fernandes de Sousa	Taiana Nunes dos Santos
Robinson Tadeu Gomes	Samyra Crespo	Tamara Van Kaicr
Robson Rocha	Sandra Cristina Rodrigues	Tamara Vigolo Trindade
Rodnei Cassiano Todorow	Sandra M. S. Cartaxo	Tania Maria Mascarenhas Pinto
Rodolfo Bassi	Sandra Maria Oliveira Sá	Tassiana Yeda Faria Segantine
Rodolfo Nicastro	Sandra Soares de Melo	Tatyane Souza N. Rodrigues
Rodrigo Cavalcanti da Purificação	Sandro Donnini Mancini	Tércio Ambrizzi
Rodrigo Chaves Cardoso de Oliveira	Sandro Pereira Gonçalves	Tereza Cristina de M. Romero Teixeira
Rodrigo de Matos Moreira	Saulo Marques de Abreu Andrade	Tereza Cristina Pinto
Rodrigo Hemerhy	Sebastião Amaral de Campos	Thaís Linhares Juvenal
Rodrigo Martins Vieira Coelho Ferreira	Sebastião Costa Guedes	Thaylini Cristine Luz Belino Bonfin
Rogério Abdalad	Sebastião Renato O. Fortes	Tsutomu Morimoto
Rogério Henrique Ruiz	Sebastião Sérgio Faria	Thelma Krug
Rogério Marchetto Antônio	Segen Farid	Themis Piazzetta Marques
Rogério Mundin	Semida Silveira	Thiago de Araújo Mendes
Rômulo Carneiro	Sérgio Antônio da Silva Almeida	Tiago Massao Matsumoto
Ronald Antônio da Silva	Sérgio Antônio Perassa	Tomás Caetano Rípoli
Ronaldo Kanopf de Araújo	Sérgio Besserman Vianna	Torello Redi Neto
Ronaldo Kohlmann	Sérgio Calbete	Túlio César Mourthé de A. Andrade
Ronaldo Sérgio M. Lourenço	Sérgio Lopes Dousseau	Ubirajara Moura de Freitas
Ronaldo Seroa da Motta	Sérgio Maia	Ulf Walter Palme
Ronilson Ramos de Aquino	Sérgio Peres Ramos da Silva	Ulisses Eugenio Cavalcanti Confalonieri
Rosana Benetti	Sérgio Raposo de Medeiros	Vagner Cruz
Rosana Cérboli Barbosa	Sérgio Serra	Valdete Duarte
Rosana Cristina de Souza Giuliano	Sheila da Silva Souza	Valdo da Silva Marques
Rosana Faria Vieira	Shinsho Takara	Valéria B. Lima
Rosana Tiyomi Kirihara	Sidnei J.S. Sant'Anna	Valquíria Barbosa Lunardeli
Rosane Castiglioni Pereira	Sidney Abreu	Valquíria Pereira Cabral da Silva
Rosângela Silva	Silvana Bassi	Vanderlei Francisco de Oliveira
Rosaura Garcia Zucolo	Silvia Maiolino	Vanderlei Perez Canhos
Roseli Medeiros	Silvia Martarello Astolpho	Vania Elisabete Schneider
Roselice Duarte de Medeiros	Sílvio Arfeli	Vanildes Oliveira Ribeiro
Rosemery Bebber Grigato	Silvio Manoel Silva Gonçalves	Vera Lúcia Castro
Rosenely Diegues Peixoto	Silvio Pereira Coimbra	Vera Lúcia de Abreu Vilela
Rosilena Viana de F. Souza	Simon Schwartzman	Vicente Schmall
Rozalino Ramos Pereira	Simone Bentes Normandes Vieira	Victor Bonesso Júnior
Rubem Bastos Sanches de Brito	Simone Claude Raymond	Victor Ferreira de Souza
Rubens Harry Born	Simone Georges El Khouri Miraglia	Victorio L. Furlani Neto
Rubens Lopes Saraiva	Simone Sehnem	Vilma de Jesus Rodrigues
Rubens N. B. Grimaldi	Sin Chan Chou	Vilson Fontana Bastos
Rubens Pereira Brito	Sizuo Matsuoka	Vilson Rodrigues Aguiar
Rubens Silva Filho	Sofia Jucon	Virgílio Bandeira
Rubismar Scholz	Sofia Nicoletti Shellard	Volker Walter Johann Heinrich Kirchhoff
Rui Antônio Alves da Fonseca	Sônia Beatriz Machado Alves	Volnei Peruchi
Rui da Silva Verneque	Sônia Maria Manso Vieira	Wadih Scandar Neto
Rui Feijão	Sônia Seger P. Mercedes	Wagner Costa Ribeiro
Rui Machado	Soraya Ribeiro	Wagner Fisher
Rui Maurício Gregório	Sourak Aranha Borralho	Wagner Moreira
Rui Nelson T. Almeida	Suani Teixeira Coelho	Wagner Soares
Ruy Kenji Papa de Kikuchi	Suleima Santos	Waldir B. Silva
Saionara Fernandes Pavei	Suzana Kahn Ribeiro	Waldir Stumpf

Waldomiro Paes  
Walmir Costa da Roda  
Walmir Fernando G. da Rocha  
Walnir Ferro de Souza  
Warwick Manfrinato  
Weber Amaral  
Wellington B. C. Delitti

Wellington Costa Freitas  
Werner Eugênio Zulauf (*in memoriam*)  
Werner Kornexl  
William Frasson  
Wilson Roberto Soares Mattos  
Wolmir Pereira Andrade  
Yara Campos Almeida

Yuri Andres de Jesus Moraes  
Yushiro Kihara  
Zelinda Leão  
Zilmar de Souza  
Zulcy Souza

## Instituições participantes

3M do Brasil - Regional de Meio Ambiente, Segurança e Higiene Industrial - América Latina  
ABAL - Associação Brasileira do Alumínio  
ABCM - Associação Brasileira do Carvão Mineral  
ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland  
ABEMA - RN - Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente  
ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental  
ABESCO - Associação das Empresas de Serviços de Conservação de Energia  
ABETRE - Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos  
ABIA - Associação Brasileira das Indústrias Alimentícias  
ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química  
ABL - Incinerador de Antibióticos do Brasil  
ABLP - Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública  
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
Aborgama do Brasil Ltda  
ABPC - Associação Brasileira de Cimento Portland  
ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais  
ABS Quality Evaluations  
Açúcar e Álcool Oswaldo Ribeiro de Mendonça Ltda  
Açúcar Guarani S/A.  
Açucareira Quatá S/A  
Açucareira Zillo Lorenzetti S/A.  
ADEMA - Administração Estadual do Meio Ambiente SE  
AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S/A  
AES Uruguaiana Empreendimentos S/A  
Afluente Geração e Transmissão de E.E. S/A  
Agência Goiana de Meio Ambiente  
Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL  
AGESPISA - Águas e Esgotos do Piauí S/A  
AIDIS - Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental  
AINEP - Assessoria e Intermediação de Negócios Especiais e Participação  
ALBRAS - Alumínio Brasileiro S/A  
ALCOA  
ALLMA - Gestão em Agronegócios  
Alpina Ambiental S/A  
ALSTOM POWER - Sistemas de Controle Ambiental  
ALUMAR - Consórcio de Alumínio do Maranhão  
Alves & Trancho - Assessoria e Consultoria em Informática Ltda.  
Amapari Energia S.A  
Amazonas Distribuidora de Energia S/A  
Amazônia Eletronorte Transmissora de Energia S/A  
AmBev - Companhia de Bebidas das Américas  
Ambiental ECOPAM  
Ambiental Saneamento e Concessões Ltda  
AMESC - Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense  
Ampla Energia e Serviços S/A  
ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil  
Anaconda Ambiental e Empreendimentos Ltda.  
Antonio Ruelle Agroindustrial Ltda  
APETRES - Associação Paulista das Empresas de Tratamento e Destinação de Resíduos Urbanos  
Araputanga Centrais Elétricas S/A  
ArcellorMittal  
ArcelorMittal Cariacica  
ArcelorMittal Itaúna  
ArcelorMittal Juiz de Fora  
ArcelorMittal Monlevade  
ArcelorMittal Piracicaba  
ArcelorMittal Sabará  
Artemis Transmissora de Energia S/A  
ASEMG - Associação Suinocultores do Estado de Minas Gerais  
Associação Mineira de Silvicultura - AMS  
ATE II Transmissora de Energia S/A  
ATE III Transmissora de Energia S/A  
ATE Transmissora de Energia S/A  
ATT Ambiental Tecnologia e Tratamento Ltda  
BAESA - Energética Barra Grande S/A  
Bahia Pulp S/A  
Baixada Santista Energia S/A  
Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES  
Bandeirante Energia S/A  
Belgo Bekaert Arames Contagem  
Belgo Bekaert Arames Hortolândia  
Belgo Bekaert Arames Osasco  
Belgo Bekaert Arames Sabará  
Biogás Energia Ambiental S/A.  
BIOTECS - Águas e Efluentes - Engenharia de Sistemas de Tratamento  
Boa Hora Central de Tratamento de Resíduos  
Boa Hora Central de Tratamento de Resíduos Ltda  
Boa Sorte Energética S/A  
Boa Vista Energia S/A  
Bonfante Energética S/A  
Bons Ventos Geradora de Energia  
Brascanenergética Minas Gerais S/A  
BRASECO - Tratando do Lixo, Cuidando de Você  
Brasil Central Energia S/A  
Breitener Jaraqui S/A  
Breitener Tambaqui S/A

Brentech Energia S/A  
 BT Geradora de Energia Elétrica S/A  
 Bunge Fertilizantes S/A  
 Caçador Energética S/A  
 CAEMA - Companhia de Águas e Esgoto do Maranhão  
 CAER - Companhia de Águas e Esgotos de Roraima  
 CAERD - Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia  
 CAERN - Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte  
 CAESA - Companhia de Água e Esgotos do Amapá  
 CAESB - Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal  
 CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará  
 CAGEPA - Companhia de Água e Esgoto da Paraíba  
 Caiuá Distribuidora de Energia S/A  
 Calheiros Energia S/A  
 Capuava Energy  
 Carangola Energia S/A  
 Casa Civil da Presidência da República  
 CASAL - Companhia de Saneamento de Alagoas  
 CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento  
 Cavo-Serviços e Meio Ambiente S/A  
 CBA - Companhia Brasileira de Alumínio  
 CDSA - Centrais Elétricas Cachoeira Dourada S/A  
 CEAL - Companhia Energética de Alagoas  
 CECLIMA - Centro Estadual de Mudanças Climáticas/AM  
 CEDAE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos  
 CEEE-GT - Companhia Estadual de Energia Elétrica  
 CEESAM Geradora S/A  
 CELESC Distribuição S/A  
 CELG Distribuição S/A  
 CELG Geração e Transmissão  
 Celulose Nipo-Brasileira S/A  
 CEMAR - Companhia Energética do Maranhão  
 CEMIG Companhia de Energia de Minas Gerais  
 CEMIG Geração e Transmissão S/A  
 CEMPRESA - Compromisso Empresarial para Reciclagem  
 CENBIO - Centro Nacional de Referência em Biomassa  
 Censtroeste Construtora e Participações Ltda  
 Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS  
 Centrais Elétricas do Pará S/A  
 Centrais Elétricas Matogrossenses S/A  
 Centrais Hidrelétricas Grapon S/A  
 Centro de Ciência do Sistema Terrestre - CCST/INPE  
 Centro de Estudos em Sustentabilidade \_ Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE  
 Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do INPE - CPTEC/INPE  
 Centro Nacional de Referência de Biomassa - CENBIO  
 CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - ESALQ/USP  
 CERAN - Companhia Energética Rio das Antas  
 CERPA - Central Energética Rio Pardo Ltda  
 CES - Centro de Estudos em Sustentabilidade da FGV - EAESP  
 CESA - Castelo Energética S/A. CE  
 CESAN - Companhia Espírito Santense de Saneamento  
 CESP - Companhia Energética de São Paulo  
 CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
 Cetrel - Camaçari - BA  
 Cetrel Lumina Com. E Adm.  
 Cetrel Lumina Comercial em São Paulo  
 CETREL S/A. - Empresa de Proteção Ambiental  
 CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos  
 CGTF - Central Geradora Termelétrica Fortaleza S/A  
 CIEN - Companhia de Interconexão Energética  
 CJ Energética S/A  
 Clariant - Blumenau/SC  
 Clean CTTR (Central de Tratamento Térmico de Resíduos) - Belém - PA  
 Clean Service Serviços Gerais Ltda  
 CNPGL - Embrapa Gado de Leite  
 CNPSA - Embrapa Suínos e Aves  
 CODEMA Campinas - Conselho Municipal de Meio Ambiente  
 CODESP - Companhia Docas do Estado de São Paulo  
 COELBA - Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia  
 COGEN - SP - Associação Paulista de Cogeração de Energia  
 Columbian Chemicals Brasil Ltda.  
 COMGAS - Companhia de Gás de São Paulo  
 Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB  
 Companhia Brasileira de Estireno  
 Companhia Cervejaria Brahma - Cervejarias Reunidas Skol  
 Caracu S/A - Sub -Produtos  
 Companhia de Energia Elétrica do Estado de Tocantins  
 Companhia de Gás de São Paulo  
 Companhia Energética Chapecó  
 Companhia Energética de Brasília  
 Companhia Energética de Pernambuco  
 Companhia Energética de Petrolina  
 Companhia Energética do Ceará  
 Companhia Energética Santa Clara  
 Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica  
 Companhia Força e Luz do Oeste  
 Companhia Hidrelétrica do São Francisco  
 Companhia Hidroelétrica São Patrício  
 Companhia Jaguari de Energia  
 Companhia Luz e Força Santa Cruz  
 Companhia Nacional de Energia Elétrica  
 Companhia Nitro Química Brasileira  
 Companhia Paulista e força e Luz  
 Companhia Siderúrgica Nacional  
 Companhia Transirapé de Transmissão  
 Companhia Transleste de Transmissão  
 Companhia Transudeste de Transmissão

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento  
Compromisso Empresarial para a Reciclagem - CEMPRE  
Concessionária Mosquitão  
Conselho Nacional da Pecuária de Corte  
Consórcio Aproveitamento Hidrelétrico Porto Estrela  
Consórcio Capim Branco Energia -UHE AmadorAguiar I  
Consórcio Capim Branco Energia -UHE AmadorAguiar II  
Consórcio Dona Francisca (CEEE-GT e DFESA)  
Consórcio Ecocamp  
Consórcio Itá  
Consórcio Machadinho  
Construtora Marquise S/A  
Coordenação dos Programas de Pós Graduação em Engenharia/Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE/UFRJ  
COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
COPEL - HOLDING - Companhia Paranaense de Energia  
COPERSUCAR - Centro Tecnológico Copersucar  
COPPE/UFRJ - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia  
Corpus Saneamento e O Brasileiro Ltda  
CORSAN - Companhia Riograndense de Saneamento  
Corumbá Concessões S/A  
COSAN Alimentos S.A FILIAL TARUMÃ  
COSAN Alimentos S.A UNIDADE MARACÁI  
COSAN Centro Oeste S.A Açúcar e Álcool Filial Jataí  
COSAN S.A Bionergia Filial UTE Costa Pinto  
COSAN S.A Bionergia Filial UTE GASA  
COSAN S/A Bionergia Filial UTE RAFARD  
COSANPA - Companhia de Saneamento do Pará  
COSE - Companhia Energética do Rio Grande do Norte  
Costa Rica Energética Ltda  
Cotiporã Energética S/A  
CPFL Piratininga  
CPPSE - Embrapa Pecuária Sudeste  
CPPSUL - Embrapa Pecuária Sul  
CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiental e Recursos Hídricos/PE  
CRA - Centro de Recursos Ambientais/BA  
CSN - Cia. Siderúrgica Nacional  
CST - Companhia Siderúrgica de Tubarão  
CTEEP-Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista  
Curuá Energia S/A.  
Da Ilha Energética S/A  
DAE S/A. - Água é Esgoto  
Dambiental  
Dana Indústrias Ltda.  
DANONE Ltda.  
Dedini S/A Indústria de Base  
Departamento Municipal de Energia de Ijuí  
DESO - Companhia de Saneamento de Sergipe  
Destilaria Água Bonita Ltda  
DME Energética Ltda.

DMEPC  
DNA Consultoria, Planejamento, Gestão Urbana e Ambiental  
e&e Economia e Energia  
ECO - PROCESSA Arcos/MG  
ECO - PROCESSA Cimpor - Cajati/SP  
ECO - PROCESSA Cimpor - Campo Formoso/BA  
ECO - PROCESSA Cimpor - Candiota/RS  
ECO - PROCESSA Cimpor - Cezarina/GO  
ECO - PROCESSA Cimpor - João Pessoa/PB  
ECO - PROCESSA Cimpor - São Miguel dos Campos/AL  
ECO - PROCESSA Lafarge Cantagalo  
ECO - PROCESSA Matosinhos/MG  
Economia e Energia - e&e  
ECTE - Empresa Catarinense de Transmissão de Energia  
ELEKTRO - Eletricidade e Serviços S/A  
ELETRAM - Eletricidade da Amazônia S.A.  
Eletro Primavera Ltda  
ELETROCAR Centrais Elétricas de Carazinho S/A  
ELETRONORTE \_ Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A  
ELETROSUL - Centrais Elétricas S/A  
EMAE - Empresa Metropolitana de Águas e Energia S/A  
EMBASA - Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A.  
Embralixo Empresa Bragantina de Varrição e Coleta de Lixo Ltda  
Empreiteira Pajoan - Central de Tratamento de Resíduos (Associada APETRES)  
Empresa Amazonense de Transmissão de Energia S/A  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa  
Empresa de Distribuição de Energia Vale Parapanema S/A  
Empresa de Transmissão de Energia de Santa Catarina  
Empresa de Transmissão de Energia do Rio Grande do Sul  
Empresa de Transmissão do Alto Uruguai S/A  
Empresa de Transmissão do Espírito Santo S/A  
Empresa Elétrica Bragantina S/A  
Empresa Energética de Mato Grosso do Sul S/A  
Empresa Energética Porto das Pedras S/A  
Empresa Luz e Força Santa Maria S/A  
Empresa Norte de transmissão de energia S/A  
Empresa Tejofran de Saneamento e Serviços Ltda  
ENERCAN- Campos Novos Energia S/A  
Energética Campos de Cima da Serra  
Energética Ponte Alta S/A  
Energética Salto Natal S.AENERGISA Borborema  
ENERGISA Minas Gerais Distribuidora de Energia S/A  
ENERGISA Nova Friburgo Distribuidora de Energia S/A  
ENERGISA Paraíba  
ENERGISA Sergipe Distribuidora de Energia S/A  
Energyworks do Brasil Ltda  
Enerpeixe S.A  
Enge - Aplic Montagens Industriais Ltda  
ENGEPPASA Ambiental Ltda  
Engetécnica Ltda  
Enob Ambiental Ltda

ENTERPA Ambiental S/A.  
 Eólica Formosa Geração e Comércio de Energia S/A  
 Eólica Icaraizinho Geração e comércio de Energia S/A  
 Eólica Paracuru Geração e Comércio de Energia S/A  
 EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina  
 EPE - Empresa de Pesquisa Energética  
 EPESA - Centrais Elétricas de Pernambuco S/A  
 Eppo Ambiental Ltda  
 Equipav S/A - Açúcar e Álcool  
 ERM Brasil Ltda.  
 ERTE - Empresa Regional de Transmissão de Energia  
 Espírito Santo Centrais Elétricas S/A  
 Espora Energética S/A  
 Essencis Administração  
 Essencis Co - Processamento  
 Essencis CTR Betim  
 Essencis CTR Caieiras  
 Essencis CTR Curitiba  
 Essencis CTR Itaberaba  
 Essencis CTR Joinville  
 ESSENCIS Incineração - (Fonte:Abetre e Cenbio)  
 Essencis Soluções Ambientais S/A.  
 ESTRE - Empresa de Saneamento e Tratamento de Resíduos Ltda.  
 ESTRE CDR Pedreira  
 ESTRE CGR Guataparã  
 ESTRE CGR Itapevi  
 ESTRE CGR Paulínia  
 ESTRE CGR Piaçaguera  
 ESTRE CGR Romeiros  
 ETEO - Empresa de Transmissão de Energia do Oeste  
 ETEP - Empresa Paraense de Transmissão de Energia S/A  
 Eucatex S/A Indústria e Comércio  
 Evrecy Participações Ltda  
 Faculdade SENAI de Tecnologia Ambiental  
 FATMA - Fundação do Meio Ambiente/SC  
 FBOMS - Fórum Brasileiro de ONG's e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e Desenvolvimento  
 FEAM - Fundação Estadual de Meio Ambiente/MG  
 Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais - Gestão e Tecnologia - Gerência de Meio Ambiente  
 FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente/RJ  
 FEMACT - Fundação do Meio Ambiental, Ciência & Tecnologia/RR  
 FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental/RS  
 Ferrari Termoelétrica S/A  
 FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo  
 FIRJAN - Federação das Indústrias do Rio de Janeiro  
 Forty Construções e Engenharia LTDA  
 Fórum Baiano de Mudanças Climáticas Globais e de Biodiversidade  
 Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas  
 Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas  
 Fórum Catarinense de Mudanças Climáticas Globais e de Biodiversidade  
 Fórum Cearense de Mudanças Climáticas  
 Fórum Estadual de Mudanças Climáticas e Biodiversidade Tocantins  
 Fórum Gaúcho de Mudanças Climáticas  
 Fórum Mineiro de Mudanças Climáticas Globais  
 Fórum Paranaense de Mudanças Climáticas  
 Fórum Paulista de Mudanças Climáticas e Biodiversidade  
 Fórum Rio de Mudanças Climáticas Globais  
 FOSFERTIL - Fertilizantes Fosfatados S/A  
 Foz do Chopim Energética Ltda.  
 FUNCATE - Fundação para a Ciência Aeroespacial, Aplicações e Tecnologia  
 Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz  
 Fundação Getúlio Vargas - FGV  
 Funil Energia S.A.  
 FURNAS Centrais Elétricas S/A  
 GALERA Centrais Elétricas S/A  
 GEOKLOCK - Consultoria e Engenharia Ambiental Ltda. - Departamento de Engenharia Ambiental  
 Geomap Ltda.  
 GERA - Geradora de Energia do Amazonas S/A  
 Geraoeste Usinas Elétricas do Oeste S/A  
 Gerdau Aço Minas  
 Global Defense Systems Ltda  
 Goiasa Goiatuba Álcool Ltda  
 Governo do Estado da Bahia- Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos  
 Governo do Estado de Minas Gerais - Fundação Estadual do Meio Ambiente  
 Governo do Estado do Espírito Santo- Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA  
 Governo do Estado do Paraná-secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos  
 Governo do Estado do Rio de Janeiro-secretaria de Estado do Ambiente - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - Grupo Leão & Leão  
 Grupo Plantar  
 Garantã Energética Ltda  
 Hidroluz Centrais Elétricas Ltda  
 Hidropower Energia S/A  
 HIDROSSOL - Hidroelétricas Cassol Ltda.  
 HOLCIM  
 HPT - Torres de Resfriamento - Tratamento de Água e Efluentes  
 IABr - Instituto Aço Brasil  
 IAP - Instituto Ambiental do Paraná/PR  
 IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal - Área de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IDEMA - Instituto de Defesa do Meio Ambiente/RN  
IEA - Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo  
IEE - Instituto de Eletrotécnica e Energia  
IEF - Instituto Estadual de Florestas/RJ  
IEF - Instituto Estadual de Florestas/MG  
IEMA - Instituto de Energia e Meio Ambiente  
Iguaçu Energia  
IMA - Instituto do Meio Ambiente/AL  
IMASUL - Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul  
Inidiavai Energética S/A  
Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós - graduação e Pesquisa de Engenharia - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Programa de Planejamento Energético - PPE/COPPE/UFRJ  
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama  
Instituto de Eletrotécnica e Energia - IEE/USP  
Instituto de Energia e Meio Ambiente - IEMA  
Instituto de Estudos Avançados - IEA/USP  
Instituto de Física - IF/USP  
Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA  
Instituto de Zootecnia - APTA (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Nutrição Animal e Pastagens)  
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA  
Instituto Interamericano para Pesquisas em Mudanças Globais - IAI  
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas - INCT/Clima  
Instituto Nacional de Meteorologia - INMET  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Instituto Virtual de Mudanças Globais - IVIG/UFRJ  
Interligação Elétrica de Minas Gerais S/A  
International Council for Local Environmental Initiatives - ICLEI Brasil  
International Paper do Brasil Ltda  
INVESTCO S/A  
IPAAM - Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas  
IPT - Instituto de Pesquisa Tecnológica  
Irara Energética S/A  
Isamu Ikeda Energia S/A  
Itaipu Binacional  
Itamarati Norte S/A Agropecuária  
ITAMBÉ - Cia. de Cimento Itambé  
Itapebi Geração de Energia S/A  
Itiquira Energética S/A  
Jaguari Energética S/A  
Jataí Energética S/A.  
Jotagê Engenharia Comércio e Incorporações Ltda  
Klabin S/A  
Konus Icesa S/A  
LACTEC - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento  
LDC Bioenergia S/A., Unidade Giasa  
LDC Bioenergia S/A., Unidade Lagoa da Prata  
LDC Bioenergia S/A., Unidade Leme  
LDC Bioenergia S/A., Unidade Rio Brilhante  
Light Energia  
Light Serviços de Eletricidade S/A.  
LIMPEC - Limpeza Pública de Corações  
Limpel Limpeza e Engenharia Ltda  
Linha Emília Energética S/A  
Litucera Limpeza e Engenharia Ltda  
Locanty Com. Serviços Ltda  
Locavargem Ltda  
Logos Engenharia S/A.  
Ludesa Energética S/A.  
Luftech - Soluções Ambientais  
Lumbrás Energética S/A  
LUMITRANS Companhia de Transmissão de Energia Elétrica  
Lwarcel Celulose Ltda  
Macedo Passos Consultoria em Informática Ltda.- ME  
Maqbrit Comércio e Indústria de Máquinas Ltda  
Marca Ambiental Ltda. - Gerenciamento e Tratamento de Resíduos  
MAUÊ S/A Geradora e Fornecedor de Insumos  
MB Engenharia e Meio Ambiente Ltda  
Mega Automação Industrial Ltda  
Millennium Central Geradora Eólica S/A  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Ministério de Minas e Energia - MME  
Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT  
Ministério da Defesa - MD  
Ministério da Fazenda - MFaz  
Ministério da Integração Nacional - MI  
Ministério da Saúde - MS  
Ministério das Cidades - MCid  
Ministério das Relações Exteriores - MRE  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC  
Ministério do Meio Ambiente - MMA  
Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - MPOG  
Ministério dos Transportes - MT  
Miranda & Miranda - Assessoria e Consultoria em Informática Ltda.  
MIZUME - Tecnologia de Tratamento de Esgoto  
Monte Serrat Energética S/A.  
Mosca Grupo Nacional de Serviços Ltda  
Multi Serviços Tecnologia Ambiental Ltda  
NATURATINS - Instituto Natureza do Tocantins  
NEPA/UNICAMP - Núcleo de Estudos em Proteção Ambiental  
Nordeste Transmissora de Energia  
Novatrans Energia S/A.



NOVELIS DO BRASIL LTDA  
 Novo Mundo Energética SA  
 OMBREIRAS Energética S/A  
 Ônix Geração de Energia S/A  
 Ouro Energética S/A  
 P&D Consultoria  
 Pampeana Energética S/A  
 Pantanal Energética Ltda.  
 Paranatinga Energia S/A  
 PePeC Ambiental - Consultoria em Meio Ambiente  
 Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS  
 Pilkington Brasil Ltda.  
 Pioneira Saneamento e Limpeza Urbana Ltda  
 Pioneiros Termoelétrica Sud Mennucci S.A.  
 Planalto Energética S/A  
 Plena Transmissoras  
 Ponta Grossa Ambiental Ltda  
 PRANA - Assessoria e Gestão Ambiental  
 Prefeitura da Cidade de Nova Iguaçu - EMLURB - Empresa Municipal de Limpeza Urbana  
 Prefeitura da Estância Turística de Ibiúna  
 Prefeitura da Estância Turística de Salto-Secretaria da Indústria, Comércio e Agricultura  
 Prefeitura Municipal de Marília-secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente  
 Prefeitura Municipal de Saltinho  
 Prefeitura Municipal de São Paulo-Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente  
 Prefeitura Municipal de Volta Redonda - Coordenadoria de Defesa do Meio Ambiente  
 Primavera Energia S/A  
 PROCLIMA RN  
 Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL/ELETROBRÁS  
 Programa Nacional do Uso Racional de Derivados de Petróleo e do Gás Natural - CONPET/PETROBRAS  
 PROGUIMA Processamento de dados Ltda. – ME  
 PROSAB - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (Instituição FINEP)  
 PUC-RS Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
 QUALIX - Aterro Sanitário Sítio São João  
 QUALIX Serviços Ambientais Ltda.  
 Queiroz Galvão Energética SA  
 Quimatec Produtos Químicos  
 Quitaúna-Serviços S/C Ltda  
 Raia & Coelho Ltda. - Consultoria em Tratamento de Lixo  
 Rede Brasileira de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais - Rede Clima  
 REFAP S.A  
 RENOVA Soluções - Centro de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu  
 Retiro Velho Energética S.A.  
 RGE - Rio Grande Energia S/A  
 Riachão Energética S/A  
 Riacho Preto Energética S.A  
 Rialma Companhia Energética III S/A  
 Rialma Companhia Energética S/A  
 RIMA Industrial S.A  
 Rio do Sangue Energia S/A  
 Rio Glória Energética S/A  
 Rio Manhuaçu Energética S/A  
 Rio PCH - Neoenergia  
 Rio Pomba Energética S/A  
 Rio Sucuriu Energia S/A  
 Rio Verde Energia S/A  
 Rodnei Cassiano Todorow - ME  
 S/A  
 SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo  
 SADIA S/A. - Sustentabilidade  
 Salto Jauru Energética S/A  
 Samarco Mineração  
 SANEAGO - Saneamento de Goiás S/A.  
 SANEATINS - Companhia de Saneamento do Tocantins  
 SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná  
 Sanepav Engenharia, Saneamento e Pavimentação Ltda  
 SANESUL - Empresa de Saneamento do Mato Grosso do Sul S/A.  
 SANSUY S/A. Indústria de Plásticos  
 Santa Candida Açúcar e Alcool Ltda.  
 Santa Cruz Geração de Energia S/A.  
 Santa Cruz Power Corporation Usinas Hidroelétricas  
 Santa Cruz S.A. Açúcar e Álcool  
 Santa Fé Energética S/A.  
 Santa Gabriela Energética S/A  
 São Joaquim Energia S/A  
 São Pedro Energia S/A  
 São Simão Energia S/A  
 SAR - Superintendência de Aeronavegabilidade  
 Sarpi - Sistemas Ambientais Comercial Ltda  
 SASA - Sistemas Ambientais - ONYX  
 SATC - Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina  
 Scheide & Costa Ltda.  
 SDS - Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável/SC  
 SDS - Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável/AM  
 SEA - Secretaria de Estado do Ambiente/RJ  
 SEAMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/ES  
 Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos  
 Secretaria de Meio Ambiente, Cidades, Planejamento e Tecnologia MS

Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo - Instituto Geológico  
SECTMA - Secretaria Ciência & Tecnologia e Meio Ambiente/PE  
SECTMA - Secretaria de Ciência & Tecnologia e do Meio Ambiente/ PB  
SEDAM - Secretaria de Desenvolvimento Ambiental/RO  
SELURB - Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana  
SEMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais/AC  
SEMA - Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais MA  
SEMA - Secretaria Estado de Meio Ambiental e Recursos Hídricos/PR  
SEMA - Secretaria Estadual de Meio Ambiente/AP  
SEMA - Secretaria Estadual de Meio Ambiente/MT  
SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente/RS  
SEMA - Secretaria Executiva Ciência & Tecnologia e Meio Ambiental/PA  
SEMACE - Superintendência do Meio Ambiente/CE  
SEMAD - Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável/MG  
SEMAR - Secretaria Meio Ambiental e Recursos Hídricos/PI  
SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente/SE  
SEMARH - Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/BA  
SEMARH - Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/GO  
SEMARHN - Secretaria de Meio Ambiente Recursos Hídricos/AL  
SEMASA-Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André - Departamento de Resíduos Sólidos  
SENAI CIC/CETSAM PR (Centro de Tecnologia em Saneamento e Meio Ambiente)  
SEPLAN - Secretaria Recursos Hídricos e Meio Ambiente/TO  
SERQUIP Serviços, Construções e Equipamentos Ltda  
Serra Negra Energética S/A  
Sestini & Sestini Ltda. - ME  
Siderúrgica Barra Mansa S/A  
SIECESC - Sindicato da Indústria da Extração do Carvão de Santa Catarina  
SIIF Cinco Geração e Comércio de Energia  
Silcon Ambiental Ltda  
SILCON Comercial em Santos  
SILCON PTR Comércio e Administração  
SILCON PTR Espírito Santo  
SILCON PTR Juquiá  
SILCON PTR Mauá  
SILCON PTR Paulínia  
SILCON PTR Santos  
SIR - Sindicato Nacional da Indústria de Refratários  
Sistema de Transmissão Nordeste  
SMA - Secretaria Estadual de Meio Ambiente/ SP  
SNIC - Sindicato Nacional da Indústria do Cimento  
SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento  
SOMA - Secretaria da Ouvidoria - Geral e do Meio Ambiental/CE  
SPE Alto Irani Energia S/A  
SPE Plano Alto Energia S/A  
STC - Sistema de Transmissão Catarinense S/A.  
Stemag Engenharia e Construções Ltda  
STERLIX Ambiental Tratamento de Resíduos Ltda  
SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente/PB  
SUEZ AMBIENTAL  
Sul Transmissora de Energia  
Suzano Papel e Celulose  
Tangará Energia S/A.  
TB Serviços, Transporte, Limpeza, Gerenciamento e Recursos Humanos Ltda  
TECIPAR  
TECIPAR Com. e Adm.  
Tecipar Engenharia e Meio Ambiente Ltda  
Tecna Sistemas Ltda.- ME  
Tecno Lara Tratamento de Efluentes  
Tecnometal Engenharia e Construções Mecânica Ltda  
Termocabo S/A.  
Termoelétrica Itaenga Ltda  
Termopernambuco S/A  
Terraplena Ltda  
The Nature Conservancy - TNC  
Tocantins Energética S/A  
Torre Empreendimento Ltda  
Tractebel Energia S/A  
TRANSFORMA - Engenharia do Meio Ambiente  
Trans-lix Transportes e Serviços Ltda  
Transmissora Sudeste Nordeste S/A.  
Transresíduos Transportes de Resíduos Industriais Ltda  
TRIBEL  
TRIBEL Comercial em São Paulo  
TRIBEL Tratamento de Resíduos Industriais de Belford Roxo Ltda  
Tupan Energia Elétrica S/A  
UGMC-Unidade Gestora de Mudanças Climáticas e Unidades de Conservação  
Uirapuru Transmissora de Energia S/A.  
UNESP - Universidade Estadual Paulista (Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias)  
União da Indústria de Cana-de-açúcar - Única  
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas  
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Geociências - Departamento de Geografia - LECLIG - Laboratório de Estudos Climáticos IG/UNICAMP  
UNIFACS - Universidade Salvador - Bahia  
Unileste Engenharia S/A  
Universidade de São Paulo - Pirassununga

Universidade de São Paulo - USP  
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG  
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS  
URBAM - Urbanizadora Municipal S/A.  
Usian Barralcool S/A  
Usian Cururipe açúcar e Álcool S/A  
Usian de Açúcar Santa Terezinha - Tapejara  
USIMINAS-Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A  
Usina Alta Mogiana S/A Açúcar e Álcool  
Usina Alto Alegre S/A  
Usina Barra Grande de Lençóis S.A.  
Usina Boa Vista  
Usina Cerradinho Açúcar e Álcool  
Usina Colombo S/A Açúcar e Álcool  
Usina Mandu S/A  
Usina Petribú S/A  
Usina Santa Adélia S/A  
Usina Santa Isabel  
Usina São Domingos-Açúcar e Álcool S/A  
Usina São Luiz S/A.  
Usina São Martinho  
Usina Termelétrica Norte Fluminense S/A.  
Usina Termo Elétrica Iolando Leite Ltda  
USP - Faculdade de Saúde Pública

USP - Universidade de São Paulo (Escola Superior de Agro-  
nomia "Luiz de Queiroz" - ESALQ - Departamento de  
Produção Animal)  
UTE Termocabo  
V&M -Vallourec e Mannesmann Tubes  
Vale dos Ventos Geradora Eólica S/A  
VALE SUL  
Várzea do Juba Energética S/A  
Vega Engenharia Ambiental S/A  
Vêneto Energética S/A  
VEOLIA Administração  
VEOLIA Resicontrol  
VEOLIA Sasa  
Veracel Celulose S/A  
Viasolo Engenharia Ambiental S/A  
Vista Alegre Açúcar e Álcool Ltda  
Vital Engenharia Ambiental S/A  
Viva Ambiental e Serviços Ltda  
Votorantim Cimentos Brasil  
Votorantim Cimentos N/NE S.A.  
Votorantim Metais  
Votorantim Metais Zinco S.A.  
VSB -Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil  
WHITE MARTINS/PRAXAIR  
Zona da Mata Geração S.A.

## Símbolos, siglas y abreviaturas

a.a - al año

AAE - Agencia para Aplicación de Energía

ABAL - Asociación Brasileña del Aluminio

ABC - Academia Brasileña de Ciencias

ABC/MRE - Agencia Brasileña de Cooperación /  
Ministerio de Relaciones Exteriores

ABCM - Asociación Brasileña del Carbón Mineral

ABCP - Asociación Brasileña de Cemento Portland

ABEER - Asociación Brasileña de Energía Renovable y  
Eficiencia Energética

ABEGÁS - Asociación Brasileña das Empresas Distribuidoras  
de Gas Canalizado

ABEMA - Asociación Brasileña de las Entidades de Medio  
Ambiente

ABETRE - Asociación Brasileña de Empresas de Tratamiento  
de Residuos

ABIA - Asociación Brasileña de las Industrias de  
Alimentación

ABIC - Asociación Brasileña de la Industria del Café

ABIOVE - Asociación Brasileña de las Industrias de Aceites  
Vegetales

ABIP - Asociación Brasileña de la Industria de Panificación  
y Confeitería

ABIQUIM - Asociación Brasileña de la Industria Química

Abn Amro Real (*Algemene Bank Nederland; Amsterdam-  
Rotterdam Bank*) - Banco General de los Países Bajos

ABNT - Asociación Brasileña de Normas Técnicas

ABPC - Asociación Brasileña de los Productores de Cal

ABRABE - Asociación Brasileña de Bebidas

ABRAFE - Asociación Brasileña de los Productores de  
Hierros de Alta Liga y de Silicio Metálico

ABRASCO - Asociación Brasileña de Postgraduación en  
Salud Colectiva

ABRELPE - Asociación Brasileña de Empresas de Limpieza  
Pública y Residuos Especiales

Abrelpe - Asociación Brasileña de Empresas de Limpieza  
Pública y Residuos Especiales

AC - Acre

ACSYS (*Arctic Climate System Study*) - Estudio del Sistema  
del Clima Ártico

AEG (*applied intersectoral overall balance model*)

AIA - Evaluación de Impacto Ambiental

AIACC (*Assessment of Impacts and Adaptation to Climate  
Change*) - Evaluación de Impactos y Adaptación al Cambio  
Climático

AIDS (*Acquired Immune Deficiency Syndrome*) - Síndrome de  
Inmunodeficiencia Adquirida

AIE - Agencia Internacional de Energía

AL - Alagoas

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - alúmina

ALADI - Asociación Latinoamericana de Integración

ALALC - Asociación Latinoamericana de Libre Comercio

Albras - Aluminio Brasileño S.A

Alumar - Consorcio de Aluminio de Maranhão

AM - Amazonas

AM - Reserva de Desarrollo Sustentable Amanã

AMC (*Atmospheric Mesoscale Campaign*)

AMS - Asistencia Médico Sanitaria

ANA - Agencia Nacional de Aguas

ANAC - Agencia Nacional de Aviación Civil

ANAMMA - Asociación Nacional de Municipios y Medio  
Ambiente

AND - Autoridad Nacional Designada

ANEEL - Agencia Nacional de Energía Eléctrica

Anfavea - Asociación Nacional de Fabricantes de  
Vehículos Automotores

ANP - Agencia Nacional de Petróleo, Gas Natural y  
Biocombustibles

ANTAQ - Agencia Nacional de Transportes Acuaviarios

ANTP - Asociación Nacional de Transportes Públicos

ANTT - Agencia Nacional de Transportes Terrestres

AP - Amapá

APA - Áreas de Protección Ambiental

AR4 - (*IPCC Fourth Assessment Report*)

Arebop - Asociación Nacional de las Empresas de Reciclaje  
de Neumáticos y Artefactos de Goma

ARGOS (*Advanced Research and Global Observation Satellite*)

- Satélite de Investigación Avanzada y Observación Global

ARIE - Áreas de Relevante Interés Ecológico

ARPA - Áreas Protegidas de la Amazonia

ASTM (*American Society for Testing Materials*) - Sociedad

Americana para el Ensayo de Materiales

Atlas (*Autonomous Temperature Line Aquisition System*)

B2 - Biodiesel 2%

B5 - Biodiesel 5%

B100 - Biodiesel puro

BA - Bahia

BAMS (*Bulletin of the American Meteorological Society*) -

Boletín de la Sociedad Americana de Meteorología

BANIF - Banco Internacional de Funchal

BASA - Banco de la Amazonia S.A.

BB - Banco de Brasil S.A.

bbl - barril de petróleo

BEN - Balance Energético Nacional

bep - barril equivalente de petróleo

BEU - Balance de Energía Útil

BID - Banco Interamericano de Desarrollo  
 BIG - Banco de Informaciones de Generación  
 BIG-GT (*Biomass Integrated Gasification - Gas Turbine*) - Gasificación Integrada de Biomasa - Turbina a Gas  
 BM - Banco Mundial  
 BM&F - Bolsa de Mercaderías & Futuros  
 BNB - Banco del Nordeste de Brasil S. A.  
 BNDES - Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social  
 BOVESPA - Bolsa de Valores de São Paulo  
 BR - Brasil  
 BRACELPA - Asociación Brasileña de Celulosa y Papel  
 Bradesco - Banco Brasileño de Descuentos  
 BRAMS (*Brazilian Regional Atmospheric Modelling System*) - Sistema Brasileño de Modelado Atmosférico Regional  
 BTU (*British Thermal Unit*) - Unidad Térmica Británica  
 C - carbono  
 $C_2F_6$  - hexafluoretano  
 C40 - Grupo de grandes ciudades mundiales comprometidas a combatir el cambio climático  
 $CaC_2$  - carbureto de calcio  
 $CaCO_3$  - calcáreo  
 CAF - Corporación Andina de Fomento  
 CAN - Comunidad Andina  
 CANAMBRA - Consorcio de Consultores Canadienses, Norteamericanos y Brasileños  
 $Ca(OH)_2$  - cal hidratado  
 CAP - circunferencia a la altura del pecho  
 CAPES - Coordinación de Perfeccionamiento del Personal de Nivel Superior  
 CAR - Registro Ambiental Rural  
 CARBONCYCLE (*Brazilian-European Study of the Carbon Cycle of Amazônia*)  
 CATHALAC - Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe  
 CATIE - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
 CATT (*Coupled Aerosol and Tracer Transport model*)  
 CBA - Compañía Brasileña de Aluminio  
 CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*)  
 cc - centímetro cúbico  
 CC - Comité Científico  
 CCC - Cuenta de Consumo de Combustibles  
 CCD (*charge-coupled device*)  
 CCD - Satélites del INPE-CBERS  
 CCIR - Certificado de Registro de Inmueble Rural  
 CC-LBA - Comité Científico del LBA  
 CCP (*Cities for Climate Protection*) - Ciudades por la Protección del Clima  
 CCS (*Carbon Capture and Storage*) - Captura y almacenamiento de carbono  
 CCST - Centro de Ciencia del Sistema Terrestre  
 CDB - Certificado de Depósito Bancario  
 CDE - Cuenta de Desarrollo Energético  
 CDM - (*Clean Development Mechanism*) - Mecanismo de Desarrollo Limpio  
 CE - Ceará  
 CEBDS - Consejo Empresarial Brasileño para el Desarrollo Sustentable  
 CEF - Caja Económica Federal  
 CEFET - Centro Federal de Educación Tecnológica  
 CEMIG - Centrales Eléctricas de Minas Gerais  
 CEMPRESA - Compromiso Empresarial para el Reciclaje  
 CENAL - Comisión Nacional del Alcohol  
 CENBIO - Centro de Referencia en Biomasa  
 CENPES - Centro de Investigaciones y Desarrollo Leopoldo Américo Miguez  
 CEPAC - Centro de Investigaciones sobre Almacenamiento del Carbono  
 CEPAL - Comisión Económica para América Latina y el Caribe  
 CEPED - Centro de Investigaciones y Desarrollo  
 CEPTEL - Centro de Investigaciones de Energía Eléctrica  
 CERPCH - Centro de Referencia en Pequeñas Centrales Hidroeléctricas  
 CESP - Compañía Energética de São Paulo  
 CET - Compañía de Ingeniería de Tránsito  
 CETESB - Compañía de Tecnología de Saneamiento Ambiental del Estado de São Paulo  
 $CF_4$  - tetrafluorometano  
 CFC - clorofluorcarbonos  
 CFE - Consumo Final de Energía  
 CGEE - Centro de Gestión y Estudios Estratégicos  
 CGMC - Coordinación General de Cambios Globales de Clima  
 $CH_4$  - metano  
 CHO - Aldehídos  
 CI - Conservación Internacional  
 CICE - Comité Interno de Conservación de Energía  
 CIDE - Contribución de Intervención en el Dominio Económico  
 CIDES - Comisión Interministerial de Desarrollo Sustentable  
 CIIFEN - Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño  
 CIM - Comité Interministerial de Cambio Global del Clima  
 CIMA - Consejo Interministerial del Azúcar y del Alcohol  
 CIMGC - Comisión Interministerial de Cambio Global del Clima  
 CIRM - Comisión Interministerial para los Recursos del Mar  
 CITES - Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de la Fauna salvaje y la Flora  
 CLAIRE (*Cooperative LBA Airborne Regional Experiment*)  
 CLIMAPEST - Impactos de los Cambios Climáticos Globales sobre Problemas Fitosanitarios  
 CLIVAR (*Research Program on Climate Variability and Predictability for 21st Century*) - Programa de Investigación

sobre Variabilidad y Previsibilidad Climática para el Siglo 21  
 cm - centímetro  
 CMN - Consejo Monetario Nacional  
 CMNUCC - Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático  
 CMP (*Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol*) - Conferencia de las Partes en calidad de Reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto  
 CNAL - Consejo Nacional del Alcohol  
 CNEN - Comisión Nacional de Energía Nuclear  
 CNFP - Registro Nacional de Bosques Públicos  
 CNIJMA - Conferencia Nacional Infanto-juvenil por el Medio Ambiente  
 CNMA - Conferencia Nacional de Medio Ambiente  
 CNP - Consejo Nacional del Petróleo  
 CNPE - Consejo Nacional de Política Energética  
 CNPq - Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico  
 CNT - Confederación Nacional del Transporte  
 CO - monóxido de carbono  
 CO<sub>2</sub> - dióxido de carbono  
 COc - monóxido de carbono corregido  
 CO<sub>2</sub>e - CO<sub>2</sub> equivalente  
 COÉLBA - Compañía Eléctrica de Bahia  
 COELCE - Compañía Eléctrica de Ceará  
 COFA - Comité Orientador del Fundo Amazonia  
 Cofins - Contribución para el Financiamiento de la Seguridad Social  
 COGEN - Asociación de la Industria de Cogeneración de Energía  
 COIAB - Coordinación de las Organizaciones Indígenas de la Amazonia Brasileña  
 Comar - Comité Metropolitano del Aire Limpio  
 Comgas - Compañía de Gas de São Paulo  
 CONAB - Compañía Nacional de Abastecimiento  
 CONAMA - Consejo Nacional de Medio Ambiente  
 Conapa - Comité Nacional de Investigaciones Antárticas  
 Confea - Consejo Federal de Ingeniería, Arquitectura y Agronomía  
 CONPET - Programa Nacional de la Racionalización del Uso de los Derivados del Petróleo y del Gas Natural  
 CONSERVE - Programa de Uso Eficiente de Energía  
 CONTRAN - Consejo Nacional de Tránsito  
 COP (*Conference of the Parties*) - Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático  
 COPEL - Compañía Eléctrica de Paraná  
 Copersucar - Cooperativa de los Productores de Caña, Azúcar y Alcohol del Estado de São Paulo  
 COPPE/UFRJ - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Posgraduación e Investigación en Ingeniería de la UFRJ  
 COPPETEC - Coordinación de Proyectos, Investigaciones y

Estudios Tecnológicos  
 CORINAIR - Inventario de Emisiones Atmosféricas para Europa  
 COVDM - Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano  
 CP (*Conference of the Parties*) - Conferencia de las Partes  
 CPC - Centro Polar y Climático  
 CPDS - Comisión de Políticas de Desarrollo Sustentable de la Agenda 21 Nacional  
 CPFL - Compañía Paulista de Fuerza y Luz  
 CPLP - Comunidad de Países de Lengua Portuguesa  
 CPTec - Centro de Previsión del Tiempo y Estudios Climáticos del INPE  
 CREA - Consejo Regional de Ingeniería, Arquitectura y Agronomía  
 CRESESB - Centro de Referencia en Energía Solar y Eólica  
 CRN (*Collaborative Research Network Program*) - Rede Colaborativa de Investigación  
 CSI - (*Cement Sustainability Initiative*)  
 CSIR (*Council for Scientific and Industrial Research*) - Consejo para la Investigación Científica e Industrial  
 CSP (*Concentrated Solar Power*) - Energía Solar Concentrada  
 CT&I - Ciencia, Tecnología e Innovación  
 CTA - Centro Técnico Aeroespacial  
 CTB - Código de Tránsito Brasileño  
 CTBE - Centro de Ciencia y Tecnología del Bioetanol  
 CTC - Centro de Tecnología Copersucar  
 CTFA - Comité Técnico del Fondo Amazonia  
 CTL - (*Coal-to-liquid*)  
 CT-Petro - Fondo Sectorial de Petróleo y Gas Natural  
 d - día  
 DAP - diámetro a la altura del pecho  
 DBO - Demanda Bioquímica de Oxígeno  
 DCP - Documento de Concepción de Proyecto  
 DEA - Diethanolamine  
 Degrad - Mapeo de Áreas Degradadas  
 DEPV - Departamento de Control del Espacio Aéreo  
 DETER - Sistema de Detección de Deforestación en Tiempo Real  
 DETEX - Proyecto de Mapeo de Explotación Selectiva de Madera  
 DETRAN - Departamento Estadual de Tránsito  
 DF - Distrito Federal  
 DHN - Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina  
 DIS (*Data and Information Sytem*) - Sistema de Datos e Informaciones  
 DMC (*Disaster Monitoring Constellation*)  
 DNAEE - Departamento Nacional de Aguas y Energía Eléctrica  
 DNPM - Departamento Nacional de Producción Mineral  
 DPA - División Político-Administrativa de Brasil  
 DSS (*decision support system*) - sistema de apoyo a la decisión

e&e – Economía y Energía  
E&P – Explotación y Producción  
E.L.R. - Ciclo Europeo de Respuesta en Carga  
E.S.C - Ciclo Europeo en Régimen Constante  
E.T.C. - Ciclo Europeo en Régimen  
E22 - Gasolina mezclada con un 22% de etanol  
EC – (*European Community*) – Comunidad Europea  
ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*)  
ECO – Módulo LBA-ECO  
EE.UU. – Estados Unidos de América  
EIA – Estudio de Impacto Ambiental  
EIRD – Estrategia Internacional de Reducción de Desastres  
EJA – Educación de Jóvenes y Adultos  
ELETROBRAS – Centrales Eléctricas Brasileñas S.A.  
ELETRONORTE – Centrales Eléctricas del Norte de Brasil S.A.  
Eletronuclear - Electrobras Termonuclear S.A.  
ELETROPAULO – Electricidad de São Paulo S.A.  
EMBC – Economía del Cambio Climático en Brasil  
EMBRAPA – Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria  
EMTU/SP - Empresa Metropolitana de Transporte Urbano de São Paulo  
ENOS – El Niño Oscilación Sur  
ENSO (*El Niño Southern Oscillation*) – El Niño Oscilación Sur  
EOD – Entidad Operacional Designada  
EPAGRI – Empresa de Investigación Agropecuaria y Extensión Rural de Santa Catarina  
EPE – Empresa de Investigación Energética  
EPS - espumas de poliestireno  
ES – Espíritu Santo  
ESCO's (*Energy Saving Companies*) – Empresas de Servicios de Conservación de Energía  
EsEc – Estaciones Ecológicas  
ESF – Estrategia Salud de la Familia  
ESSP (*Earth System Science Partnership*) – Cooperación del Sistema de Ciencias de la Tierra  
ETA – h (letra griega)  
Etanol E100 - 100% Etanol Hidratado  
EUSTACH (*European Studies on Trace Gases and Atmospheric Chemistry*)  
EVAP (*Evaporative Emission Control*)  
FAB – Fuerza Aérea Brasileña  
FAO (*Food and Agriculture Organisation*) – Organización das Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación  
FAPERJ - Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de Rio de Janeiro  
FAPESP – Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de São Paulo  
FAPESPA – Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de Pará  
FAPEX – Fundación de Apoyo a la Investigación y Extensión  
FBDS – Fundación Brasileña para el Desarrollo Sustentable  
FBMC – Fórum Brasileiro de Cambios Climáticos  
FBOMS – Fórum Brasileiro de ONG's e Movimentos Sociais  
FBPN - Fundación "O Boticário" de Protección a la Naturaleza  
FCCC (*Framework Convention on Climate Change*) – Convención Marco sobre Cambio Climático  
FEALQ – Fundación de Estudios Agrarios Luiz de Queiroz  
Febraban – Federación Brasileña de Bancos  
FEEMA – Fundación Estadual de Ingeniería del Medio Ambiente  
Fetranspor – Federación de Transportes de Pasajeros Urbanos del Estado de Rio de Janeiro  
FGV/SP – Fundación Getúlio Vargas/São Paulo  
FIESP – Federación de las Industrias del Estado de São Paulo  
FIFA (*Fédération Internationale de Football Association*) – Federación Internacional de Fútbol  
FINEP – Financiadora de Estudios y Proyectos  
FIOCRUZ – Fundación Oswaldo Cruz  
Flonas – Bosques Nacionales  
FNDE – Fondo Nacional de Desarrollo de la Educación  
FNDF - Fondo Nacional de Desarrollo Forestal  
FNMA - Fondo Nacional del Medio Ambiente  
FNMC – Fondo Nacional sobre Cambio Climático  
FOB (*Free on Board*) – Libre a Bordo  
FPSO (*Floating Production Storage and Offloading*)  
Funai – Fundación Nacional del Indio  
Funasa - Fundación Nacional de Salud  
Funatura - Fundación Pro-Naturaleza  
Funbio - Fondo Brasileño para la Biodiversidad  
Funcate – Fundación de Ciencia, Aplicaciones y Tecnología Espaciales  
FUNCEME – Fundación Cearense de Meteorología  
Fundo InfraBrasil – Fondo de inversión en infraestructura con sistema de gestión ambiental  
FURNAS – Furnas Centrales Eléctricas S.A.  
g – gramo  
G-7 – Grupo de los Siete  
G-77 – Grupo de los Setenta y Siete  
GAIM (*Global Analysis, Integracion, and Modelling*) – Análisis Global, Interpretación y Modelado  
Gasolina E22 – Gasolina mezclada con un 22% de etanol  
GCE - Cámara de Gestión de la Crisis de Energía Eléctrica  
GCM's (*general circulation models*) – modelos de circulación general  
GCOS (*Global Climate Observing System*) – Sistema de Observación del Clima Global  
GCTE (*Global Change and Terrestrial Ecosystems*) – Cambio Global y Ecosistemas Terrestres  
GEI – Gases de Efecto Invernadero  
GEF (*Global Environment Facility*) – Fondo Global para el Medio Ambiente  
GESis – Gestión Estratégica de Sistemas Agroindustriales

GEWEX ( <i>Global Energy and Water Cycle Experiment</i> ) – Experimento de los Ciclos Globales de Agua y Energía	Corporación Bancaria de Hong Kong y Xangai
GEx – Grupo Ejecutivo sobre Cambio Climático	I/M – Inspección y Mantenimiento de Vehículos
Gg – gigagramo (10 <sup>9</sup> g o mil toneladas)	IABr – Instituto Acero Brasil
GISS ( <i>Goddard Institute for Space Studies</i> ) – Instituto Goddard de Estudios Espaciales	IAC – Instituto Agronómico de Campinas
Gj – Gigajoule	IAEA ( <i>International Atomic Energy Agency</i> ) – Agencia Internacional de Energía Atómica
GLP – Gas Licuado de Petróleo	IAG – Instituto de Astronomía, Geofísicas y Ciencias Atmosféricas
GNL – Gas Natural Líquido	IAI – Instituto Interamericano para Investigaciones en Cambios Globales
GO – Goiás	IAPAR – Instituto Agronómico de Paraná
GOALS ( <i>Global Ocean-Atmosphere-Land System</i> ) – Sistema Global Océano-Tierra-Atmosfera	IBAMA – Instituto Brasileño del Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables
GOES ( <i>Geostationary Operational Environmental Satellite</i> )	IBAS – India, Brasil y Sudáfrica
GOF-UK – Gobierno Británico	IBDF – Instituto Brasileño de Desarrollo Forestal
GOOS ( <i>Global Ocean Observing System</i> ) – Sistema de Observación Oceánica Global	IBGE – Fundación Instituto Brasileño de Geografía y Estadística
GPC ( <i>Global Producing Center</i> ) – Centro Productor Global	IBIS ( <i>Integrated Biosphere Simulator</i> )
GPM ( <i>Global Precipitation Measurement</i> ) – Mensuración de Precipitación	IBSA – India, Brasil y Sudáfrica
GPMC – Grupo de Investigación en Cambio Climático	ICLEI ( <i>International Council for Local Environmental Initiatives</i> ) – Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales
GT – Grupo de Trabajo	ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservación de la Biodiversidad
GTA – Grupo de Trabajo Amazónico	ICMS – Impuesto sobre Circulación de Mercaderías y Servicios
GTI – Grupo de Trabajo Interministerial	ICP ( <i>International Comparison Programme</i> )
GTL – ( <i>Gas-to-Liquid</i> )	ICSU – Consejo Internacional de las Uniones Científicas
GTP – ( <i>Global Temperature Potential</i> )	IDB – Indicadores y Datos Básicos de Brasil
GTZ – Agencia de Cooperación Técnica Alemana	IDB/SUS – Indicadores y Datos Básicos del Sistema Único de Salud
GW – gigawatt	IDH – Índice de Desarrollo Humano
GWh – gigawatt hora	IEA ( <i>International Energy Agency</i> ) – Agencia Internacional de Energía
GWP ( <i>Global Warming Potential</i> ) – Potencial de Calentamiento Global	IEA/USP – Instituto de Estudios Avanzados de la Universidad de São Paulo
GWSP ( <i>Global Water System Project</i> ) – Proyecto sobre el Sistema Global del Agua	IES – Instituciones de Enseñanza Superior
h – hora	IFC ( <i>International Finance Corporation</i> ) – Corporación Financiera Internacional
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – ácido sulfúrico	IGAC ( <i>International Global Atmospheric Chemistry</i> ) – Química Atmosférica Global Internacional
ha – hectárea	IGBP ( <i>International Geosphere-Biosphere Programme</i> )
hab – habitantes	IGCC ( <i>Integrated Gasification Combined Cycle</i> )
HadCM3 ( <i>Hadley Centre Global Model</i> ) – Modelo global del Hadley Center	ILAFA – Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero
H-Bio – Tecnología Petrobrás para Producción de Diesel Renovable	IMAZON – Instituto del Hombre y el Medio Ambiente de la Amazonia
HC – hidrocarburo	INB – Industrias Nucleares de Brasil
HCFC – hidroclorfluorocarbonos	INCRA – Instituto Nacional de Colonización y Reforma Agraria
HCFC-22 – hidroclorfluorocarbono-22	INCT – Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología
HDT – Unidades de Hidrotratamiento	INEA – Instituto Estadual del Ambiente
HEAT ( <i>Harmonized Emissions Assessment Tool</i> )	INEP – Instituto Nacional de Estudios e Investigaciones
HFC-134a – hidrofluorcarbono-134a	
HFC-23 – hidrofluorcarbono-23	
HFCs – hidrofluorcarbonos	
HNO <sub>3</sub> – ácido nítrico	
HRC ( <i>High Resolution Camera</i> )	
HS – Hemisferio Sur	
HSBC ( <i>Hong Kong and Shanghai Banking Corporation</i> ) –	



Educativas Anísio Teixeira  
 INLAND (*Integrated Land Model*) - Modelo componente de superficie  
 INMET - Instituto Nacional de Meteorología  
 Inmetro - Instituto Nacional de Metrología, Normalización y Calidad Industrial  
 INPA - Instituto Nacional de Investigación en la Amazonia  
 INPE - Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales  
 IOS - Índice de Oscilación Sur  
 IOUSP - Instituto Oceanográfico de la Universidad de São Paulo  
 IPAM - Instituto de Investigaciones de la Amazonia  
 IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)  
 IPEA - Instituto de Investigación Económica Aplicada  
 IPEN - Instituto de Investigaciones Energéticas y Nucleares  
 IPI - Impuesto sobre Productos Industrializados  
 IQE - Índice Municipal de Calidad Educativa  
 IQM - Índice Municipal de Calidad del Medio Ambiente  
 IQS - Índice Municipal de Calidad de la Salud  
 IRD (*Institut de recherche pour le développement*) - Instituto de Investigaciones para el Desarrollo  
 ISA - Instituto Socioambiental  
 ISE - Índice de Sustentabilidad Empresarial  
 ITR - Impuesto sobre la Propiedad Territorial Rural  
 IVC - Índice de Vulnerabilidad Climática  
 IVD - Índice de Desertificación  
 IVED - Índice de Vulnerabilidad Económico-Demográfico  
 IVG - Índice de Vulnerabilidad General  
 IVS - Índice de Vulnerabilidad de Salud  
 IVSE - Índice de Vulnerabilidad Socioeconómica  
 JBIC (*Japan Bank for International Cooperation*) - Banco Japonés para Cooperación Internacional  
 JMA (*Japan Meteorological Agency*) - Agencia Meteorológica Japonesa  
 kcal - kilocaloría  
 KfW - Banco de Crédito para la Reconstrucción y el Desarrollo Alemán  
 kg - kilogramo  
 km - kilómetro  
 km<sup>2</sup> - kilómetro cuadrado  
 kmLC - kilómetro de línea de costa  
 kW - kilowatt  
 kWh - kilowatt-hora  
 kWp - kilowatt - pico  
 KWU (*Kraftwerk Union A.G.*)  
 l o L - litro  
 LAMEPE - Laboratorio de Meteorología de Pernambuco  
 LANDSAT (*Land Remote Sensing Satellite*)  
 lb - libra  
 LBA - Programa a Grande Escala de la Biósfera-Atmósfera en la Amazonia  
 LC - línea de costa  
 LDB - Ley de Directrices y Bases de la Educación Nacional  
 LDCs (*Least Developed Countries*) - Países Menos Desarrollados  
 LFC - lámparas fluorescentes compactas  
 LGN - líquido de gas natural  
 LPB (*La Plata watershed*) - Cuenca del Plata  
 LUCF (*Land-use change and forestry*) - Cambio del Uso de la Tierra y Bosques  
 LULUCF (*Land use, Land-use change and forestry*) - Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Bosques  
 m - metro  
 M - millón  
 m<sup>2</sup> - metro cuadrado  
 m<sup>3</sup> - metro cúbico  
 MA - Maranhão  
 MAA - media aritmética anual  
 MAPA - Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento  
 MBSCG - Modelo Brasileño del Sistema Climático Global  
 MCid - Ministerio de las Ciudades  
 MCR - Modelo Climático Regional  
 MCT - Ministerio de Ciencia y Tecnología  
 MDA - Ministerio de Desarrollo Agrario  
 mdc - máximo divisor común  
 MDIC - Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior  
 MDL - Mecanismo de Desarrollo Limpio  
 MDT - Modelo Digital de Terreno  
 MEA - monoetanolamina  
 MEC - Ministerio de Educación  
 MERCOSUR - Mercado Común del Cono Sur  
 METEOSAT - Satélites Meteorológicos Geoestacionarios Operados por EUMETSAT  
 MF - Ministerio de Economía  
 mg - miligramo  
 MG - Minas Gerais  
 MGA - media geométrica anual  
 MgCO<sub>3</sub> - dolomita  
 MI - Ministerio de Integración Nacional  
 MIC - Ministerio de Industria y Comercio  
 MICT - Ministerio de Industria, de Comercio y de Turismo  
 MJ - megajoules  
 MJ - Ministerio de la Justicia  
 mm - milímetro  
 mm/día - Milímetros por día  
 MMA - Ministerio de Medio Ambiente  
 MME - Ministerio de Minas y Energía  
 MN - Monumentos Naturales  
 MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*)  
 MOM - Masa en Orden de Marcha  
 MP - material particulado  
 MPEG - Museo Paraense Emílio Goeldi

MPOG – Ministerio de Planificación, Presupuesto y Gestión	OOCP ( <i>Oceans Observations Climate Panel</i> )
MRE – Ministerio de Relaciones Exteriores	OVEG – Programa Nacional de Energía de Aceites Vegetales
MS – materia seca	P & D – Investigación y Desarrollo
MS – Mato Grosso do Sul	P,D&I – investigación, desarrollo e innovación
MT – Mato Grosso	P.E.A. – población económicamente activa
MT – Ministerio de Transportes	PA – Pará
MVC – cloreto de vinilo	PAC – Programa de Aceleración del Crecimiento
MVE – Masa del Vehículo para Ensayo (= MOM + 136 kg)	PACD – Plan de Acción y Combate a la Desertificación
MW – megawatt	PAGES ( <i>Past Global Changes</i> ) – Cambios Globales Pasados
MWh – megawatt hora	PAN-Brasil – Programa Nacional de Combate a la Desertificación y Mitigación de los Efectos de la Sequía
N – nitrógeno	PARNA's – Parques Nacionales
N – Norte	PB – Plomo
n.a. ( <i>not available</i> ) – no disponible	PB – Paraíba
nº – número	PBE – Programa Brasileño de Etiquetado
N <sub>2</sub> O – óxido nitroso	PBMC – Panel Brasileño de Cambios Climáticos
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – barrilla	PBT – Peso Bruto Total
Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> – criolita	PCD – Plataforma de Colecta de Datos
NAE – Núcleo de Asuntos Estratégicos de la Presidencia de la República	PCHs – Pequeñas Centrales Hidroeléctricas
NAMAs ( <i>Nationally Appropriate Mitigation Actions</i> ) – Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas	PCI – poder calorífico inferior
NASA ( <i>National Aeronautics &amp; Space Administration</i> )	PCPV – Planes de Control de la Polución por Vehículos en Uso
NBR – Norma brasileña	PCS – poder calorífico superior
nd – no disponible	PD – Proyectos Demostrativos
NE – Noreste	PD/A – Proyectos Demostrativos Tipo A
NH <sub>3</sub> – amonio	PD/I – Proyectos Demostrativos Indígenas
Nm <sup>3</sup> ( <i>normal cubic meter</i> ) – metro cúbico normal	PDE – Plan de Desarrollo de la Educación
NNW – norte noroeste	PDEE – Plan Decenal de Expansión de Energía Eléctrica
NO – Noroeste	PE – Pernambuco
NO – óxido de nitrógeno	PEAD – Polietileno
NO <sub>2</sub> – dióxido de nitrógeno	PEBD – Polietileno de Baja Densidad
NOAA ( <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> ) – Administración Nacional Atmosférica y Oceánica de Estados Unidos	PELBD – Polietilenos lineares de baja densidad
NO <sub>x</sub> – óxidos de nitrógeno	PEM ( <i>Proton Exchange Membrane</i> ) – Membrana para Cambio de Protones
Nuclen – Nuclebras Ingeniería	PEMFC ( <i>Proton Exchange Fuel Cell</i> ) – Célula de Combustible tipo Membrana Conductora de Protones
NUCLEP – Nuclebras Equipamientos Pesados S.A.	PER – percloroetileno
O <sub>3</sub> – ozono	PET – polietileno tereftalato
°C – grados celsius	PETROBRAS – Petróleo Brasileño S.A.
OCDE – Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico	PFC – perfluorocarbonos
ODM – Objetivo de Desarrollo del Milenio	PFMCG – Programa de FAPESP de Investigaciones en Cambios Climáticos Globales
OEG – Orientaciones Estratégicas del Gobierno	pH – potencial hidrogénico
OEMA – Órganos Ejecutivos Estaduales y Municipales de Medio Ambiente	PI – Piauí
OIE – Oferta Interna de Energía	PIA – Investigación Industrial Anual
OIEE – Oferta Interna de Energía Eléctrica	PIA – Productores Independientes Autónomos
OMM – Organización Meteorológica Mundial	PBI – Producto Bruto Interno
OMS – Organización Mundial de la Salud	PBI/Capita – Producto Bruto Interno <i>per capita</i>
ONG's – Organizaciones No Gubernamentales	PICE – Programa de Integración y Cooperación Económica
ONS – Operador Nacional del Sistema	PIN – Programa de Integración Nacional
ONU – Organización de las Naciones Unidas	PIRATA ( <i>Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic</i> ) – Red Piloto de Investigación en el Atlántico Tropical

PIS – Programa de Integración Social  
 PLC (*Population per Length of Coastline*) – Población a lo Largo de la Línea de la Costa  
 PMEL (*Pacific Marine Environmental Laboratory*) – Laboratorio Ambiental Marino del Pacífico  
 PNA (*Pacific North America*) – América del Norte/Pacífico  
 PNAD – Investigación Nacional por Muestra de Domicilios  
 PNE – Plan Nacional de Energía  
 PNEA – Política Nacional de Educación Ambiental  
 PNGC – Plan Nacional de Gerenciamiento Costero  
 PNLT – Plan Nacional de Logística de Transportes  
 PNMC – Política Nacional sobre Cambio Climático  
 PNPB – Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiesel  
 PNQA – Plan Nacional da Calidad del Aire  
 PNSB – Investigación Nacional de Saneamiento Básico  
 PNUD – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo  
 PNUMA – Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente  
 POAG – Plan de Optimización de Gas  
 Poloamazônia – Programas de Polos Agropecuarios y Agrominerales en la Amazonia  
 PPA – Plan Plurianual  
 PPC – Paridad de Poder de Compra  
 PPCDAM – Plan de Acción para la Prevención y Control de la Deforestación en la Amazonia Legal  
 PPCerrado – Plan de Acción para la Prevención y Control de la Deforestación y de las Quemadas en el *Cerrado*  
 PPDC – Plan Preventivo de Defensa Civil  
 PPG7 – Programa Piloto para la Protección de los Bosques Tropicales de Brasil  
 ppm – partes por millón  
 ppmv – partes por millón en volumen  
 PPT – Plan Prioritario de Generación Termoeléctrica  
 PQZ – Proyecto Quema Zero  
 PR – Paraná  
 PRECIS (*Providing Regional Climates for Impacts Studies*)  
 PREVFOGO – Sistema Nacional de Prevención y Combate a los Incendios Forestales  
 PRI (*Principles for Responsible Investment*) – Principios de la Inversión Responsable  
 Proálcool – Programa Nacional del Alcohol  
 PROANTAR – Programa Antártico Brasileño  
 Proarco – Programa de Prevención y Control de Quemadas e Incendios Forestales en el Arco de Deforestación  
 PROBIO – Proyecto de Conservación y Utilización Sustentable de la Diversidad Biológica  
 PROBIOAMAZON – Programa de Producción de Biomasa Energética en Asentamientos del Incra en la Amazonia en Micro y Pequeñas Propiedades Rurales  
 Pro-Biodiesel – Programa Brasileño de Biocombustibles  
 ProCaC – Programa Brasileño de Hidrógeno y Sistemas de Células a Combustible  
 PROCEL – Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica  
 Proclima – Programa de Monitoreo Climático en Tiempo Real de la Región Noreste  
 Proclima-SP – Programa Estadual de Cambios Climáticos Globales de São Paulo  
 PROCONVE – Programa de Control de la Polución del Aire por Vehículos Automotores  
 PRODEEM – Programa de Desarrollo Energético de Estados y Municipios  
 PRODES – Proyecto de Estimativa de la Deforestación Bruta de la Amazonia Brasileña  
 PROEÓLICA – Programa de Desarrollo de la Cadena Productiva Generadora de Energía Eólica  
 ProH<sub>2</sub> – Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Economía de Hidrógeno  
 Proinfa – Programa de Incentivo a las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica  
 Promot – Programa de Control de la Polución del Aire por Motocicletas y Vehículos Similares  
 Pronacop – Programa Nacional de Control de la Polución Industrial  
 Pronaf – Programa Nacional de Agricultura Familiar  
 Pronar – Programa Nacional de Control de la Calidad del Aire  
 Pronea – Programa Nacional de Educación Ambiental  
 Pro-Renova – Programa Estructurado de Apoyo a los demás Países en Desarrollo en el Área de Energías Renovables  
 Proterra – Programa de Redistribución de Tierras y Estímulos a la Agroindustria del Norte e Noreste  
 PROZON – Programa Brasileño de Eliminación de las Substancias que Destruyen la Capa de Ozono  
 PTS – partículas totales en suspensión  
 PUC/MG – Pontificia Universidad Católica de Minas Gerais  
 PY – Paraguay  
 R\$ – Reales  
 RAINFOR – Red Amazónica de Inventarios Forestales  
 RAL – Informe Anual de Labra  
 RCCS (*RenewableCarbon Capture and Storage*) – Captura y almacenamiento de carbono renovable  
 RCEs – Reducción Certificada de Emisiones  
 RCM (*Regional Climate Model*) – Modelo Climático Regional  
 REBIO – Reservas Biológicas  
 REDD (*Reduction of Emissions from Degradation and Deforestation*) – Reducción de Emisiones de Degradación y Deforestación  
 Rede Elo – Red de Ciudades y Comunidades Modelo en Energías Renovables Locales en Brasil  
 RegCM3 – Un modelo climático  
 Rejuma – Red de la Juventud por el Medio Ambiente y la Sustentabilidad

- RELAC - Red Lusófona de Especialistas en Alteraciones Climáticas
- Reluz - Programa Nacional de Iluminación Pública Eficiente
- Res - reservorios (área manejada)
- Resex - Reservas Extractivistas
- Reuni - Programa de Apoyo a Planes de Reestructuración y Expansión de las Universidades Federales
- ReViS - Refugios de la Vida Silvestre
- RGR - Reserva Global de Reversión
- RIMA - Informe de Impacto del Medio Ambiente
- Río-92 - Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo
- RIOCC - Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático
- RJ - Rio de Janeiro
- RL - Reservas Legales
- RN - Rio Grande do Norte
- RO - Rondônia
- RPPN - Reservas Particulares de Patrimonio Natural
- RR - Roraima
- RS - Rio Grande do Sul
- RTF (*Rain Forest Trust Fund*) - Fondo Fiduciario para Bosques Tropicales
- s - segundo
- S - Sul
- SACC - Consorcio internacional para el estudio de los cambios globales de los océanos y del clima en América del Sur
- SAE - Secretaría de Asuntos Estratégicos de la Presidencia de la República
- SAEMC (*South American Emissions, Megacities and Climate*) - Emisiones, Megaciudades y Clima de América del Sur
- SBI (*Subsidiary Body for Implementation*) - Órgano Subsidiario de Implementación
- SBPC - Sociedad Brasileña para el Progreso de la Ciencia
- SBR - Goma de butadieno estireno
- SBSTA (*Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice*) - Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico de la Convención
- SC - Santa Catarina
- SC - Sistemas Conectivos
- SCAF - Simulación de Escenarios Agrícolas Futuros a partir de Proyecciones de Cambios Climáticos Regionalizados
- SCAR (*Scientific Committee on Antarctic Research*) - Comité Científico de Investigación Antártica
- SCD - Satélite de Colecta de Datos
- SCOPE (*Scientific Committee on Problems of the Environment*) - Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente
- SE - Sergipe
- SE - Sudeste
- SECAD - Secretaría de Educación Continuada, Alfabetización y Diversidad
- SECIRM - Secretaría de la Comisión Interministerial para los Recursos del Mar
- SEMA - Secretaría Especial de Medio Ambiente
- SENAC - Servicio Nacional de Aprendizaje Comercial
- SENAI - Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial
- SF<sub>6</sub> - hexafluoreto de azufre
- SFB - Servicio Forestal Brasileño
- SGBD - Sistemas Gerenciadores de Bancos de Datos
- Si - Silicio
- SIDRA - Sistema IBGE de Recuperación Automática
- SIG - Sistema de Informaciones Geográficas
- SIGEA - Sistema Informatizado de Gestión de Emisiones Atmosféricas
- Silviminas - Asociación de Silvicultura de Minas Gerais
- SIN - Sistema Interconectado Nacional
- SINDIFER - Sindicato de la Industria de Hierro en el Estado de Minas Gerais
- SINDIPAN - Sindicato de la Industria de Panificación y Confitería de São Paulo
- SIPOT - Sistema de Informaciones del Potencial Hidroeléctrico Brasileño
- SisFogo - Sistema Nacional de Informaciones sobre Fuego
- Sismaden - Sistema de Monitoreo y Alerta de Desastres Naturales
- SISNAMA - Sistema Nacional de Medio Ambiente
- SLAPR - Sistema de Licenciamiento Ambiental y Propiedades Rurales
- SMA - Secretaría de Medio Ambiente
- SMOC - Sistema Mundial de Observación del Clima
- SNIC - Sindicato Nacional de la Industria del cemento
- SNIS - Sistema Nacional de Informaciones sobre Saneamiento
- SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservación
- SO - Sudoeste
- SO<sub>2</sub> - dióxido de azufre
- SO<sub>3</sub> - trióxido de azufre
- SOFC (*Solid Oxid Fuel Cell*) - Células de Combustible de Óxidos Sólidos
- SOSMA - SOS Mata Atlántica
- SO<sub>x</sub> - óxidos de azufre
- SP - São Paulo
- SPARC (*Stratospheric Processes And their Role in Climate*) - Procesos Estratosféricos y su Papel en el Clima
- SPC&T - Subprograma Ciencia y Tecnología
- SPE/WSP (*Society of Petroleum Engineers/World Petroleum Congress*)
- SREX (*Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*) - Informe de Extremos Climáticos y Gerenciamiento de Riesgos
- SRHU - Secretaría de Recursos Hídricos y Ambiente Urbano
- SSE - sur sudeste
- ssp - especies

START - Sistema de Cambio Global para Análisis, Investigación y Entrenamiento  
SUDAM - Superintendencia de Desarrollo de la Amazonia  
Sudene - Superintendencia de Desarrollo del Noreste  
SUS - Sistema Único de Salud  
SW - sudoeste  
t - tonelada  
T&D - Transmisión y Distribución  
TCA - Tratado de Cooperación Amazónica  
tCO<sub>2</sub>e/año - toneladas de dióxido de carbono equivalente por año  
TEC - Tarifa Externa Común  
tep - tonelada equivalente de petróleo  
TERRA (*Satellite from The Earth Observing System*) - Satélite del Sistema de Observación de la Tierra  
Tg - teragramo (10<sup>12</sup> g o un millón de toneladas)  
Tj - Terajoule  
TM/Landsat - Sensor de mapeo temático del satélite Landsat  
TNC (*The Nature Conservancy*) (ONG)  
TO - Tocantins  
TOGA (*Tropical Ocean Global Atmosphere*) - Experimento Océano Tropical y Atmósfera Global  
ton - tonelada  
TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*)  
TWh - terawatt-hora  
U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> - uranio  
UAM (*Unibanco Asset Management*)  
UCs - Unidades de Conservación  
UE - Unión Europea  
UF - Unidad de la Federación  
UFES - Universidad Federal de Espírito Santo  
UFF - Universidad Federal Fluminense  
UFJF - Universidad Federal de Juiz de Fora  
UFMG - Universidad Federal de Minas Gerais  
UFPB - Universidad Federal de Paraíba  
UFPE - Universidad Federal de Pernambuco  
UFPR - Universidad Federal de Paraná  
UFRGS - Universidad Federal de Rio Grande do Sul  
UFRJ - Universidad Federal de Rio de Janeiro  
UFRRJ - Universidad Federal Rural de Rio de Janeiro  
UFSC - Universidad de Santa Catarina  
UFSCar - Universidad Federal de São Carlos  
UGH - Unidades de Generación de Hidrógeno  
UHE - Usina Hidroeléctrica de Energía  
UnB - Universidad de Brasília  
UNCED (*United Nations Conference on Environment and Development*) - Conferencia de las Naciones Unidas sobre

Medio Ambiente y Desarrollo  
UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*) - Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura  
UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) - Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático  
Unibanco - Unión de Bancos Brasileños S/A  
Unica - Unión de la Industria de Caña de Azúcar  
UNICAMP - Universidad de Campinas  
UNIFEI - Universidad Federal de Itajubá  
UPE - Universidad del Estado de Pernambuco  
UPGN - Unidad de Procesamiento de Gas Natural  
US (*United States*) - Estados Unidos de América  
US\$ - dólar norteamericano  
USP - Universidad de São Paulo  
UTE - Usina Termoeléctrica  
UVIBRA - Unión Brasileña de Vitivinicultura  
VIA - Vulnerabilidad, Impactos y Adaptación  
VN - valor normativo  
VOC (*Volatile organic compound*) - Compuesto Orgánico Volátil  
VS - sólidos volátiles  
VSE - Vulnerabilidad Socioeconómica  
W (*West*) - Oeste  
WCRP (*World Climate Research Program*) - Programa de Investigación sobre el Clima Global  
WIFI (*Wireless Fidelity*)  
WSA (*World Steel Association*)  
WSP (*World Petroleum Congress*) - Congreso Mundial de Petróleo  
ZCAS - Zona de Convergencia del Atlántico Sur  
ZCIT - Zona de Convergencia Intertropical  
ZEE - Zonamiento Económico Ecológico  
μ - micro

# 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



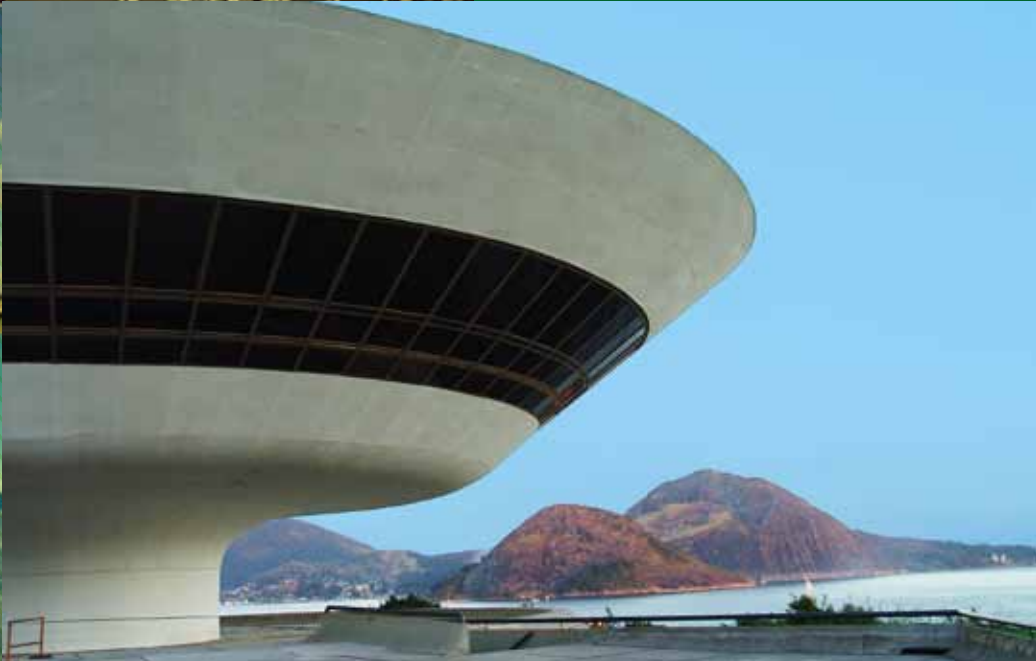


# **PARTE 1**

# ÍNDICE

1	PRIORIDADES DE DESARROLLO NACIONAL Y REGIONAL .....	64
1.1	Caracterización del Territorio .....	64
1.1.1	Vegetación y Recursos Florísticos.....	65
1.1.2	Fauna .....	68
1.1.3	Recursos Hídricos.....	69
1.2	Clima .....	70
1.2.1	Climatología de Precipitación y Temperatura .....	71
1.3	Economía .....	74
1.4	Desarrollo social.....	76
1.4.1	Grado de Desigualdad: Brasil en el Mundo .....	78
1.4.2	Evolución de la Proporción de Pobres, Hambre y dDesnutrición Infantil en Brasil .....	79
1.4.3	Sistema Nacional de Políticas Sociales.....	81
1.4.4	Desarrollo Humano y Cambios en los Estándares Demográficos.....	82
1.4.5	Perfil de la Educación.....	83
1.4.6	Perfil de la Salud.....	89
1.4.7	Acceso a los Servicios de Saneamiento Urbano.....	90
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
3.1.1	Comisión Interministerial de Desarrollo Sustentable.....	100
3.1.2	Coordinación General de Cambios Globales del Clima .....	100
3.1.3	Comisión Interministerial de Cambio Global del Clima.....	101
3.1.4	Comité Interministerial sobre Cambio Climático - CIM.....	103
4	CIRCUNSTANCIAS ESPECIALES.....	106
4.1	Biomás Brasileños .....	106
4.1.1	Ecosistemas Costeros .....	106
4.1.2	Amazonia.....	110
4.1.3	Mata Atlántica .....	111
4.1.4	Campos Sureños.....	113
4.1.5	Pantanal .....	113
4.1.6	Cerrado.....	114
4.1.7	Caatinga .....	114
4.2	Regiones de ecosistemas frágiles .....	115
4.3	Desertificación.....	116
4.4	Áreas de Elevada Contaminación Atmosférica Urbana.....	118
4.5	Dependencia Externa de Petróleo y de sus Derivados .....	120
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121





# Capítulo 1

Prioridades de Desarrollo Nacional y Regional

# 1 Prioridades de Desarrollo Nacional y Regional

## 1.1 Caracterización del Territorio

Brasil está situado en América del Sur entre los paralelos 5°16'20" de latitud norte y 33°45'03" de latitud sur, y entre los meridianos 34°47'30" y 73°59'32" oeste, teniendo como centro geodésico las coordenadas 10°35' de latitud sur y 52°40' oeste. Bañado al este por el Océano Atlántico, posee varias islas oceánicas, destacándose las de Fernando de Noronha, Abrolhos y Trindade. Al norte, al oeste y al sur tiene límites fronterizos con todos los países sudamericanos, exceptuándose Chile y Ecuador. El país está cortado por la Línea del Ecuador y el Trópico de Capricornio, con la mayor parte de sus tierras situadas en las latitudes más bajas del globo, lo que le da las características de país tropical.

Con un área de 8.514.876,6 km<sup>2</sup>, Brasil es el país de mayor extensión territorial de América del Sur y el quinto mayor del mundo. Sus dimensiones territoriales lo caracterizan como un país continental, ya que su territorio ocupa el 1,6% del globo terrestre, el 5,7% de las tierras de emersión del planeta y el 20,8% de la superficie del continente americano.

La República Federativa de Brasil está dividida en 26 estados, 5.565 municipios (IBGE, 2009a) y el Distrito Federal, donde se sitúa la capital de la República, Brasilia, sede del gobierno y de los poderes ejecutivo, legislativo y judicial. El país está regido por la Constitución Federal de 1988.

Posee un sistema presidencialista donde el Presidente de la República es electo por el voto directo y secreto para un período de cuatro años. Está permitida la reelección para un único mandato subsiguiente de Presidente de la República, gobernadores y jefes de los poderes ejecutivos municipales. Posee un sistema bicameral ejercido por el Congreso Nacional, con dos unidades representativas: Cámara de Diputados, con 513 diputados federales, que representan a la población; y Senado Federal, con 81 senadores de la República, representantes de las Unidades de la Federación.

El vasto territorio brasileño, tanto en latitud como en longitud, abriga una extraordinaria variedad de ecosistemas, contando con una amplia diversidad climática y topográfica. Esas características determinaron, a lo largo de la historia, las diversas formas de ocupación y de uso, por parte de la sociedad, de los espacios moldeados por la naturaleza tropical y subtropical del país, conformando, en líneas generales, cinco

grandes regiones geográficas: Norte, Noreste, Sudeste, Sur y Centro-Oeste (Figura 1.1). Cada cual con sus respectivas Unidades de la Federación, citadas a seguir:

Región Norte - ocupa un 45% del territorio nacional. Está compuesta por los siguientes estados: Acre - AC, Amapá - AP, Amazonas - AM, Pará - PA, Rondônia - RO, Roraima - RR y Tocantins - TO.

Región Noreste - ocupa el 18% del territorio nacional. Está compuesta por los siguientes estados: Alagoas - AL, Bahia - BA, Ceará - CE, Maranhão - MA, Paraíba - PB, Pernambuco - PE, Piauí - PI, Rio Grande do Norte - RN y Sergipe - SE.

Región Centro-Oeste - ocupa un 19% del área territorial. Está compuesta por los siguientes estados: Goiás - GO, Mato Grosso - MT, Mato Grosso do Sul - MS y Distrito Federal - DF.

Región Sudeste - ocupa el 11% del territorio. Está compuesta por los siguientes estados: Espírito Santo - ES, Minas Gerais - MG, Rio de Janeiro - RJ y São Paulo - SP.

Región Sur - ocupa el 7% del territorio nacional. Está compuesta por los siguientes estados: Paraná - PR, Santa Catarina - SC y Rio Grande do Sul - RS.

El censo de la población elaborado en el 2007 (IBGE, 2007a) permitió obtener una mayor visibilidad en relación a las transformaciones demográficas ocurridas en el país desde el Censo Demográfico del año 2000, cuando la población brasileña era de 169,8 millones de habitantes (IBGE, 2000b). En este período, la población de Brasil creció un 9,5%, a una tasa media anual del 1,15%, alcanzando 186 millones de habitantes en el 2008, siendo un 48,8% de hombres y un 51,2% de mujeres<sup>1</sup>

La región Sudeste es la más poblada del país, con cerca del 42,0% del total del país. La región Noreste ocupa la segunda colocación, con un 28,0%, seguida por las regiones Sur, con un 14,5%, Norte, con 15.085.000 (8,0%) y Centro-Oeste, que abriga apenas un 7,5% de la población. La tasa de urbanización, en 1970, alcanzó el 84,4% en el 2008<sup>2</sup>.

La Figura 1.2 muestra la distribución de la población en el territorio, pudiendo visualizarse en el mapa la densidad demográfica de Brasil.

1 Datos reponderados en base al peso definido por el Censo de la Población del 2007. Disponible en <<http://www.sidra.ibge.br>>.

2 A falta de una estimativa de la población urbana en el censo poblacional del 2007, la misma fue estimada en un 84% del total, a partir de la evolución de la fracción urbana de los números oficiales anteriores, posibilitando la estimativa de la misma fracción para el 2005 y el 2008.



**Figura 1.1** División político-administrativa de Brasil



Fuente: IBGE, 2000a.

### 1.1.1 Vegetación y Recursos Florísticos

En el 2004, el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística – IBGE presentó una nueva clasificación y división de la vegetación y recursos florísticos de Brasil, en la cual algunas regiones fitoecológicas pasaron por revisiones relativas al concepto y delineamiento (Figura 3). Esas revisiones fueron posibles gracias a las interpretaciones de imágenes obtenidas por el satélite Landsat 5-TM, aliadas a nuevas técnicas, así como a las investigaciones bibliográficas y de campo. Eso justifica las alteraciones al mapa presentado en la Comunicación Nacional Inicial de Brasil para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (BRASIL, 2004).

En la nueva clasificación, el mapeo de la vegetación estuvo basado en criterios fisionómico-ecológicos, obedeciendo a una jerarquía de formaciones delimitadas por los parámetros de los ambientes ecológicos, siendo esquematizados de

acuerdo a una llave de clasificación iniciada a partir de dos grandes llaves de formación: forestal y campestre.

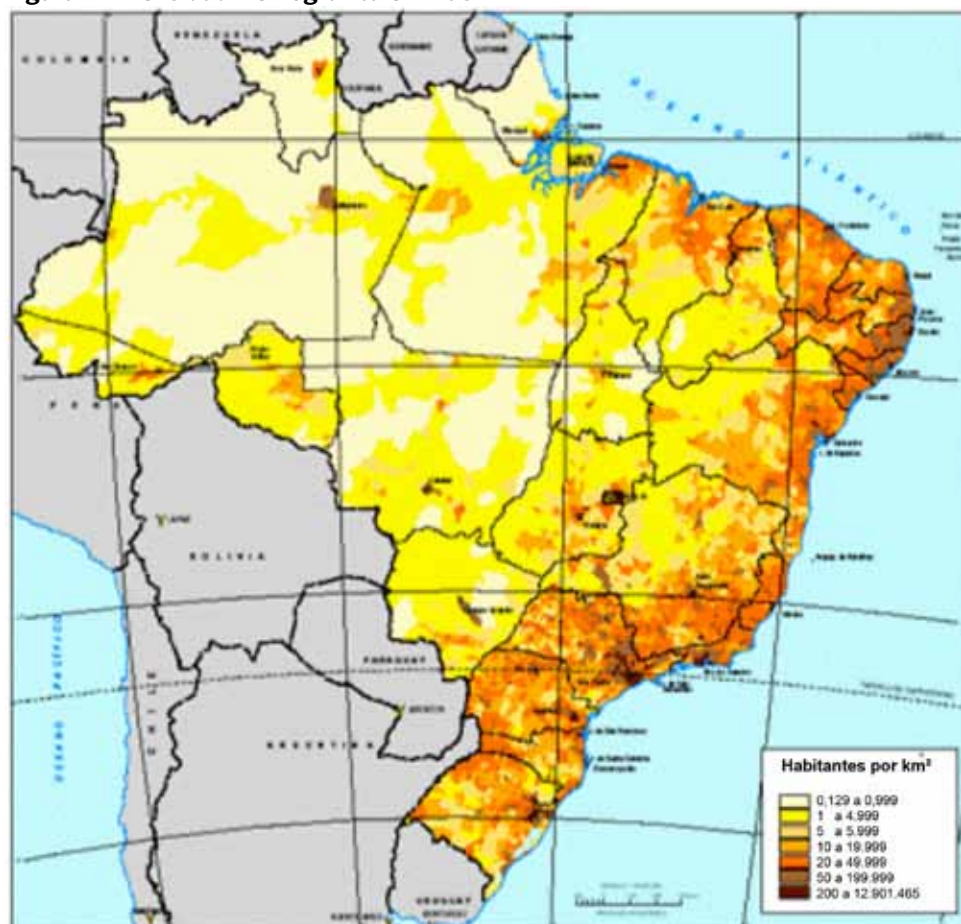
Las formaciones forestales fueron subdivididas según criterios topográficos, estableciéndose tres grandes franjas de latitud: la primera, de los 5°N a los 16°S; la segunda, de los 16°S a los 24°S; y la tercera, arriba de los 24°S. Las formaciones fueron distribuidas, de acuerdo a las cuotas altimétricas:

Tierras bajas: (1) de 5m a 100m, (2) de 5m a 50m y (3) de 5m a 30m;

Submontanas: (1) de 100m a 600m, (2) de 50m a 500m y (3) de 30m a 400m;

Montanas: (1) de 600m a 2000m, (2) de 500m a 1500m y (3) de 400m a 1000m; e

Altamontana: (1), (2) y (3) arriba de los límites máximos de la formación Montana.

**Figura 1.2 Densidad Demográfica en Brasil**

Fuente: IBGE, 2000a.

- Las formaciones campestres fueron subdivididas, a partir de criterios fisionómicos (densidad y porte de la vegetación), en forestada, arborizada, parque y gramíneo-leñosa.
- En términos de conceptualización fitogeográfica brasileña, de acuerdo a la nueva clasificación, la vegetación de Brasil distribuida principalmente en la zona neotropical, para fines geográficos, puede ser dividida en dos territorios: el amazónico y el extra-amazónico.
- En el territorio amazónico (área ombrófila), el sistema ecológico vegetal se desarrolla en un clima de temperatura media próxima a los 25°C, con lluvias bien distribuidas durante el año, sin déficit hídrico mensual en el balance ombrotérmico anual.
- En el extra-amazónico (área ombrófila y estacional), el sistema ecológico vegetal se asocia a dos climas: el tropical, de temperaturas medias cercanas a los 22°C y precipitación estacional marcada por un período con déficit hídrico de más de 60 días en el balance ombrotérmico anual; y el subtropical, de temperaturas suaves en el invierno, que ameniza la media anual, se aproxima a los 18°C, con lluvias moderadas bien distribuidas durante el año, sin déficit hídrico mensual en el balance ombrotérmico anual, pero con una estacionalidad térmica provocada por los días más fríos del año.
- Como regiones fitoecológicas (espacios definidos por una florística de géneros típicos y formas biológicas características, que se repiten dentro de un mismo clima y pueden darse en terrenos de litología variada, aunque con relevo bien marcado), se identifican en Brasil:
  - Región de Sabana (*Cerrado*) - vegetación que se da predominantemente en la región Centro-Oeste. Sus disyunciones aparecen también en la Amazonia, en las regiones Noreste, Sudeste y Sur del país. El *Cerrado* brasileño incluye las varias formaciones campestres donde, con vegetación gramíneo-leñosa baja, se alternan a veces pequeños árboles aislados, bosques en medio a desiertos y galerías forestales a lo largo de ríos, mostrando, así, una gran variabilidad estructural y, en consecuencia, grandes diferencias en porte y densidad.

- Región de Sabana Estépica (*Caatinga* del Agreste Árido, Campos de Roraima, Chaco del Sur de Mato Grosso y Parque de Espinillo de la barra del Río Quaraí) – tipo de vegetación neotropical, en general de cobertura arbórea compuesta de elementos fanerófitos, camefíticos espinosos y varias cactáceas, cubriendo un estrato gramíneo hemicriptofítico, rodeado por algunas terófitas.
- Región de Estepa – abarca la región pampeana de Rio Grande del Sul, con disyunciones en Uruguiana (RS) y en el Brasil meridional (Campos Gerais). Se caracteriza por una vegetación esencialmente campestre. Dominan las gramíneas cespitosas y rizomatosas, siendo raras gramíneas anuales y oxalidáceas, así como las leguminosas y compuestas. Las fanerófitas están representadas por especies espinosas y deciduales.
- Región de Campinarana – tipo de vegetación restringida a áreas del alto río Negro y adyacencias de sus afluentes, penetrando en Colombia y en Venezuela, donde surge en áreas semejantes. Reviste las áreas deprimidas, casi siempre inundadas, siendo caracterizada por agrupamientos de una vegetación arbórea fina y alta, que resulta de la pobreza de nutrientes minerales del suelo.
- Región de Bosque Ombrófilo Denso (Bosque Tropical Pluvial) – ocupa parte del espacio amazónico y se extiende por la costa atlántica, desde Rio Grande do Norte hasta Espírito Santo, en “bolsones” contenidos entre el litoral y las sierras pre-cambrianas paralelas al océano, ampliando su área sobre los declives de las mismas hasta el estado de Rio Grande do Sul. Está constituida por grandes árboles en las terrazas aluviales y en los tableros terciarios, además de árboles de porte medio en los declives marítimos.
- Región de Bosque Ombrófilo Abierto (Faciaciones del Bosque Ombrófilo Denso) – tipo de vegetación situada entre la Amazonia y el espacio extra-amazónico. La fisionomía forestal está compuesta de árboles más espaciados, con un estrato arbustivo poco denso. Surge en un clima que puede presentar un período de entre 2 a 4 meses secos, con temperaturas medias de entre 24°C y 25°C.
- Región de Bosque Ombrófilo Mixto (Bosque de *Araucaria*) – característica del altiplano meridional brasileño, presentando, sin embargo, áreas aisladas en las partes elevadas de las Sierras del Mar y de la Sierra de la Mantiqueira.
- Región de Bosque Estacional Semidecidual (Bosque Tropical Subcaducifolio) – el concepto ecológico de esa re-

gión fitoecológica se relaciona al clima de dos estaciones (una seca y otra lluviosa), en el área tropical (temperaturas medias cercanas a los 21°C), con un corto período seco acompañado de una acentuada baja térmica en el área subtropical (temperaturas medias de aproximadamente 15°C). La estacionalidad foliar de los elementos arbóreos dominantes están adaptados a la estación desfavorable (fría o seca). En los dos casos, el porcentaje de los árboles caducifolios en el conjunto forestal se sitúa entre un 20% y un 50%.

- Región de Bosque Estacional Decidual (Bosque Tropical Caducifolio) – que presenta el estrato arbóreo predominantemente caducifolio, con más de 50% de los individuos desprovistos de follaje en la época desfavorable. Se da en el territorio brasileño de modo disperso y discontinuo: del norte para el sudeste aparece entre el Bosque Ombrófilo Abierto y la Sabana; de este a oeste entre la Sabana Estépica y el Bosque Estacional Semidecidual y; en el sur, en el área subtropical del Valle del Río Uruguay, entre el Bosque Ombrófilo Mixto del altiplano meridional y la Estepa.

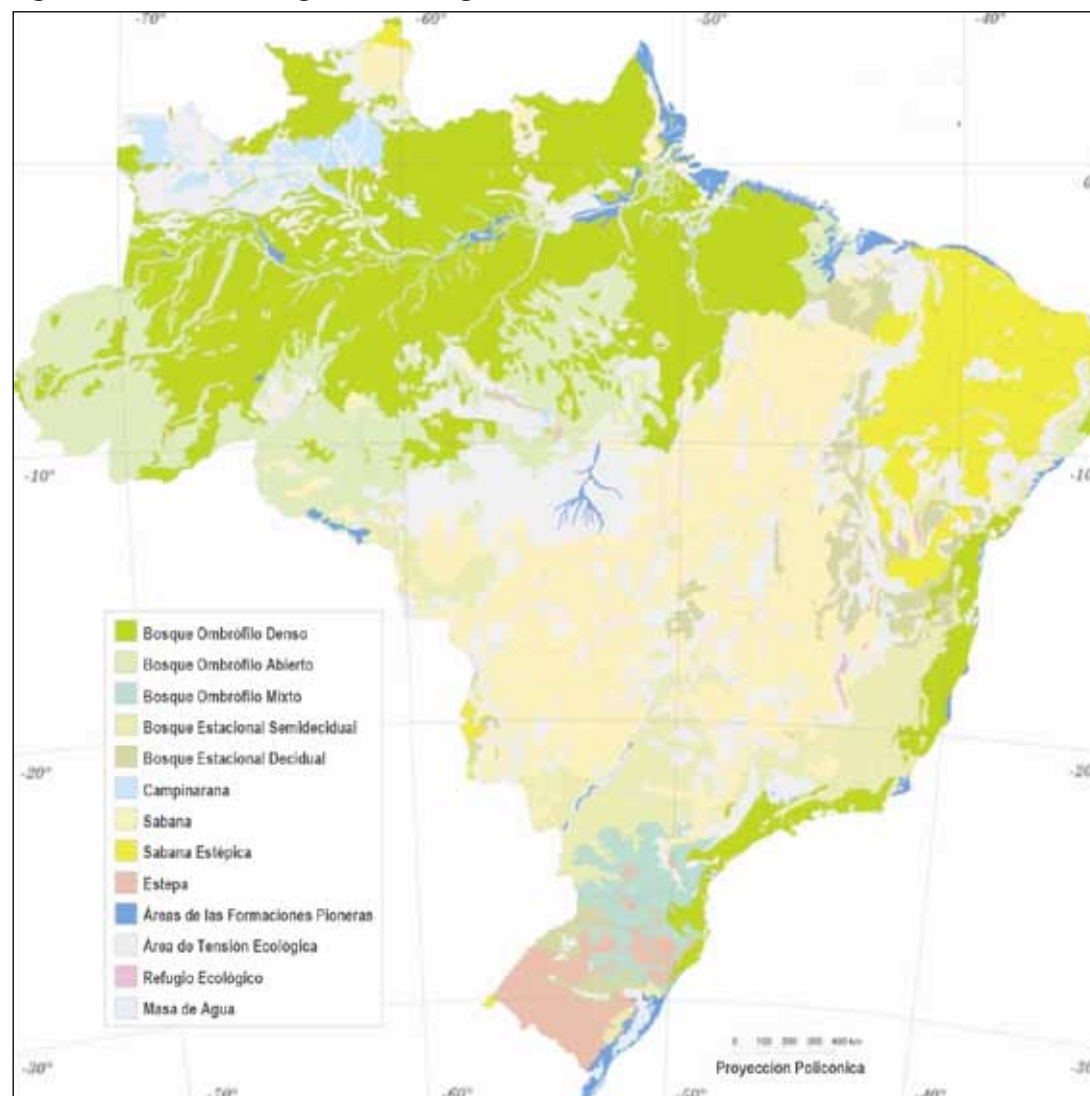
Las áreas de vegetación no se confunden con las regiones fitoecológicas, ya que esas tienen sentido más amplio, pudiendo abarcar varios ambientes e integrar más de un sistema trófico. Son ellas:

- Áreas de Formaciones Pioneras (sistema edáfico de primera ocupación) – áreas a lo largo de la costa marítima, de los cursos de agua, y también alrededor de depresiones cerradas que acumulan agua (pantanos y lagunas) donde se observa una vegetación campestre herbácea-leñosa. Son áreas pedológicamente inestables, con sedimentos inconsolidados o poco consolidados, bajo la influencia de diferentes procesos de acumulación.
- Áreas de Tensión Ecológica (contactos entre tipos de vegetación) – cuando se encuentran dos o más regiones fitoecológicas existen áreas donde esas floras se contactan, yuxtaponiéndose o interpenetrándose, formándose los contactos, identificados, respectivamente, en enclaves y ecótonos. En el primer caso, cada mosaico de vegetación guarda su identidad florística y fisionómica sin mezclarse, permitiendo la definición de la formación a partir de la formación dominante. En el caso de los ecótonos, la identidad florística pasa a ser a nivel de especies, no determinándose la dominancia de una región sobre otra. Frecuentemente se dan endemismos que se identifican mejor. Las áreas de tensión ecológica son, a veces, coincidentes con el contacto de dos formaciones geológicas y con franjas de transición climática.

- Refugios de Vegetaciones (comunidades reliquias) - toda y cualquier vegetación florísticamente diferente al contexto general de la flora de la región, que asume una connotación de flora o de comunidad reliquia. Existen refugios montanos y altomontanos, con estructura ar-

bustiva y/o herbácea. Las fisionomías son complejas, porque aunque circunscritos a áreas reducidas, los refugios de vegetaciones presentan grandes variaciones.

**Figura 1.3 Distribución regional de la vegetación natural brasileña**



Fuente: IBGE, 2004. Disponible en: <[http://www.ibge.gov.br/mapas\\_ibge/pol.php](http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge/pol.php)>.

Considerando la extensión y las características de su territorio, Brasil posee vegetación y recursos florísticos bastante variados, abrigando una de las floras más ricas del mundo, con 41.123 especies ya conocidas y catalogadas, siendo 3.633 de hongos, 3.521 de algas, 1.522 de briófitas, 23 de gimnospermas y 31.248 de angiospermas, conforme detalla la "Lista de Especies de la Flora de Brasil", recientemente actualizada (FORZZA *et al.*, 2010).

### 1.1.2 Fauna

Brasil es uno de los países más ricos en número de especies animales, teniendo cerca del 13% de todas las especies de anfibios descritos en el mundo (SILVANO & SEGALLA, 2005); el 10% de todos los mamíferos (COSTA *et al.*, 2005); el 17,8% de todas las mariposas (BROWN & FREITAS, 1999)

y el 21% de todos los peces de aguas continentales del planeta (AGOSTINHO *et al.*, 2005). De los 624 taxa<sup>3</sup> de primates existentes en el mundo, 133 especies y subespecies viven en territorio brasileño, representando el 21% de todos los taxa que hay en el planeta (CHIARELLO *et al.*, 2008). Brasil, además, es el cuarto colocado en relación al número total de reptiles, quedando atrás apenas de Australia, de México y de la India (MARTINS & MOLINA, 2008).

Según la más reciente compilación disponible sobre el número de especies de la fauna brasileña - "Libro Rojo de las Especies de la Fauna Brasileña Amenazadas de Extinción" (MACHADO *et al.*, 2008), existen en Brasil, dentro del universo de las especies conocidas por la ciencia, 652 especies de mamíferos, 800 de anfibios, 1.800 de aves, 641 de reptiles, 2.300 de peces de agua dulce, 1.298 de peces marinos y más de 100.000 especies de invertebrados terrestres. Sin embargo, el conocimiento sobre la diversidad de la fauna brasileña es aún incompleto. Se estima que se conozca menos del 10% del total existente.

Para tener una idea del potencial de la fauna aún no conocida, en apenas 17 años, de 1978 a 1995, fueron descritas en Brasil 7.320 especies de animales metazoarios. En poco más de 10 años, fueron descritas 18 nuevas especies de mamíferos y 19 especies de aves. En dos años de estudios en el remaneciente forestal de la Mata Atlántica en el sur de Bahia, investigadores identificaron 14 nuevas especies de anfibios (DRUMMOND, 2008).

### 1.1.3 Recursos Hídricos

En Brasil, los recursos hídricos disponibles son abundantes. Dotado de una vasta y densa red hidrográfica, muchos de sus ríos se destacan por su extensión, anchura o profundidad. Son ocho las grandes cuencas hidrográficas del territorio brasileño: la del río Amazonas, la del río Tocantins, la del Atlántico Sur - trechos norte y noreste, la del río São Francisco, la del Atlántico Sur - trecho del este, la del río Paraná, la del río Uruguay y la del Atlántico Sur - trecho sudeste (Figura 1.4). Por causa de la naturaleza del relevo, predominan los ríos de altiplano, que presentan en sus lechos rupturas de declive, valles encajados, entre otras características, dándoles un alto potencial para la generación de energía eléctrica. Las mismas características, sin embargo, perjudican la navegabilidad. Entre los grandes ríos nacionales, apenas el Amazonas y el Paraguay son predominantemente de planicie y largamente utilizados para la navegación. Los principales ríos de altiplano son el São Francisco y el Paraná.

<sup>3</sup> *Taxon*, plural del latín *taxa*, es una unidad taxonómica, esencialmente ligada a un sistema de clasificación. *Taxa* pueden estar en cualquier nivel de un sistema de clasificación. Así, un orden es un *taxon*; un género, como también una especie, es un *taxon*, o cualquier otra unidad de clasificación de los seres vivos.

**Figura 1.4 Cuencas hidrográficas de Brasil**



Fuente: ANEEL, 2010. Disponible en: <[http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id\\_area=104](http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=104)>.

La utilización de energía hidroeléctrica en Brasil tuvo inicio en 1883. La experiencia acumulada en la construcción de centrales hidroeléctricas y de sistemas de transmisión a ellas asociados, así como en la producción de equipamientos para generación y distribución de energía, representa una gran ventaja para el país.

El potencial hidroeléctrico brasileño por cuenca hidrográfica, mostrado en el Cuadro 1.1, pone en evidencia el contraste entre la demanda - derivada de los usos preponderantes industrial, residencial, comercial y público - y la real capacidad de oferta. Así, se observa que en la Cuenca del río Amazonas, con potencial de 89.738 MW, apenas el 5,3% está en operación/construcción.

En el año 2009, las Cuencas del Paraná, del Uruguay, del São Francisco, del Atlántico Sur - trecho del este y del Atlántico Sur - trecho sudeste, fueron las responsables por la provisión de energía hidroeléctrica a las áreas de mayor concentración demográfica e industrial del país. Entre ellas, se destaca la Cuenca del Paraná, no solo por su potencial, sino también debido al mayor porcentaje en operación/construcción (69,4% de 61.744 MW).

En términos de agotamiento de los potenciales, se verifica que las cuencas más saturadas son la del Paraná, la del Uruguay, la del Tocantins y la del São Francisco, con ín-

indices de aprovechamiento (relación entre potencial aprovechado y potencial existente) del 69,4%, 50,2%, 50,1% y 41,2%, respectivamente. Las menores tasas de aprovechamiento son verificadas en las cuencas del Amazonas

y Atlántico - trecho Norte/Noreste. En el ámbito nacional, cerca del 36% del potencial hidroeléctrico estimado ya fue aprovechado. En relación al potencial inventariado, esa proporción aumenta a un 47%.

**Cuadro 1.1 Potencial hidroeléctrico brasileño por cuenca hidrográfica - MW en diciembre del 2009**

Fase/Cuenca	Amazonas	Tocantins	Atlántico Norte y Noreste	São Francisco	Atlántico Este	Paraná	Uruguay	Atlántico Sudeste	Totales por Fase
Remaneciente	17.919	1.846	525	760	784	3.697	12	996	26.539
Individualizado	24.773	128	182	907	704	2.946	862	1.090	31.592
<b>Total Estimado</b>	<b>42.693</b>	<b>1.974</b>	<b>707</b>	<b>1.667</b>	<b>1.489</b>	<b>6.643</b>	<b>874</b>	<b>2.086</b>	<b>58.131</b>
Inventario	25.842	7.166	1.611	7.339	5.594	7.764	4.404	1.544	61.264
Viabilidad	11.988	3.738	6	6.140	895	2.432	292	2.218	27.709
Proyecto Básico	4.474	190	56	109	760	2.065	1.054	432	9.140
Construcción	3.693	1.142	0	107	572	1.950	1.035	105	8.605
Operación	1.047	11.960	320	10.579	4.674	40.890	5.657	3.376	78.502
<b>Total Inventariado</b>	<b>47.045</b>	<b>24.197</b>	<b>1.993</b>	<b>24.273</b>	<b>12.496</b>	<b>55.101</b>	<b>12.442</b>	<b>7.675</b>	<b>185.221</b>
<b>Total General</b>	<b>89.738</b>	<b>26.170</b>	<b>2.699</b>	<b>25.940</b>	<b>13.984</b>	<b>61.744</b>	<b>13.316</b>	<b>9.761</b>	<b>243.352</b>

Fuente: SIPO, 2009. Disponible en <<http://www.eletronbras.com/elb/data/Pages/LUMIS21D128D3PTBRIE.htm>>.

Los bajos índices de aprovechamiento de la Cuenca del Amazonas se deben al relevo predominante de la región (planicies), a su gran diversidad biológica y a la distancia de los principales centros consumidores de energía. Ya en la región centro-sur del país, el desarrollo económico mucho más acelerado y el relevo predominante (altiplanos) posibilitaron un mayor aprovechamiento de sus potenciales hidráulicos. Sin embargo, el proceso de interiorización del país y el propio agotamiento de los mejores potenciales de las regiones Sur y Sudeste han requerido un mayor aprovechamiento hidráulico en regiones más remotas y económicamente menos desarrolladas.

En la región Noreste de Brasil, la distribución irregular de las lluvias, aliada a la posibilidad de un gran intervalo de tiempo entre ellas, condiciona el carácter intermitente de muchos ríos. En virtud de esa especificidad climática, embalses son utilizados para estocar y distribuir agua, tanto para el consumo doméstico como para el desarrollo de la agricultura irrigada.

## 1.2 Clima

La localización del territorio brasileño en el borde occidental del Océano Atlántico, aliado a las variaciones verificadas en

su relevo, condiciona en diferentes características a los macrosistemas atmosféricos, ya sean continentales u oceánicos, imprimiendo una diversidad de dominios climáticos que varían del ecuatorial al subtropical, con graduaciones de tipos y subtipos producidos por la variabilidad geocológica existente en el país.

América del Sur se extiende desde los trópicos hasta latitudes medias y está afectada por los regímenes tropical, subtropical y de latitudes medias. Una de las principales características de la región tropical de América del Sur es el bosque amazónico, el cual contribuye para la humedad y la precipitación de la región y también para el balance de energía del planeta. En el verano del Hemisferio Sur, esa región presenta una fuerte convección, principalmente en la Amazonia Central; en el invierno, la actividad convectiva se desplaza para el noroeste, alcanzando a América Central.

El clima de América del Sur presenta una variabilidad interanual, la cual puede ser observada por las diferencias en el flujo del viento, nebulosidad, precipitación y comportamiento de sistemas sinópticos. Uno de los factores de gran escala responsable por la variabilidad climática es la llegada del episodio "El Niño" Oscilación Sur - ENOS (calentamiento de las aguas del Océano Pacífico). América del Sur está influenciada por el ENOS directamente e indirectamente por la

variación en la circulación atmosférica. Directamente, por el aumento de la convección en la región del Pacífico Ecuatorial Este, la cual afecta el área tropical oeste del continente. El desplazamiento e intensidad de la circulación de Walker, la configuración de la teleconexión *Pacific North America* - PNA y el desplazamiento para el norte de la célula de Hadley están relacionados a las condiciones secas de la región Noreste de Brasil. La intensificación de la corriente subtropical aumentando la convección de los sistemas frontales y situaciones de bloqueo están relacionados a las inundaciones en las regiones Sur y Sudeste de Brasil. Otras anomalías a gran escala afectan a América del Sur, como trenes de olas persistentes y configuraciones con un número de ola tipo tres y cuatro alrededor del Hemisferio Sur.

La actividad convectiva sobre la región central y el oeste de América del Sur está asociada a una circulación anticiclónica en altos niveles, la cual, en el verano (Hemisferio Sur), es denominada Alta de Bolivia. La misma está asociada al fuerte calentamiento en la superficie, movimiento ascendente y divergencia en altos niveles. La convección sobre esa región también se asocia en algunos períodos de verano y primavera con una persistente banda de nebulosidad con orientación NO-SE, llamada Zona de Convergencia del Atlántico Sur.

La parte noreste del continente tiene una variabilidad interanual y anual alta, en términos de precipitación. Esa región es afectada por la Zona de Convergencia Intertropical - ZCIT, vórtices ciclónicos en altos niveles, disturbios del este, líneas de inestabilidad asociadas a la brisa marítima y a la aproximación de sistemas frontales sobre el océano. El sur y el sudeste son afectados por sistemas frontales, vórtices ciclónicos en altos niveles y complejos convectivos de mesoescala. Esos son afectados por la corriente subtropical y por la corriente en bajos niveles.

### 1.2.1 Climatología de Precipitación y Temperatura

Brasil, por ser un país de gran extensión territorial, posee diferenciados regímenes de precipitación y de temperatura. De norte a sur, hay una gran variedad de climas con distintas características regionales. En la región Norte del país, se verifica un clima ecuatorial lluvioso, prácticamente sin estación seca. En la región Noreste, la estación lluviosa, con bajos índices pluviométricos, se restringe a pocos meses, caracterizando un clima semiárido. Las regiones Sudeste y Centro-Oeste sufren influencia tanto de sistemas tropicales como de latitudes medias, con una estación seca bien definida en el invierno y una estación lluviosa de verano con lluvias convectivas. La región Sur de Brasil, debido a su localización latitudinal, sufre más influencia de los sistemas de latitudes medias, donde los

sistemas frontales son los principales causadores de lluvias durante el año.

En relación a las temperaturas, se observan en las regiones Norte y Noreste temperaturas elevadas, con poca variabilidad durante el año, caracterizando al clima como caliente en esas regiones. En las medias latitudes, la variación de la temperatura a lo largo del año es muy importante para la definición del clima. En el período de invierno, hay mayor penetración de masas de aire frío de altas latitudes, lo que contribuye a la predominancia de bajas temperaturas.

Debe resaltarse que la tecnología moderna permitió una cierta superación de los condicionantes climáticos al posibilitar la expansión de culturas temperadas en áreas de temperaturas más elevadas y de baja precipitación.

### Región Norte

La región Norte posee una homogeneidad espacial y periódica de temperatura, lo que no ocurre en relación a la pluviosidad. Esa es la región con el mayor total pluviométrico anual, siendo más notable en la costa de Amapá, en la boca del río Amazonas y en el sector occidental de la región, donde la precipitación excede los 3.000 mm. En esa región son encontrados tres centros de precipitación abundante. El primero está localizado en el noroeste de la Amazonia, con lluvias superiores a los 3.000 mm/año. La existencia de ese centro está asociada a la condensación del aire húmedo traído por los vientos del este de la Zona de Convergencia Intertropical - ZCIT, que son elevados cuando el flujo sube los Andes (NOBRE, 1983). El segundo centro está localizado en la parte central de la Amazonia, cercano a los 5° S, con precipitación de 2.500 mm/año, y el tercero, en la parte este de la base Amazónica, próximo a Belém, con precipitación de 2.800 mm/año.

Fueron documentados (MARENGO, 1995) tres regímenes de lluvias en la región norte de América del Sur: uno en el noroeste de América del Sur, donde la lluvia es abundante durante todo el año, alcanzando el máximo en abril, mayo y junio, con más de 3.000 mm/año; un segundo en una banda zonalmente orientada, extendiéndose hasta la parte central de la Amazonia, donde la estación lluviosa se da en marzo, abril y mayo; y el tercero en la parte sur de la región Amazónica, donde el pico de lluvias llega en enero-febrero-marzo. La lluvia en el noroeste de la Amazonia puede ser entendida como una respuesta a la fluctuación dinámica del centro casi permanente de convección en esa región (MARENGO & HASTENRATH, 1993).

La estación lluviosa de la región Norte (diciembre, enero y febrero) cambia progresivamente entre los meses de enero, febrero y marzo, en el sur de la Amazonia, a los meses de abril, mayo y junio, en el noroeste de la cuenca Amazónica. Esa variación parece estar relacionada a la posición de la ZCIT, ya que los núcleos de precipitaciones migran de la parte central del país, en el verano austral, para el sector noroeste de América del Sur en el invierno austral, acompañando la migración anual de la convección profunda. Estaciones localizadas en el Hemisferio Norte, como Oiapoque (3°N 60°W), exhiben el máximo de lluvias durante el invierno austral (junio, julio y agosto) y el mínimo durante el verano austral (diciembre, enero y febrero) (RAO & HADA, 1990).

En relación a la temperatura, durante el invierno del Hemisferio Sur, toda la zona meridional de la región Norte, en especial el sudoeste de la región (Acre, Rondônia y parte del Amazonas), es frecuentemente invadida por anticiclones originarios de altas latitudes, que atraviesan la Cordillera de los Andes al sur de Chile. Algunos son excepcionalmente intensos, pudiendo llegar a provocar una baja notable en las temperaturas (NIMER, 1979). En virtud de la alta humedad relativa e intensa nebulosidad que caracterizan a la región, no son registradas temperaturas máximas diarias excesivas durante el año.

### **Región Noreste**

Llevando en cuenta el régimen de lluvias, hay sobre la región el Noreste - NE, una alta variedad climática, pudiéndose verificar desde el clima semiárido en el interior de la región, con una precipitación acumulada inferior a los 500 mm/año, hasta el clima lluvioso, observado principalmente en la costa este de la región, con una precipitación acumulada anual superior a los 1.500 mm (KOUSKY & CHU, 1978). La parte norte de la región recibe entre 1.000 y 1.200 mm/año (HASTENRATH & HELLER, 1977).

Así como en la región Norte, gran parte de la región Noreste también posee una elevada homogeneidad periódica y espacial de la temperatura. Solamente en el sur de Bahia es verificada una mayor variabilidad periódica de la temperatura, derivada de la penetración de las masas relativamente frías en los meses de invierno.

Diferentes regímenes de lluvias son identificados en el Noreste. En el norte de la región, la principal estación lluviosa es de marzo a mayo. En el sur y sudeste las lluvias se dan principalmente durante el período de diciembre a febrero, y en el este, la estación lluviosa es de mayo a julio. La principal estación lluviosa de la región Noreste, incluyendo el norte y el este de la región, equivale al 60% de la lluvia anual,

siendo de abril a julio, y la estación seca, para la mayor parte de la región, se da entre septiembre y diciembre (RAO *et al.*, 1993). Las imágenes de satélite muestran la importancia de los disturbios del este en la precipitación de la región Noreste (YAMAZAKY & RAO, 1977). Se observa que esos disturbios se propagan sobre el Océano Atlántico, en dirección al continente, durante el otoño y el invierno (CHAN, 1990).

Las variaciones interanuales de lluvias en el este de la región Noreste pueden ser atribuidas a las anomalías en la posición e intensidad de la ZCIT, causadas por anomalías positivas en la temperatura de la superficie del mar del Atlántico Sur (MOURA & SHUKLA, 1981; NOBRE, 1994) y por El Niño en el Pacífico Ecuatorial.

### **Región Sur**

La distribución anual de las lluvias sobre la región Sur de Brasil se da de forma bastante uniforme. A lo largo de casi todo su territorio, el promedio anual de precipitación varía de 1.250 a 2.000 mm. Solamente algunas áreas se encuentran fuera de ese límite pluviométrico. Arriba de los 2.000 mm/año, están incluidas la costa del estado de Paraná, el oeste del estado de Santa Catarina y el área cercana a São Francisco de Paula, en el estado de Rio Grande do Sul. Valores por debajo de los 1.250 mm/año están limitados a la costa sur de Santa Catarina y al norte de Paraná (NIMER, 1979). Puede concluirse que el relevo, por sus características generales suaves, no ejerce una gran influencia en la distribución pluviométrica. La temperatura, por su lado, ejerce un papel en el mismo sentido de la precipitación, reforzando la uniformización climática en la región Sur del país. Sin embargo, esa es la región de Brasil con mayor variabilidad térmica a lo largo del año.

Algunos fenómenos atmosféricos que actúan sobre esa región son esenciales en la determinación de la climatología de temperatura y precipitación. Entre los más importantes, podemos citar el pasaje de sistemas frontales sobre la región, que son responsables por gran parte de los totales pluviométricos registrados (OLIVEIRA, 1986). La trayectoria de esos sistemas está íntimamente relacionada al posicionamiento e intensidad de la corriente subtropical de América del Sur. Algunos estudios (KOUSKY & CAVALCANTI, 1984) resaltaron la importancia de esa corriente en la precipitación.

Los cavados invertidos se sitúan, en su mayoría, sobre los estados de Rio Grande do Sul y Santa Catarina, extendiéndose hasta Argentina y Paraguay y son más frecuentes durante el verano y la primavera del Hemisferio Sur (FERNANDES & SATYAMURTY, 1994), teniendo orientación del eje en la dirección noroeste-sudeste (NO-SE), paralelamente a la super-



ficie frontal, siendo responsables por el desarrollo de tiempo severo sobre las regiones afectadas.

Los sistemas convectivos de mesoescala también son responsables por elevados totales de precipitación sobre esta región, así como en el sur de las regiones Sudeste y Centro-Oeste (CUSTÓDIO & HERDIES, 1994).

Los vórtices ciclónicos de aire frío, que se forman en la retaguardia de algunos frentes fríos, están frecuentemente asociados a significativos índices de precipitación (MATSUMOTO *et al.*, 1982). Algunos estudios (SILVA DIAS & HALLAK, 1994) buscaron establecer los indicios precursores de las fases iniciales de ese fenómeno.

La presencia de ciclogénesis y frontogénesis sobre la región sur de Brasil también es un factor preponderante en la determinación de la climatología de la precipitación y de la temperatura de esta región. Estudios estadísticos (GAN & RAO, 1991) muestran que la mayor frecuencia de ciclogénesis se da sobre Uruguay durante el invierno del Hemisferio Sur. En promedio hay cerca de 60 ciclogénesis sobre la región Sur cada año.

En relación a la temperatura, las heladas pueden ser consideradas como uno de los principales fenómenos atmosféricos que actúan en la región sur de Brasil, pues están asociadas a temperaturas del aire menores a 0°C, con formación de hielo en las superficies expuestas.

### **Regiones Sudeste y Centro-Oeste**

Las regiones Sudeste y Centro-Oeste, debido a sus localizaciones latitudinales, se caracterizan por ser regiones de transición entre los climas calientes de latitudes bajas y los climas mesotérmicos de tipo temperado de las latitudes medias (NIMER, 1979). El sur de las regiones Sudeste y Centro-Oeste está afectado por la mayoría de los sistemas sinópticos que alcanzan al sur del país, con algunas diferencias en términos de intensidad y periodicidad del sistema. Los cavados invertidos actúan principalmente durante el invierno (FERNANDES & SATYAMURTY, 1994), provocando condiciones de tiempo

moderado, especialmente sobre el estado de Mato Grosso do Sul y São Paulo. Vórtices ciclónicos en altos niveles, oriundos de la región del Pacífico, se organizan con intensa convección asociada a la inestabilidad causada por la corriente subtropical. Líneas de inestabilidad prefrontales, generadas a partir de la asociación de factores dinámicos a gran escala y características de mesoescala, son responsables por intensas precipitaciones (CAVALCANTI *et al.*, 1982).

Especialmente sobre la región Centro-Oeste, la Alta de Bolivia, generada a partir del fuerte calentamiento convectivo (liberación de calor latente) de la atmósfera durante los meses de verano del Hemisferio Sur (VIRJI, 1981), es considerada como un sistema típico semiestacionario de la región. Una situación estacionaria de la circulación a gran escala en latitudes medias puede influir directamente en la precipitación y temperatura sobre la región Sudeste, dependiendo de que la región esté o no siendo afectada por sistemas asociados al flujo ondulatorio de la atmósfera. Ese tipo de situación es denominado como "bloqueo", afectando a la región Sudeste y también a la región Sul de Brasil.

Las regiones Sudeste y Centro-Oeste son caracterizadas por la presencia de sistemas que asocian características de sistemas tropicales con sistemas típicos de latitudes medias. Durante los meses de mayor actividad convectiva, la Zona de Convergencia del Atlántico Sur - ZCAS es uno de los principales fenómenos que influyen en el régimen de lluvias de esas regiones (QUADRO & ABREU, 1994). El hecho de que la banda de nebulosidad y lluvias permanezcan semiestacionarias por días seguidos favorece la posibilidad de inundaciones en las áreas afectadas.

En general, la precipitación se distribuye uniformemente en esas regiones, con la precipitación media anual acumulada variando aproximadamente entre los 1.500 y los 2.000 mm. Dos núcleos máximos son registrados en la región Central de Brasil y en la costa de la región Sudeste, mientras que en el norte del estado de Minas Gerais se verifica una relativa escasez de lluvias a lo largo del año.

### 1.3 Economía

En el Cuadro 1.2 están indicados los valores del Producto Bruto Interno y de la población en Brasil en 1970, 1980 y en el período de 1990 al 2008.

**Cuadro 1.2 Producto Bruto Interno - PBI y población de Brasil, 1970-2008**

	PIB		População		PIB/hab.	
	Bilhão US\$2007/ano	Taxa anual	Milhão de habitantes	Taxa anual	mil US\$2007/hab.	Taxa anual
1970	310,5		93,1		3,33	
1980	710,4		119,0		5,97	
1990	830,5		144,8		5,74	
1991	839,1	1,0%	146,8	1,4%	5,71	-0,4%
1992	835,1	-0,5%	148,9	1,4%	5,61	-1,8%
1993	874,1	4,7%	150,9	1,4%	5,79	3,2%
1994	920,7	5,3%	153,0	1,4%	6,02	3,9%
1995	961,4	4,4%	155,0	1,3%	6,20	3,0%
1996	982,1	2,2%	157,1	1,3%	6,25	0,8%
1997	1015,2	3,4%	160,3	2,0%	6,34	1,3%
1998	1015,6	0,0%	163,4	2,0%	6,21	-1,9%
1999	1018,2	0,3%	166,6	1,9%	6,11	-1,7%
2000	1062,0	4,3%	169,8	1,9%	6,25	2,3%
2001	1075,9	1,3%	171,8	1,2%	6,26	0,1%
2002	1104,5	2,7%	173,9	1,2%	6,35	1,5%
2003	1117,2	1,1%	175,9	1,2%	6,35	0,0%
2004	1181,0	5,7%	177,9	1,2%	6,64	4,5%
2005	1218,3	3,2%	179,9	1,1%	6,77	2,0%
2006	1266,7	4,0%	182,0	1,1%	6,96	2,8%
2007	1338,5	5,7%	184,0	1,1%	7,27	4,5%
2008	1406,5	5,1%	186,0	1,1%	7,56	3,9%
1990/2005	-	3,6%	-	1,5%	-	-

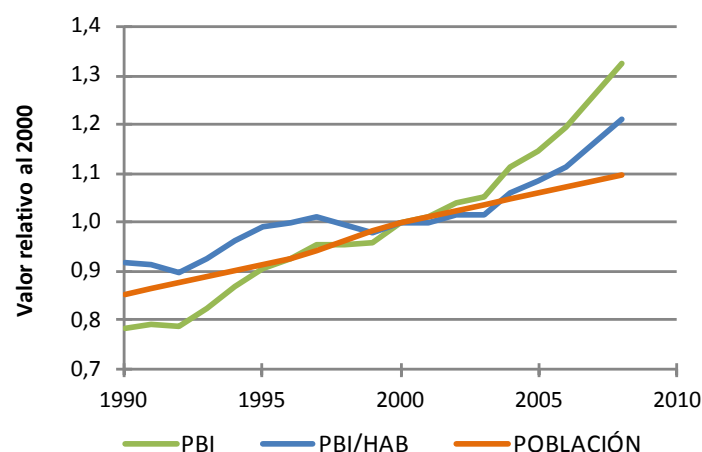
Fuente: Elaborado a partir de datos del IBGE, 2009b.

La década de 1990 presentó un bajo crecimiento de la economía, presentando inclusive, en su año inicial, una caída del 5,74% en el PBI por habitante. Los primeros años de esta década fueron marcados en Brasil por un fuerte proceso inflacionario, con tasas mensuales de dos dígitos, que solo fue debelado a partir de julio de 1994 con la adopción del Plan Real, que creó una nueva moneda, el Real, e instituyó un nuevo régimen monetario y cambiario. Simultáneamente, el Gobierno Federal condujo un exitoso proceso de desindexación de la economía con el objetivo de eliminar la memoria inflacionaria de los agentes económicos.

Esta nueva fase de la historia económica brasileña, sin embargo, no quedó libre de problemas. Una serie de crisis externas puso en riesgo la sustentabilidad del Plan Real, llevando al gobierno a usar las políticas monetaria y cambiaria para frenar el consumo doméstico y apreciar la tasa de cambio (NEUTZLING, 2007). En 1999, Brasil ingresa en la era de la política de cambio flotante, pasando a adoptar, oficialmente, el régimen de metas de inflación, que consiste en un arreglo institucional en el cual el compromiso con la estabilidad de precios es el principal objetivo de la política monetaria. Con eso, el país abandonó el control estricto sobre la evolución de la tasa de cambio, política conocida como ancla cambiaria, y que caracterizó la primera fase del Plan Real.

Los datos de crecimiento del PBI en Brasil demuestran una elevada volatilidad, a pesar de haber un creciente dinamismo de la economía. A partir del 2003, se verifica una tendencia de crecimiento del PBI y del PBI *per capita* muy superior al crecimiento poblacional, conforme se puede verificar en la Figura 1.5.

**Figura 1.5 Evolución del PBI, población y PIB/habitante en Brasil**



Fuente: Elaborado a partir de datos del IBGE, 2009b.

Entre 1990 y el 2005, la población brasileña creció un 24,3%, lo que corresponde a una tasa anual del 1,5%. En este mismo período, el PBI del país pasó de US\$ 830,5 mil millones a US\$ 1.218,3 billones, equivalente a un crecimiento del 46,7%, representando una tasa anual de crecimiento del 3,6%.

Las Cuentas Nacionales del IBGE pasaron por modificaciones importantes que alteraron, inclusive, valores anuales del crecimiento del PBI (IBGE, 2009b). El IBGE publicó los valores a partir del año 2000 y adoptó lo que denominó como "retropolación"<sup>4</sup> hasta 1995.

<sup>4</sup> Vide [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/pdf/22\\_retropolacao.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/pdf/22_retropolacao.pdf).

Debe igualmente resaltarse que las cuentas regionales, elaboradas trimestralmente, fueron también alteradas en relación a los del período anterior, en la subdivisión por actividades a partir del 2002 (IBGE, 2009b). Los valores de la serie anterior están disponibles de 1985 hasta el 2003, habiendo, por lo tanto, superposición de los años 2002 y 2003 por los dos criterios.

En la evaluación del consumo energético y de las emisiones de gases de efecto invernadero es siempre útil comparar los valores estimados con los indicadores de la actividad económica en los mismos sectores o actividades. Eso tiene más sentido cuando es posible disponer de una serie temporal larga.

Otro factor importante que debe ser considerado es que las clasificaciones del balance trimestral del IBGE, así como la de algunos balances en los estados brasileños, no presentan posibilidades de establecer una correlación entre los datos económicos y los energéticos más abierta que en los tres macro-sectores indicados.

En el Cuadro 1.3 puede observarse que hubo un cambio significativo en el cálculo de la participación de los sectores de la economía en el PBI brasileño, sobre todo en aquellos referentes a la industria y servicios. En relación al comportamiento anual, se nota una reducción de la participación de la agropecuaria dando lugar principalmente al sector de servicios.

**Cuadro 1.3 - Planillas de participación "retropoladas"**

	Valores "Retropolados" (normalizados) (en %)			
	Agropecuaria	Industria	Servicios	Total
1990	5,4	26,8	67,8	100
1991	4,9	25,1	70,0	100
1992	4,4	24,9	70,7	100
1993	4,4	24,0	71,6	100
1994	6,7	26,1	67,3	100
1995	5,7	24,5	69,8	100
1996	5,5	24,7	69,9	100
1997	5,2	24,9	70,0	100
1998	5,3	24,0	70,7	100
1999	5,3	25,1	69,6	100
2000	5,1	26,9	68,0	100
2001	5,7	27,0	67,4	100
2002	6,6	27,1	66,3	100
2003	7,4	27,8	64,8	100
2004	6,9	30,1	63,0	100
2005	5,7	29,3	65,0	100
2006	5,5	28,8	65,8	100

Fuente: Elaboración de la e&e a partir de datos del IBGE, Cuentas Nacionales 2009b.

Los datos macroeconómicos de Brasil y de su balanza comercial lo caracterizan como a un país urbano-industrial que participa en el capitalismo mundial principalmente a partir de la exportación de alimentos. La balanza comercial del agronegocio brasileño en el año de 2008, cerró con US\$ 60 mil millones, representando un 36,3% de las exportaciones, además de emplear al 37% de los trabajadores brasileños (GIRARDI, 2008).

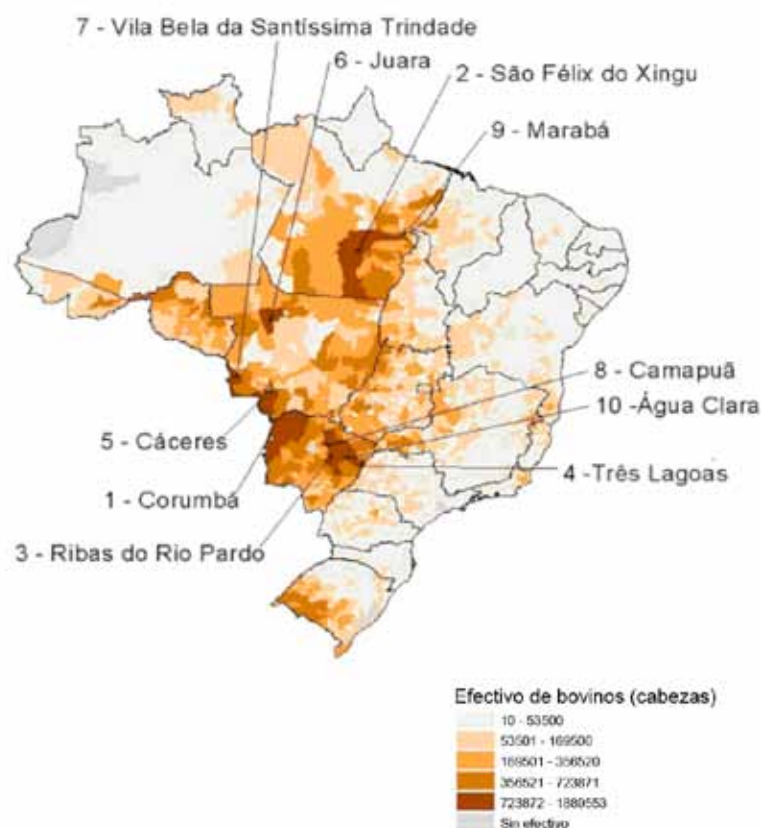
En el 2008, el comercio exterior brasileño se mantuvo en expansión, posibilitando al país alcanzar la 22ª posición entre los principales países exportadores mundiales y la 24ª posición entre los principales importadores. Debe registrarse que en los últimos dos meses del 2008 el flujo de comercio de exportación e importación presentó una caída en relación a la expansión verificada hasta octubre, debido a la crisis financiera internacional, lo que llevó a una reducción de los precios internacionales de *commodities* agrícolas y minerales y de la demanda por bienes (DANTAS *et al.*, 2009).

Una serie de factores garantizó el avance de la agricultura brasileña en los últimos años: recursos naturales (suelo, agua y luz) abundantes, diversidad de productos, una tasa de cambio relativamente favorable hasta el 2006 (después la valorización del real perjudicó la rentabilidad), el aumento de la demanda de los países asiáticos y el crecimiento de la productividad de la siembra.

Brasil ocupa el primer lugar en el *ranking* de exportación en varios productos agropecuarios: caña de azúcar, carne bovina, carne de pollo, café, jugo de naranja, tabaco y alcohol. También ocupa el segundo lugar en soja y maíz y está en la cuarta posición de mayor exportador de carne porcina. El país, sin embargo, todavía está distante de ser el mayor exportador de alimentos del mundo, como usualmente se propaga.

En el sector agropecuario se destaca la evolución de la producción animal, cabiendo notar que en el 2005 el principal rebaño era el bovino, con 207,2 millones de cabezas; seguido por el porcino, con 34,1 millones de cabezas; el ovino, con 15,6 millones; el caprino, con 10,3 millones; el equino, con 5,8 millones; y el bubalino, con 1,2 millones de cabezas. El total de gallinas, gallos, pollos y pollitos en el mismo año alcanzó los 812,5 millones.

**Figura 1.6 Distribución espacial del rebaño de bovinos en el territorio brasileño, con destaque para los diez principales municipios - 2005**



Fuente: IBGE, 2010. Disponible en: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=499&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=499&id_pagina=1)>

## 1.4 Desarrollo Social

Esta sección examina el estado del desarrollo social en el país, basada en la variación del índice de desarrollo humano (IDH) de acuerdo a los siguientes datos: del Informe sobre el Desarrollo Humano 2009 (PNUD, 2009); del análisis del Instituto de Investigación Económica Aplicada sobre la Investigación Nacional por Muestra de Domicilios 2008 del IBGE (IPEA, 2009); y del Cuarto Informe Nacional de Acompañamiento de los Objetivos del Milenio (IPEA, 2010a).

El índice de desarrollo humano - IDH, es una medida sumaria del desarrollo humano de un país. Más concretamente, se trata de un índice que mide los avances alcanzados por un país, en promedio, en lo relativo a tres dimensiones básicas: una vida larga y saludable, evaluada en base a la esperanza media de vida; acceso al conocimiento, evaluado en base a la tasa de alfabetización de adultos y a la tasa bruta combinada de escolaridad; y un nivel de vida digno, evaluado en base al

PIB *per capita* en paridad con el poder de compra - PPC<sup>5</sup>, en dólares americanos.

Esas tres dimensiones están estandarizadas en valores entre 0 y 1, y es por medio del cálculo de su media simple que se calcula el valor final del IDH. Los países son, entonces, clasificados por orden en base a ese valor, siendo que el valor máximo de IDH e igual a 1.

En comparación a los demás países de América del Sur, Brasil tenía, en 1980, uno de los peores Índices de Desarrollo Humano, superando, apenas, a Paraguay y Bolivia, sin considerar a Surinam y Guyana, cuyos datos no fueron disponibilizados. Diez años después, el país había superado apenas a

5 Paridad del poder de compra - PPC, es un método alternativo a la tasa de cambio para calcular el poder de compra de dos países. La PPC mide cuanto una determinada moneda puede comprar en términos internacionales (normalmente dólar), ya que bienes y servicios tienen diferentes precios de un país a otro. La PPC es necesaria porque la comparación de los productos brutos internos - PBI en una moneda común no describe con precisión las diferencias en prosperidad material. La PPC, contrariamente, lleva en cuenta tanto las diferencias de ingresos como también las diferencias en el costo de vida.

Perú. En el 2000, sin embargo, Brasil fue el que avanzó más rápidamente, quedando arriba de Colombia, Perú, Paraguay y Bolivia, con un índice próximo al de Venezuela. Desde la virada del milenio, el crecimiento en el IDH brasileño desacele-

ró, lo que hizo que Perú, Colombia y Ecuador nuevamente se aproximen al nivel brasileño. El IDH de Chile, de Argentina, de Uruguay y de Venezuela, en el período evaluado, fue siempre superior al de Brasil (Cuadro 1.4).

**Cuadro 1.4 Variación del Índice de Desarrollo Humano en América del Sur (1980 - 2007)**

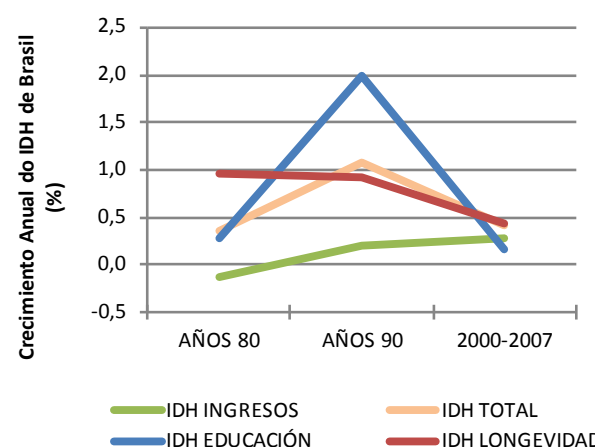
Países	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2006	2007
Chile	0,748	0,762	0,795	0,822	0,849	0,872	0,874	0,878
Argentina	0,793	0,797	0,804	0,824	.....	0,855	0,861	0,866
Uruguay	0,776	0,783	0,802	0,817	0,837	0,855	0,860	0,865
Venezuela	0,765	0,765	0,790	0,793	0,802	0,822	0,833	0,844
Brasil	0,685	0,694	0,710	0,734	0,790	0,805	0,808	0,813
Colombia	0,688	0,698	0,715	0,757	0,772	0,795	0,800	0,807
Perú	0,687	0,703	0,708	0,744	0,771	0,791	0,799	0,806
Ecuador	0,709	0,723	0,744	0,758	.....	.....	0,805	0,806
Surinam	.....	.....	.....	.....	.....	0,759	0,765	0,769
Paraguay	0,677	0,677	0,711	0,726	0,737	0,754	0,757	0,761
Bolivia	0,560	0,577	0,629	0,653	0,699	0,723	0,726	0,729
Guyana	.....	.....	.....	.....	.....	0,722	0,721	0,729

Fuente: Elaborado a partir del Informe de Desarrollo Humano 2009 (PNUD, 2009).

El IDH de Brasil tuvo un crecimiento más acelerado en los años 1990, sobre todo en la segunda mitad de la década, desacele-  
 rando su progreso de crecimiento después de la virada del milenio (Figura 1.7). De las tres dimensiones medidas por el IDH, hubo una reducción en el ritmo de la mejoría en educación y en la esperanza de vida al nacer. El subíndice de educación, que crecía al 1,99% por año en la década pasada, en este primer decenio tiene un crecimiento anual de 0,16%. En la longevidad, se pasó de una evolución anual del 0,91% en los años 1990, a tener un 0,43%, en la misma comparación. La tercera dimensión, de ingreso, tuvo una leve mejoría en esta década, pasando del 0,22% al 0,29% de crecimiento anual.

En el 2007, Brasil se mantuvo entre los países clasificados como de desarrollo humano elevado (IDH entre 0,800 y 0,899), grupo en el cual entró en el 2005. Los líderes del IDH 2007 fueron Noruega (0,971), Australia (0,970), Islandia (0,969), Canadá (0,966) e Irlanda (0,965), que están entre los 38 países o territorios clasificados por el PNUD como siendo de desarrollo humano muy elevado. Con un IDH de 0,813, Brasil tiene su posición en el ranking mundial en el 75º lugar entre 182 países y territorios evaluados.

**Figura 1.7 Tasa (%) de crecimiento anual del IDH de Brasil**



Fuente: Elaborado partir de datos presentados por MALI. Disponible en <<http://terramagazine.terra.com.br/interna/0,,OI4403000-El6578,00-Comparado+com+anos+Brasil+desacelerou+progresso+no+IDH.html>>.

La descomposición del IDH (Cuadro 1.5) muestra que Brasil tuvo un subíndice de ingreso inferior al de la media de América Latina y el Caribe y al del promedio mundial. En esperanza de vida (longevidad), Brasil supera el promedio global, pero no el nivel latinoamericano. Educación es el indicador brasileño que está más próximo a 0,900 (IDH muy elevado) y más se distancia de la

media mundial. La reducción de crecimiento en este índice, por lo tanto, ya era de alguna forma esperada, considerando que no es posible obtener una gran mejoría proporcional en indicadores que se aproximan, cada vez más, a 100%. Aun así, todavía hay espacio para crecer en los criterios usados para medir la escolaridad (tasa de alfabetización e inscripción escolar bruta).

**Cuadro 1.5 Índice de Desarrollo Humano 2007 y sus componentes**

	IDH 2007	IDH Longevidad	IDH Educación	IDH Ingreso
Brasil	0,813	0,787	0,891	0,761
América Latina y Caribe	0,821	0,806	0,886	0,770
Países IDH muy elevado	0,955	0,918	....	0,988
Países IDH elevado	0,833	0,790	0,902	0,807
Países IDH medio	0,686	0,698	0,744	0,614
Países IDH bajo	0,423	0,434	0,477	0,359
Mundo	0,753	0,708	0,784	0,768

Fuente: Elaborado a partir del Informe de Desarrollo Humano 2009. PNUD, 2009.

Los datos de esperanza media de vida, presentados en el Cuadro 1.6, se refieren al número de años que se puede esperar que un recién nacido viva en caso de que se mantengan los niveles de las tasas de mortalidad específicas de cada edad existentes al momento de su nacimiento. La esperanza media de vida del brasileño en el 2007 era de 72,2 años, superior a la media mundial; sin embargo, 7,9 años inferior a la media de los países de IDH muy elevado, quedando abajo, inclusive, de la media de los países de América Latina y el Caribe. La esperanza de vida al nacer tiene correlación positiva con la infraestructura, requisito que aún precisa ser muy mejorado en Brasil para que este indicador crezca.

**Cuadro 1.6 Esperanza media de vida y Producto Bruto Interno per capita en términos de Poder de Paridad de Compra - PPC 2007**

	Esperanza media de vida (años)	PBI per capita (PPC en US\$)
Brasil	72,2	9.567
América Latina y Caribe	73,4	10.077
Países IDH muy elevado	80,1	32.272
Países IDH elevado	72,4	12.569
Países IDH medio	66,9	3.963
Países IDH bajo	51,0	862
Mundo	67,5	9.972

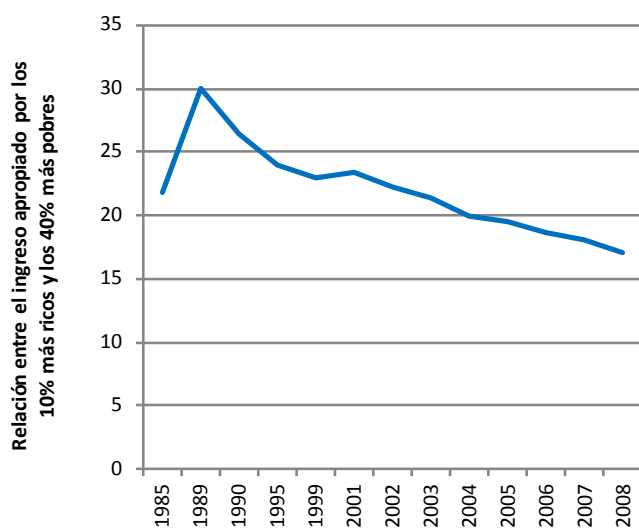
Fuente: Elaborado a partir del Informe de Desarrollo Humano 2009. PNUD, 2009.

Se Observa además, por los datos del Cuadro 1.6, que en el 2007 el Producto Bruto Interno per capita de Brasil (US\$ 9.567, en PPC) era inferior a la media de su grupo, los países de IDH elevado (US\$ 12.569), y muy inferior a la media del grupo de países de IDH muy elevado (US\$ 32.272), presentándose inferior, inclusive, a la media de América Latina y el Caribe y a la media mundial.

#### 1.4.1 Grado de Desigualdad: Brasil en el Mundo

Brasil presentaba, en el inicio de la década de 1990, uno de los mayores grados de desigualdad del mundo, donde el ingreso medio de los 10% más ricos era casi treinta veces mayor que el ingreso medio de los 40% más pobres (BRASIL, 2004). A partir del 2001 el grado de desigualdad de ingreso en Brasil cayó de forma acentuada y continua, alcanzando una reducción de 6,21 puntos en el 2008. (Figura 1.8).

**Figura 1.8 Evolución de la desigualdad en el ingreso domiciliar per capita en Brasil, según la relación entre los 10% más ricos y los 40% más pobres, de 1985 al 2008)**



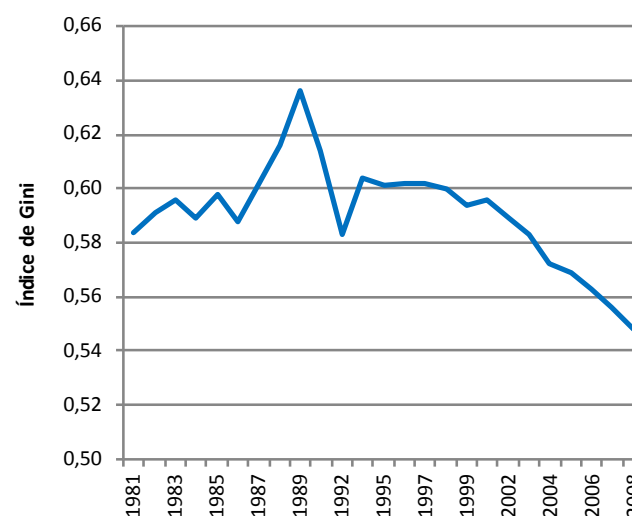
Fuente: Elaborado a partir de datos del IPEADATA. Disponible en: <<http://www.ipeadata.gov.br>>.

Los resultados obtenidos por medio de otro indicador, el índice de Gini, que es la medida de la desigualdad del ingreso más utilizada en el mundo, muestran el mismo comportamiento de disminución acentuada de la desigualdad en la distribución del ingreso entre el 2001 y el 2008 (Figura 1.9). El grado de concentración del ingreso en Brasil cayó un 8,1% entre el 2001 y el 2008, pasando de 0,596 a 0,548, cuando alcanzó el menor valor registrado en el país desde 1977, correspondiendo a una tasa de reducción media anual del 1,2%. Desde el inicio de los años 1980, hasta el 2001, el índice de Gini oscilaba cercano a 0,600, comportamiento que mantuvo a Brasil entre los países de mayor desigualdad de ingresos del mundo.

A pesar de esa acentuada caída, la desigualdad de distribución del ingreso brasileño permanece extremadamente elevada. Según el Informe de Desarrollo Humano 2009 del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, en el 2007 Brasil presentaba la 10ª posición en el *ranking* de mayor desigualdad en la distribución de ingreso en una lista de 182 países y territorios evaluados, superando apenas a Colombia, Bolivia, Haití, Honduras, Botsuana, Namibia, Sudáfrica, Comoras y Angola.

Es necesario aclarar, sin embargo, conforme es citado en documento editado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2010), que la desigualdad no es un problema apenas de los países en desarrollo.

**Figura 1.9 Evolución de la desigualdad en el ingreso domiciliar per capita en Brasil, según el Índice de Gini, de 1981 al 2008**



Fuente: Elaborado a partir de datos del IPEADATA. Disponible en: <<http://www.ipeadata.gov.br>>.

#### 1.4.2 Evolución de la Proporción de Pobres, Hambre y Desnutrición Infantil en Brasil

El primer y principal Objetivo de Desarrollo del Milenio - ODM<sup>6</sup> es la erradicación de la extrema pobreza y del hambre en el mundo. Para realizar ese objetivo, la Cúpula del Milenio<sup>7</sup> estableció dos metas a ser alcanzadas hasta el 2015. La primera es la reducción del nivel de incidencia de la pobreza extrema en la población mundial a la mitad de lo observado en 1990; la segunda es la reducción, a la mitad, de la proporción de personas que pasan hambre.

Las metas de reducción de la pobreza extrema y del hambre no se aplican a los países individualmente, sino al mundo. Las mismas pueden ser alcanzadas aunque algunos países no lo logren, siempre y cuando otros países tengan un desempeño óptimo y las superen. En ese contexto, Brasil ha intentado hacer más que su parte para que el mundo alcance el pri-

6 Los Objetivos de Desarrollo del Milenio - ODM surgieron de la Declaración del Milenio de las Naciones Unidas, adoptada por 191 Estados Miembros el día 8 de septiembre de 2000. La Declaración del Milenio trae una serie de compromisos concretos que, si son cumplidos en los plazos fijados, según los indicadores cuantitativos que los acompañan, deberán mejorar el destino de la humanidad en el siglo XXI. Erradicar la extrema pobreza y el hambre; educación básica de calidad para todos; promover la igualdad entre los sexos y la autonomía de las mujeres; reducir la mortalidad infantil; mejorar la salud de las gestantes; combatir el SIDA, la malaria y otras enfermedades; garantizar la sustentabilidad ambiental; y establecer una cooperación mundial para el desarrollo son los ocho Objetivos de Desarrollo presentados en la Declaración del Milenio, y que se pretende alcanzar hasta el 2015.

7 La Cúpula del Milenio se refiere al encuentro de los 191 Jefes de los Estados Miembros de la Organización de las Naciones Unidas, realizado entre los días 6 y 8 de septiembre del 2000, en el cual fueron establecidos los Objetivos de Desarrollo del Milenio y sus respectivas metas.

mer Objetivo de Desarrollo del Milenio, estableciendo para si metas más ambiciosas que las acordadas por la comunidad internacional, o sea, reducir la pobreza extrema a un cuarto del nivel de 1990 y la erradicación del hambre hasta el 2015.

De acuerdo al Cuarto Informe Nacional de Acompañamiento de las Metas de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (IPEA, 2010a), la meta brasileña de reducir la pobreza extrema a un cuarto del nivel de 1990 fue alcanzada en el 2007 y superada en el 2008.

En 1990, el 25,6% de los brasileños tenían un ingreso domiciliar *per capita* abajo de la línea de pobreza internacional de US\$ 1,25 PPC/día, o sea, uno de cada cuatro brasileños tenía un ingreso diario cuyo poder de compra en el mercado local era inferior al poder de compra de US\$ 1,25 en Estados Unidos. La reducción de la pobreza extrema desde 1990 fue de tal orden que, en el 2008, apenas el 4,8% de la población (uno de cada 20 brasileños) eran pobres según el criterio internacional (Figura 1.10).

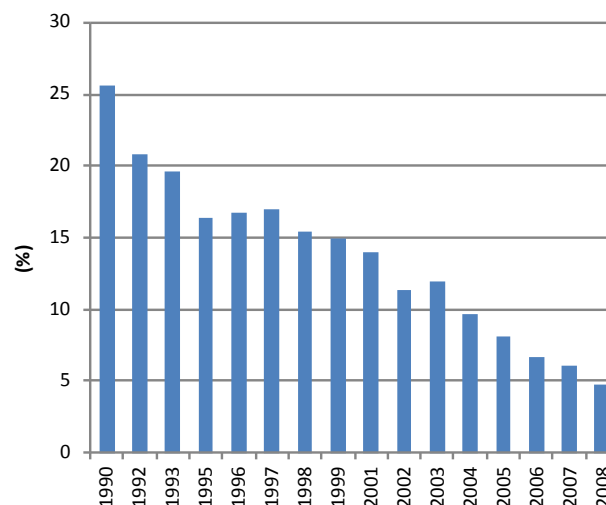
La reducción acentuada de la pobreza extrema es mejor comprendida en su expresión poblacional (Figura 1.11). De 1990 al 2008, mientras que la población brasileña creció de 141 millones a cerca de 186,9 millones, la población extremadamente pobre disminuyó de 36,2 a 8,9 millones de personas. En el 2008, había un cuarto de los pobres existentes en 1990 y poco más de un tercio de los existentes en 1995.

El principal indicador de la segunda meta, reducción del hambre en el mundo, es el porcentaje de niños de cero a cuatro años con peso abajo del esperado para su edad, teniendo como referencia las curvas de crecimiento de niños saludables y bien alimentados de la Organización Mundial de la Salud. En 1996, el 4,2% de los niños brasileños de cero a cuatro años tenían un peso bien abajo del esperado para su edad. En el 2006, ese porcentaje había sido reducido a menos de la mitad, pasando al 1,8%. (IPEA, 2010a).

Las informaciones sobre los niños con menos de dos años de edad atendidas por los equipos de la Estrategia Salud de la Familia - ESF<sup>8</sup> también exhiben una franca reducción de la desnutrición energético-proteica en la infancia. Ese es un dato relevante, pues, aunque no incluya a todos los niños del país, gran parte de aquellos cuyo perfil socioeconómico im-

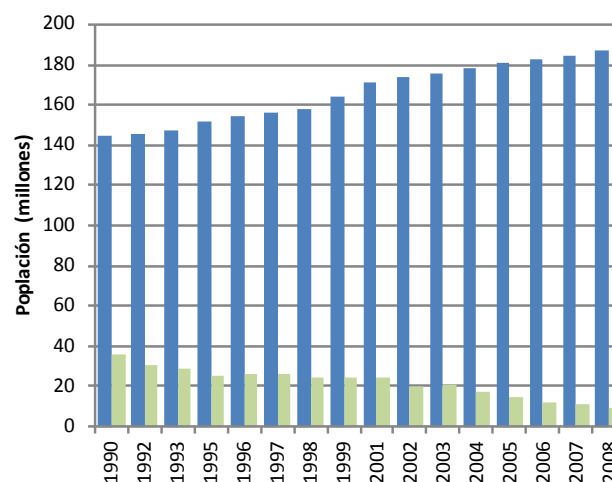
plica un mayor riesgo de desnutrición es atendida por la ESF. Entre los niños atendidos con hasta 11 meses de edad, apenas el 1,5% fueron considerados desnutridos en el 2008. En el grupo siguiente, de los 12 a los 23 meses de edad, el 2,9% estaba desnutrido (Figura 1.12).

**Figura 1.10 Porcentaje de la población sobreviviendo con menos de US\$ 1,25 PPC por día en Brasil\*, de 1990 al 2008**



\*Excluyendo a la población rural de los Estados de RO, AC, AM, RR, PA y AP. Fuentes: Ingresos: IBGE, Investigación Nacional por Muestra de Domicilios, PNAD. Factores PPC: Naciones Unidas, División de Estadísticas (Banco Mundial, ICP 2005). Inflación media anual de Brasil e de EE.UU.: Fondo Monetario Internacional, World Economic Outlook, 2009. Fuente: IPEA, 2010a.

**Figura 1.11 Población total y población sobreviviendo con menos de US\$ 1,25 PPC por día (en millones) en Brasil\*, de 1990 al 2008**

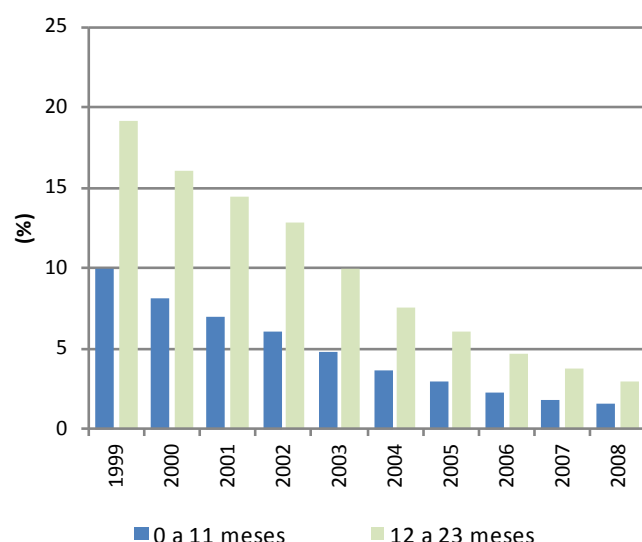


\*Excluyendo a la población rural de los estados de RO, AC, AM, RR, PA y AP. Fuentes: ingresos IBGE, Investigación Nacional por Muestra de Domicilios, PNAD. Factores PPC: Naciones Unidas, División de Estadísticas (Banco Mundial, ICP 2005). Inflación media anual de Brasil y de EE.UU.: Fondo Monetario Internacional, World Economic Outlook, 2009. Fuente: IPEA, 2010a.

8 La Estrategia Salud de la Familia - ESF, creó, en 1994, la Estrategia Salud de la Familia - ESF, fue creada por el Ministerio de Salud, con el propósito de reorganizar la práctica de la atención a la salud en nuevas bases, o sea, aproximar la salud a la familia, priorizando las acciones de prevención, promoción y recuperación de la salud de las personas de forma integral y continua. La atención es prestada en la unidad básica de salud o en los domicilios por profesionales (médicos, enfermeros, auxiliares de enfermería y agentes comunitarios de salud) que componen los equipos de la ESF. Esos profesionales y la población que participa del proyecto crean vínculos de corresponsabilidad, lo que facilita la atención a los problemas de salud de la comunidad.



**Figura 1.12 Porcentaje de niños con hasta 23 meses de edad atendidos por la Estrategia Salud de la Familia con peso abajo del esperado para esa edad en Brasil\*, de 1999 al 2008**

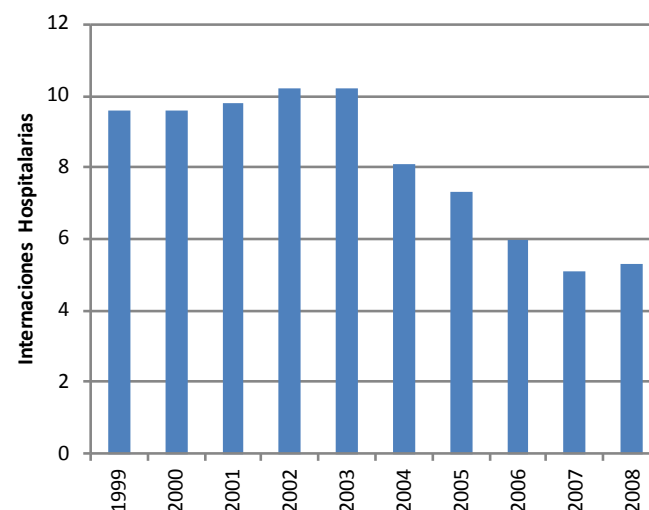


\*Solamente niños atendidos por la Estrategia Salud de la Familia. Ministerio de Salud, Secretaría de Atención a la Salud / Sistema de Informaciones de Atención Básica. Fuente: IPEA, 2010a.

Las internaciones hospitalarias de niños con hasta 11 meses de edad derivadas exclusivamente a la desnutrición, deficiencias vitamínicas y sus secuelas, son eventos menos frecuentes, habiendo sido reducidas de 9,6 por mil, en 1999, a 5,3 por mil en el 2008 (Figura 1.13).

Considerándose la disminución del porcentaje nacional de niños abajo del peso esperado en el período 1996-2006, Brasil ya superó la meta internacional de reducir el hambre a la mitad hasta y 2015. Análisis más detallados del estado nutricional de los niños de cero a cuatro años, a partir de las informaciones de la Investigación Nacional de Demografía y Salud y de otros levantamientos y registros administrativos, incluyendo indicadores adicionales como el de la adecuación de peso para la altura y de la altura para la edad, revelaron que Brasil está próximo de erradicar la desnutrición en la infancia y alcanzar su propia meta.

**Figura 1.13 Internaciones hospitalarias por desnutrición a cada 1.000 internaciones de niños de 0 a 11 meses de edad en Brasil\*, de 1999 al 2008**



\*Solamente niños internados por el Sistema Único de Salud. Ministerio de Salud, Secretaría de Atención a la Salud, Sistema de Informaciones Hospitalarias. Fuente: IPEA, 2010a.

### 1.4.3 Sistema Nacional de Políticas Sociales

Desde el final de la década de 1980, nuevas concepciones sociales pasaron a integrar la agenda pública brasileña y a orientar la formulación de las políticas sociales en el país, destacándose los siguientes puntos:

- Refuerzo de la selectividad y focalización - priorizar, en la agenda, en los recursos y en las acciones sociales, los programas para los sectores pobres, focalizando el gasto y las acciones en las necesidades básicas de los grupos más vulnerables, etaria y espacialmente localizados.
- Combinación de programas universales y selectivos - diferentemente de la oposición universalismo versus selectividad, parece haberse ampliado el entendimiento de que, en Brasil, las redes públicas de educación básica y de salud son cruciales y estratégicas, tanto por sus servicios propios como por poder recibir programas masivos. De ese modo, los programas focalizados complementarían a los universales, apoyándose mutuamente.
- Programas de ingreso mínimo - las transferencias monetarias para garantizar niveles mínimos de ingresos individuales o familiares, pasando a integrar la lista de programas de combate a la pobreza, principalmente por medio de fórmulas que acoplan objetivos de ingreso mínimo a

objetivos de mejoría de desempeño escolar y de salud de hijos menores.

- Cooperación público/privada - mayor aceptación de la participación de las organizaciones no gubernamentales en la oferta de servicios sociales, entendiéndose que, sólo, el Estado es incapaz de responder al gran desafío de la pobreza, siendo necesaria, por lo tanto, la ampliación de las iniciativas de los sectores organizados de la sociedad para la prestación de servicios sociales.
- Ampliación de programas del tipo productivo - en el diseño de nuevos programas, se registra también la preocupación creciente con aquellos que puedan contribuir para el refuerzo de la capacidad y de la productividad de los segmentos pobres en la generación de ingresos, tales como programas de capacitación, de apoyo a la micro y pequeña empresa, de apertura de frentes de trabajo.
- Ampliación de programas de acceso a la alimentación - destinados a aumentar la oferta de alimentos de elevado poder nutritivo y mejorar las condiciones de vida de las familias en situación de riesgo alimentario. En el diseño de los programas se considera al riesgo alimentario y nutricional como garantía de acceso a la alimentación todos los días, en cantidad suficiente y con la calidad necesaria.
- Programas de generación de trabajo e ingreso - representan una acción para generar, de forma sustentable, trabajo e ingresos para familias carentes, vulnerables, beneficiarias de programas sociales.

En ese contexto, con la intención de eliminar la pobreza extrema, el Gobierno Federal creó en el 2004 el Programa Bolsa Familia, buscando garantizar el derecho a la alimentación, a la salud, a la educación y a la conquista de la ciudadanía por parte de la población más vulnerable al hambre. En ese programa, el gobierno asigna el beneficio financiero directamente a las familias y ellas asumen el compromiso de mantener a sus hijos en la escuela y realizar el acompañamiento de la salud de los niños, adolescentes y gestantes.

Actualmente, las principales políticas sociales en marcha son las enfocadas al combate a la pobreza y al hambre; a la universalización y a la calificación de la educación; a la generación de empleo e ingresos para los más pobres; a la ampliación y a la mejoría de los servicios de salud; al combate a las desigualdades socioeconómicas y también a las provenientes de raza y género. Son, en resumen, políticas que tienen como foco principal la elevación de la calidad de vida de los brasileños,

especialmente de aquellos en situación de vulnerabilidad social (IPEA, 2010a).

#### **1.4.4 Desarrollo Humano y Cambios en los Estándares Demográficos.**

Una de las más importantes transformaciones estructurales de la sociedad brasileña en las últimas décadas fue el cambio de sus estándares demográficos. Ese cambio se viene dando de forma acelerada, desde el final de la década de 1960.

A pesar de las inmensas desigualdades regionales y sociales, la mortalidad de la población brasileña experimentó una baja rápida y sustentada a partir del inicio de la década de 1940, implicando un aumento de la expectativa de vida al nacer de la población, que pasó de 41 a 54 años entre las décadas de 1930 y 1960. Sin embargo, el nivel de fecundidad se mantuvo alto hasta mediados de la década de 1960, declinando solamente en las regiones Sur y Sudeste (aunque de forma discreta) y manteniéndose constante o hasta aumentando en las regiones Norte, Noreste y Centro-Oeste. Así, la tasa de fecundidad total cayó apenas de 6,5 a 5,3 hijos por mujer durante ese período. El resultado de esa evolución fue un sensible aumento de la tasa media de crecimiento de la población, que pasó de 2,4% en la década de 1940 a 3,0% en la década de 1950 y 2,9% en la década de 1960.

Como la población brasileña se mantuvo básicamente cerrada, es decir, sin una entrada y salida significativa de inmigrantes, y con niveles de fecundidad altos y bastante estables, su distribución etaria permaneció aproximadamente constante y joven entre 1940 y 1970, a pesar de la rápida caída de la mortalidad y de la aceleración de su ritmo de crecimiento. De esa forma, durante todo aquel período, un 52% de la población tenía menos de 20 años de edad.

En el final da década de 1960, se inicia en el país un proceso rápido y generalizado de caída de la fecundidad. Anteriormente limitado a los grupos sociales urbanos más privilegiados de las regiones más desarrolladas, el proceso luego se extendió a todas las clases sociales y a las más diversas regiones. Así, la tasa de fecundidad total cayó de 5,8 en 1970, a 4,3 en 1975 y a 3,6 en 1984, lo que corresponde a una caída superior al 37% en un período de apenas 15 años.

Los datos del Censo de 1991 confirmaron la tendencia de rápida caída de la fecundidad en Brasil. Abajo de las expectativas, la población brasileña alcanzó en 1991 apenas cerca de 147 millones de habitantes, con una tasa media anual de crecimiento cayendo, entre 1980 y 1991, a 1,9%, contra los 2,4% observados en 1980.

De hecho, se puede afirmar que la baja de la fecundidad en Brasil no es un fenómeno coyuntural, sino un proceso irreversible, lo que en el ámbito de la demografía se denomina como "transición demográfica". Informaciones sobre el uso de anticonceptivos en Brasil fortalecen tal asertiva.

Conforme datos censitarios de 1980, 1991 y 2000, el cambio en los patrones de crecimiento demográfico produjo, en un corto plazo, algunas consecuencias significativas: la tasa media anual de crecimiento de la población, que en la década de 1960 era de 2,9%, cayó al 2,5%, 1,9% y 1,6% en las tres décadas siguientes; y la proporción de la población abajo de diez años de edad disminuyó significativamente. Esos datos demuestran que la población brasileña entró en un proceso de caída continuo de la tasa de crecimiento y en un proceso de desestabilización de la distribución etaria.

Otro aspecto fundamental evidenciado por esos datos es el expresivo "envejecimiento" de la población, o sea, el peso progresivamente menor de jóvenes, derivado de la baja de la fecundidad dado entre 1970 y 1991. En el perfil etario de la población, el Censo Demográfico del 2000 mostró que para cada 100 niños, Brasil tenía 30 ancianos. En esa investigación, se detectó que en el total de ancianos, las mujeres eran la mayoría; los ancianos tenían en media, 69 años de edad y 3,4 años de estudio; y la mayor parte vivía en grandes ciudades.

De acuerdo a la Síntesis de Indicadores Sociales (IBGE, 2008), elaborada en base a la Investigación Nacional por Muestra de Domicilios - PNAD, cuya cobertura abarca todo el territorio nacional, la densidad demográfica media en Brasil, en el 2008, era de 22 habitantes/km<sup>2</sup>. La población con menos de un año de edad cayó del 27,8% al 1,8% de la población total en 1998, y pasó a 1,3% en el 2008. El número de

niños y adolescentes con hasta 14 años de edad representaba el 24,7% del total de la población, mientras que en 1998 ese porcentaje era de 30,0%, representando una reducción de 17,7% en los últimos 10 años. La PNAD posibilitó identificar, también, un considerable aumento de la población anciana de 70 años o más de edad, indicando un total de 9,4 millones de personas en ese grupo etario, correspondiente al 4,9% de la población total.

Considerando la continuidad de las tendencias verificadas para las tasas de fecundidad y longevidad de la población brasileña, las estimativas para los próximos 20 años indican que la población anciana podrá exceder los 30 millones de personas en el 2020, llegando a representar casi el 13% de la población.

La fecundidad se mantuvo como factor demográfico fundamental para la caracterización de la evolución de la población brasileña. En el 2008 la tasa de fecundidad total fue de 1,9, contra 3,6 verificada en 1984, lo que traduce la continuidad del proceso intenso y acelerado de caída de la fecundidad dado en la sociedad brasileña en las últimas décadas.

#### 1.4.5 Perfil de la Educación

Los indicadores de educación en Brasil presentaron una mejoría significativa en las últimas décadas, con una reducción de la tasa de analfabetismo, aumento del número de matrículas en todos los niveles de enseñanza y crecimiento de la escolaridad media de la población. A pesar de eso, la situación de la educación en el país aún es insatisfactoria, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. Algunos de los principales indicadores de la educación en Brasil en las últimas décadas son presentados en el Cuadro 1.7.

**Cuadro 1.7 Principales indicadores de la educación en Brasil a lo largo de las últimas décadas.**

Indicadores de la Educación en Brasil - 1960 a 2006						
Indicadores	1960	1970	1980	1991	2000	2006
Tasa de Alfabetización de Adultos (*)	60,4	66,4	74,5	79,9	86,8	89,3
Analfabetos	39,6	33,6	25,5	20,1	13,2	10,7
Nivel de Educación de la Población (**)						
Fundamental primera fase	41,0	40,0	40,0	38,0	43,0	ND
Fundamental segunda fase	10,0	12,0	14,0	19,0	13,0	ND
Medio	2,0	4,0	7,0	13,0	16,0	ND
Superior	1,0	2,0	5,0	8,0	7,0	ND
Número Medio de Años de Estudio	2,1	2,4	3,6	5,0	5,7	ND

(\*) Personas con edad de 15 años o más. (\*\*) Personas de 25 años o más de edad, por nivel educacional concluido.

Fuente: IPEA/PNUD, 1996; IBGE, 1960; IBGE 2000b; IBGE 2006a.

Un adecuado grado de instrucción de la población es requisito esencial para el desarrollo del país, para garantizar el ejercicio de la ciudadanía y promover la igualdad de oportunidades en la sociedad. El desafío de ampliar la escolaridad y la calidad de la educación en Brasil es uno de los puntos a observar, sobre todo debido a la persistencia de problemas de enseñanza-aprendizaje (IPEA, 2006a).

El análisis de la evolución del nivel de escolaridad a lo largo de las últimas décadas revela que a pesar del crecimiento observado, de una media de dos años de estudios en 1960 a cerca de seis años en el 2000, presenta un aumento menor al esperado, debido al crecimiento del ingreso per capita en el mismo período.

En el 2000, el 86,8% de las personas con 15 años de edad o más eran alfabetizadas, siendo que ese porcentaje pasó al 89% en el 2005. La región Sur posee el menor índice de personas con 15 años o más de edad que no son alfabetizadas (5,9%) y la región Noreste el mayor índice (21,9%). En Brasil la tasa de analfabetismo cayó del 20,1% en 1990, al 13,6% en el 2000 y al 11% en el 2005. Hubo una significativa mejora en los índices de escolarización debido a intensas políticas orientadas a esa área. En relación a los estados, el Distrito Federal tiene la menor tasa de analfabetismo del país, con un 4,7%. Los demás estados con los mejores índices son Rio de Janeiro con 4,8%, Santa Catarina y Rio Grande do Sul, con 5,2%, y São Paulo con 5,4%. Alagoas tiene el mayor índice de analfabetismo del país, con un 29,3%. En la zona rural, hubo un aumento de la tasa de alfabetización, que era de 72,4% en el 2000 y pasó al 75% en el 2005. La región Sur, con un 9,8% tiene la menor proporción de personas que no son alfabetizadas en el campo. Contrariamente, la región Noreste presenta el peor desempeño del país, con un 36,4% de las personas analfabetas, con 15 años o más de edad.

En el grupo de personas de entre 7 y 14 años de edad, que corresponde al grupo etario en que la gran mayoría de los niños debería estar cursando la enseñanza fundamental, la parte que no estaba en la escuela era del 2,7%. El menor resultado de ese indicador fue el de la región Sudeste (1,8%), viniendo seguidamente el de la región Sur (2,1%). En el otro extremo, la región Norte tenía fuera de la escuela al 4,3% del grupo etario de 7 a 14 años y la región Noreste, al 3,5%. En la región Centro-Oeste ese indicador se situó en 2,4%.

De acuerdo al IBGE (2006<sup>3</sup>), la tasa de analfabetismo de las personas con 10 años o más de edad cayó del 14,7% al 11,4%,

de 1995 al 2001, y se situó en 10,1%, en el 2005. En el grupo etario de 10 a 14 años de edad, en que se espera que el niño esté por lo menos alfabetizado, la tasa de analfabetismo bajó de 9,9%, en 1995, a 4,2%, en el 2001, y quedó en 3,2%, en el 2005. En la región Noreste, ese indicador estaba en 23,9%, en 1995, y cayó de 9,5%, en el 2001, a 7,0%, en el 2005. A pesar de ese avance, ese último resultado quedó aún muy distanciado del nivel alcanzado en las regiones Sur, Sudeste y Centro-Oeste.

Entre 1991 y el 2005 fueron incorporados 4,6 millones de estudiantes a la enseñanza fundamental y otros 5,2 millones a la enseñanza media de las redes públicas de enseñanza. A pesar de que en Brasil el analfabetismo esté concentrado en la población adulta, y principalmente entre los ancianos, el sistema brasileño de enseñanza todavía no pudo erradicar esa situación de los jóvenes, según es demostrado en los índices arriba.

Hubo una significativa mejoría en los índices de escolaridad como resultado de las políticas orientadas a la educación. En el 2005, las escuelas públicas eran frecuentadas por el 79,8% de los estudiantes. La frecuencia escolar mejoró en todos los grupos etarios. La mayor proporción de niños en la escuela (97,3%) se concentra entre la edad de 7 a 14 años. Sin embargo, todavía es muy alta la proporción de alumnos que progresan de forma lenta o que abandonan los estudios.

Debe aclararse que la baja calidad del sistema educativo está menos relacionada a la escasez de recursos que a la ineficiencia con que esos son asignados y utilizados. Esa ineficiencia deriva, en gran parte, del formato institucional del sistema, marcado por una fuerte fragmentación, ausencia de instancias efectivas de coordinación y precariedad de los mecanismos de información y evaluación. Sin embargo, Brasil ha buscado realizar programas con la intención de mejorar el sistema educacional brasileño, así como la progresiva universalización del acceso a la educación básica.

### **Educación básica**

Brasil prácticamente universalizó el acceso a la escuela para la población de 7 a 14 años. Entre 1992 y el 2005, se amplió expresivamente la proporción de jóvenes en la escuela (tasa de frecuencia escolar) y hubo también una reducción significativa de diversos tipos de desigualdad. (Cuadro 1.8).

**Cuadro 1.8 - Tasa de frecuencia escolar de las personas de 7 a 17 años por nivel de enseñanza, según sexo y situaciones de domicilio, 1992 y 2005 (%)**

Características Seleccionadas	Fundamental - 7 a 14 años		Medio - 15 a 17 años	
	1992	2005	1992	2005
Total*	81,4	94,5	18,2	46,0
Norte*	82,5	93,9	11,7	35,4
Noreste	69,7	92,4	9,5	30,1
Sudeste	88,0	95,8	24,3	57,4
Sur	86,9	95,9	23,1	53,6
Centro-Oeste	85,9	94,7	17,5	45,9
Sexo				
Hombre	79,9	94,3	15,1	41,2
Mujer	82,7	94,8	21,3	50,7
Situación de domicilio				
Rural	66,5	92,5	5,3	25,7
Urbana	86,2	95,0	22,3	50,4

\*Excluyendo a la población rural de los estados de RO, AC, AM, RR, PA y AP.  
Fuente: IPEA, 2007.

Una comparación entre las tasas de frecuencia en la enseñanza fundamental de las regiones brasileñas muestra que hubo una reducción de las disparidades en ese aspecto. Entre 1992 y el 2005, la diferencia entre las regiones que registraban el mayor y el menor índice cayó de cerca de un 20% a menos del 4%. En la enseñanza media hubo una tendencia semejante: en el mismo período, la asimetría entre las tasas de frecuencia de las regiones Noreste y del Sudeste bajó del 61% al 48%.

Otra gran conquista está reflejada en los indicadores del área rural y de la urbana, entre 1992 y el 2005. Si en el inicio del período un 66,5% de los niños de 7 a 14 años del área rural frecuentaban ese nivel de enseñanza, hacia el final del período el índice subió al 92,5%.

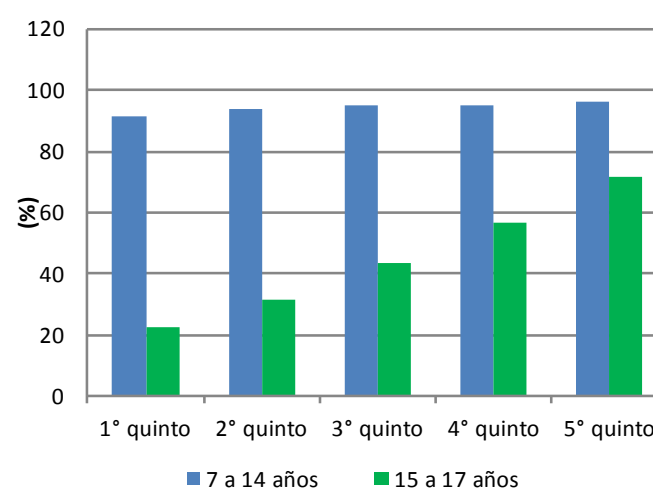
Sin embargo, la comparación entre estudiantes según el ingreso familiar demuestra la persistencia de las desigualdades (Figura 1.14). En la enseñanza fundamental, la diferencia entre la tasa de frecuencia escolar de los más ricos y de los más pobres es de 5 puntos porcentuales; en la enseñanza media, la disparidad es cerca de diez veces mayor.

La baja tasa de frecuencia en la enseñanza media, en el grupo etario de 15 a 17 años, se debe, sobre todo, a la enorme distorsión edad-serie que alcanza a la mayoría de esos jóvenes, en especial los que pertenecen a los grupos de menores ingresos. En el 2005, cerca del 82% de los brasileños de 15 a 17 años frecuentaban la escuela, pero solamente el 45% de ellos cursaba la enseñanza media. Entre los integrantes del grupo

de los 20% más pobres, la tasa de frecuencia era la mitad de la media nacional.

A pesar de los avances de la sociedad brasileña, aún es muy alta la proporción de alumnos que progresan de forma lenta y de los que abandonan los estudios – lo que contribuye a mantener en niveles bajos la tasa de conclusión en la enseñanza fundamental.

**Figura 1.14 Tasa de frecuencia (%) de las personas con 7 a 17 años de edad por grupos de edad, según los quintos de ingreso familiar mensual per capita en el 2005**



Fuente: Elaborado en base a los datos del IPEADATA. Disponible en: < <http://www.ipeadata.gov.br/> >.

### Enseñanza técnica

La enseñanza técnica constituyó una gran deficiencia del sistema educacional brasileño. La oferta total de la enseñanza técnica no llega a 1 millón de inscripciones por año, aun habiendo crecido un 20% entre el 2003 y el 2005. El crecimiento mayor se dio en el segmento privado.

A pesar del peso del sector privado, la cara más conocida y consolidada de ese grupo es la red de escuelas técnicas federales, con 138 establecimientos y cerca de 80 mil alumnos en todo el país. La mayor parte de la oferta pública, sin embargo, está en la red de escuelas técnicas estaduais, con 553 establecimientos y 165 mil alumnos.

La inscripción en los cursos técnicos representa aproximadamente un 10% del total de alumnos de la enseñanza media

regular (9,2 millones en el 2005, de acuerdo a datos del Ministerio de Educación - MEC/Instituto Nacional de Estudios e Investigaciones Educativas Anísio Teixeira - INEP, 2008) y no llega al 2% de la Población Económicamente Activa - PEA, con ocho años de estudio o más (46 millones de trabajadores), que serían candidatos potenciales a los cursos técnicos.

### **Enseñanza de jóvenes y adultos**

El crecimiento de la Educación de Jóvenes y Adultos - EJA, viene dándose principalmente en el nivel fundamental, lo que está relacionado al hecho de que casi la mitad de la población económicamente activa tenga menos de ocho años de estudio. Para esta clientela, de jóvenes y adultos trabajando o en busca de trabajo, la EJA no es apenas el camino más rápido, sino también más atractivo a la enseñanza media regular, debido a ambientes, horarios, y en algunos casos, de metodologías más ajustadas a sus perfiles, como el "Nuevo Telecurso y el Telecurso 2000"<sup>9</sup>; el "Tejiendo el Saber"<sup>10</sup> y la "Escuela de la Juventud"<sup>11</sup>.

De cualquier forma, la oferta actual de EJA (alrededor de 6 millones de inscripciones) todavía es pequeña, teniendo en cuenta su mercado potencial de 45 millones de jóvenes y adultos que están en la PEA (empleados o no) y no completaron la escuela fundamental.

Se estima que entre el 2003 y el 2004, casi 8 millones de jóvenes y adultos fueron - teóricamente - alfabetizados, lo que sería suficiente para cubrir a cerca del 90% de la PEA con menos de un año de estudio. En ese ritmo, el analfabetismo absoluto (total incapacidad de leer y escribir) podría ser erradicado en poco tiempo.

9 Esos programas son continuamente actualizados. En 1978, fue creado el Telecurso Secundaria, que fue un proyecto pionero en la teleeducación brasileña. En 1981, surgió el Telecurso Primaria. En 1994, La Fundación Roberto Marinho, en colaboración con la Federación de las Industrias del Estado de São Paulo - FIESP, lanzaron el Telecurso 2000, que consistía en una propuesta educacional innovadora orientada a las personas que no concluyeron los niveles fundamental y medio. Hoy, el Telecurso es reconocido mundialmente como una metodología que promueve un salto de calidad en la educación, habiendo beneficiado a más de 5,5 millones de personas. En el 2006, el Telecurso entró en un nuevo ciclo virtuoso. Los colaboradores lanzaron un conjunto de medidas para intensificar su amplitud: ampliación de contenidos e inclusión de nuevas acciones, disciplinas y tecnologías. Nació, así, el Nuevo Telecurso: una inversión de enorme relevancia social en más de 10 años.

10 Tejiendo el Saber es un proyecto que ofrece a jóvenes y adultos la oportunidad de estudiar los contenidos de la primera etapa de la enseñanza fundamental - correspondiente a las cuatro primeras series. Los programas de Tejiendo el Saber son vehiculados por la TV Globo, por el Canal Futura y por la TV Escuela. Además, son disponibilizados para todas las demás emisoras educativas, comunitarias y universitarias.

11 La Escuela de la Juventud es un programa de los gobiernos estatales para que jóvenes y adultos puedan cursar la Enseñanza Media en un tiempo menor al convencional, con un programa de clases en los finales de semana y el uso de tecnologías que aceleran el proceso de aprendizaje, como laboratorios de informática y salas de video.

La cuestión, sin embargo, es más compleja, pues hay dudas sobre la eficacia de la alfabetización de adultos en programas cortos, sin continuidad en el supletorio o en cursos profesionales. Además, persiste el problema del analfabetismo funcional.

Más allá de las observaciones hechas, tomando en cuenta el acceso prácticamente universal a los grupos más jóvenes y el crecimiento del número medio de años de estudio de esos grupos, son razonables las previsiones optimistas en relación a la erradicación del analfabetismo en Brasil, en un plazo bastante reducido.

### **Enseñanza superior**

En el período del 2002 al 2007, Brasil obtuvo un gran avance en diversos indicadores en la enseñanza superior, como el aumento del número de cursos ofrecidos (Cuadro 1.9), aumento del número de vacantes (Cuadro 1.10) y el aumento del número de inscriptos (Cuadro 1.11). En relación a la enseñanza presencial de graduación, fue registrado por la Investigación Nacional por Muestra de Domicilios el funcionamiento de 23.488 cursos en todo Brasil, representando un aumento del 6,3% en relación al 2006. El menor crecimiento en el número de cursos se dio en la región Noreste (0,5%), aunque otras regiones con un bajo porcentaje de cobertura de la enseñanza superior hayan presentado un crecimiento superior a la media brasileña, siendo los casos de la región Norte (8,7%) y Centro-Oeste (7,2%). Del mismo modo que en los años anteriores, las Instituciones de Enseñanza Superior -IES privadas fueron responsables por la oferta del mayor número de cursos en el 2007, con un total de 16.892. Sin embargo, las instituciones federales de enseñanza superior presentaron el mayor aumento (8,8%) en el número de cursos en relación al 2006 (IBGE, 2007b).

La población de estudiantes en la enseñanza superior triplicó desde 1980 - de 1,4 millón a 4,2 millones -, el número de instituciones fue duplicado y se acentuó la predominancia de las instituciones particulares. Ellas hoy representan prácticamente el 90% de las IES del país, y ofrecen 88% de las vacantes.

En ese contexto de expansión de la enseñanza superior, es importante reconocer que el área de posgrado brasileña continúa marcadamente pública. Es el mejor sector de la enseñanza superior en Brasil, abasteciendo adecuadamente la graduación con profesores con magister y doctorado.

Se puede discutir si quien tiene una maestría usa su potencial y si el régimen de horas, que prevalece en las instituciones privadas, es una buena solución. Pero no se puede dejar de apreciar el enorme avance de esos docentes en el sector pri-

vado, ya que el 70% de los profesores con maestría actúan en esas instituciones. Eso revela que, mismo con la gran expansión reciente, los cuadros docentes están cada vez más calificados, o sea, no hay problemas ni de provisión de profesores ni de oferta de vacantes en la graduación.

El Gobierno Federal viene creando en los últimos años iniciativas para aumentar el alcance de la enseñanza superior para todas las clases sociales. Entre esas medidas, puede citarse el Programa de Apoyo a Planes de Reestructuración y Expansión de las Universidades Federales – REUNI<sup>12</sup>, es una de las acciones integrantes al Plan de Desarrollo de la Educación (PDE) y fue instituido como reconocimiento al papel estratégico de las universidades – en especial del sector público – para el desarrollo económico y social.

Con el Reuni, el Gobierno Federal adoptó una serie de medidas con el fin de retomar el crecimiento de la enseñanza superior pública, creando un programa multidimensional y, al mismo tiempo, académico, político y estratégico. Los efectos de la iniciativa pueden ser percibidos por los expresivos números de la expansión de vacantes, iniciada en el 2008 y prevista para concluir en el 2012, y por la oportunidad que representa la reestructuración académica, cuya innovación significará, a corto plazo, una verdadera revolución en la educación superior pública del país.

Es posible caracterizar y cualificar los tres ciclos de la expansión reciente de las universidades federales brasileñas:

- Primer Ciclo - Expansión para el Interior (2003/2006): creación de diez nuevas universidades federales en todas las regiones; consolidación de dos universidades federales; creación y consolidación de 49 campus universitarios, interiorización de la educación pública y gratuita con efectos inmediatos sobre la atención a la fuerte demanda del interior; impacto positivo en las estructuras – física, política, social, cultural, económica y ambiental; creación y ampliación de la oferta de nuevas oportunidades locales y regionales; y combate a las desigualdades regionales y espaciales;
- Segundo Ciclo - Expansión con Reestructuración (2007/2012): adhesión de la totalidad de las 54 instituciones federales de enseñanza superior (por entonces existentes en diciembre del 2007); 26 proyectos con componentes de innovación; consolidación e implantación de 95 campus universitarios; cuadro perceptible de ampliación del número de vacantes de la educación superior, especialmente en el período nocturno;

- Tercer Ciclo - Expansión con énfasis en las interfaces internacionales (2008): creación de universidades federales en regiones territoriales estratégicas, con objetivos de enseñanza, investigación y extensión en el ámbito de la integración y de la cooperación internacional bajo el liderazgo brasileño.

El Reuni tiene como objetivos, metas y directrices generales, crear condiciones (aporte de recursos) para la ampliación del acceso y de la permanencia en la educación superior; aumentar la calidad de la enseñanza por medio de la innovación y adecuación académicas con la articulación entre graduación, posgraduación y educación básica, profesional y tecnológica; mejorar el aprovechamiento de los recursos humanos y de la infraestructura física de las universidades federales; elevar, de forma gradual, la tasa de conclusión media de los cursos de graduación presenciales a 90% y alcanzar la tasa de la relación alumno/profesor en cursos presenciales de graduación igual a 18; aumentar en un 20%, por lo menos, las inscripciones en los cursos de graduación; plazo de cinco años, a partir del inicio de cada plan, para el cumplimiento de las metas establecidas por las instituciones federales de enseñanza superior.

La calidad buscada para la enseñanza superior pasa a concretizarse a partir de la adhesión de las universidades federales al programa y a sus directrices, explicitadas en seis dimensiones: ampliación de la oferta de la educación superior pública; reestructuración académico-curricular; renovación pedagógica de la educación superior; movilidad intra e interinstitucional; compromiso social de la institución; y apoyo de la posgraduación al desarrollo y perfeccionamiento cualitativo de los cursos de graduación.

La expansión y la reestructuración son necesidades permanentes de la educación superior pública del país. La expansión deriva del hecho de que, en una media nacional, apenas el 12% de los jóvenes brasileños, de entre 18 y 24 años tienen acceso a la universidad; reestructurar es la forma de garantizar las respuestas académicas, políticas y estratégicas a los nuevos desafíos del siglo XXI, que son adecuar académicamente la universidad en sus aspectos cualitativo (esencia y estructura) y cuantitativo (expansión de la oferta) a las nuevas demandas y a los nuevos papeles y contextos globales provenientes de la sociedad del conocimiento que se fortalece cada vez más en este inicio de siglo; formar, estratégicamente, mano de obra calificada para las necesidades sociales, económicas y ecológicas nacionales del nuevo ciclo de crecimiento y desarrollo que se expresa actualmente en el país; producir conocimiento científico, tecnológico y de innovación para incluir al país, con soberanía, en el nuevo orden mundial del conocimiento que se establece en el siglo XXI.

12 Vide: <<http://reuni.mec.gov.br/>>.

## Posgraduación

En términos de desempeño, la posgraduación muestra una envidiable vitalidad. En 15 años fue duplicado el número de inscripciones en maestrías, y quintuplicando esa variación en el doctorado. En el 2004, se registraban 66.306 inscripciones en maestrías y 39.948 en doctorados. La búsqueda por cursos de posgraduación continúa creciendo rápidamente, así como los pedidos de autorización de la Coordinación

de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior - Capes para la creación de nuevas maestrías. El resultado es que la producción científica no para de crecer. En 50 años Brasil pasó de una producción virtualmente igual a cero a una participación del 1,7% en la ciencia mundial, adelante de prácticamente todos los países no industrializados (a excepción de India y China).

**Cuadro 1.9 - Evolución del número de cursos, según la categoría administrativa, del 2002 al 2007**

Año	Total	%Δ	Pública						Privada	%Δ
			Federal	%Δ	Estadual	%Δ	Municipal	%Δ		
2002	14.399	-	2.316	-	2.556	-	380	-	9.147	-
2003	16.453	14,3	2.392	3,3	2.788	9,1	482	26,8	10.791	18
2004	18.644	13,3	2.450	2,4	3.294	18,1	518	7,5	12.382	14,7
2005	20.407	9,5	2.449	0	3.171	-3,7	571	10,2	14.216	14,8
2006	22.101	8,3	2.785	13,7	3.188	0,5	576	0,9	15.552	9,4
2007	23.488	6,3	3.030	8,8	2.943	-7,7	623	8,2	16.892	8,6

Fuente: INEP, 2008.

**Cuadro 1.10 Evolución del número de vacantes, según la categoría administrativa, del 2002 al 2007**

Año	Total	%Δ	Pública						Privada	%Δ
			Federal	%Δ	Estadual	%Δ	Municipal	%Δ		
2002	1.773.087	-	124.196	-	132.270	-	38.888	-	1.477.733	-
2003	2.002.733	13	121.455	-2,2	111.863	-15,4	47.895	23,2	1.721.520	16,5
2004	2.320.421	15,9	123.959	2,1	131.675	17,7	52.858	10,4	2.011.929	16,9
2005	2.435.987	5	127.334	2,7	128.948	-2,1	57.086	8	2.122.619	5,5
2006	2.629.598	7,9	144.445	13,4	125.871	-2,4	60.789	6,5	2.298.493	8,3
2007	2.823.942	7,4	155.040	7,3	113.731	-9,6	60.489	-0,5	2.494.682	8,5

Fuente: INEP, 2008.

**Cuadro 1.11 Evolución del número de inscripciones, según la categoría administrativa, del 2002 al 2007**

Año	Total	%Δ	Pública						Privada	%Δ
			Federal	%Δ	Estadual	%Δ	Municipal	%Δ		
2002	1.205.140	-	122.491	-	125.499	-	32.501	-	924.649	-
2003	1.262.954	4,8	120.562	-1,6	108.778	-13,3	37.741	16,1	995.873	7,7
2004	1.303.110	3,2	122.899	1,9	125.453	15,3	38.890	3	1.015.868	2
2005	1.397.281	7,2	125.375	2	122.705	-2,2	40.601	4,4	1.108.600	9,1
2006	1.448.509	3,7	141.989	13,3	117.299	-4,4	38.119	-6,1	1.151.102	3,8
2007	1.481.955	2,3	151.640	6,8	109.720	-6,5	37.131	-2,6	1.183.464	2,8

Fuente: INEP, 2008.



### 1.4.6 Perfil de la Salud

Esta sección tiene por objetivo presentar el perfil de la salud en Brasil, focalizando las características epidemiológicas, la demanda y la oferta de servicios de salud, así como los gastos realizados por los diferentes niveles de la administración pública.

#### ***Mortalidad infantil***

En base a los datos del Censo Demográfico de 1991, es posible estimar la tendencia de la tasa de mortalidad infantil en la década de 1980. Esa tasa viene presentando una reducción significativa, cayendo de 163/1.000 en 1940 a 73/1.000 en 1980, y de 47,2/1.000 en 1990 a 21,7/1.000 en el 2005.

La reducción de la mortalidad infantil es una tendencia observada desde el inicio de los años 1990. La tasa cayó de 31,9 por mil nacidos vivos, en 1997, a 21,17 en el 2005. La mortalidad infantil cayó en todas las regiones, siendo que en la región Noreste se dio la mayor reducción (37%). Sin embargo, de acuerdo al IPEA (2010b), aun con reducciones en todos los estados, las diferencias regionales constituyen el factor de mayor preocupación y revelan las desigualdades en las condiciones de vida de la población brasileña. En la región Nordeste, con 31,6 por mil nacidos vivos, y el Norte, con 23,35 por mil, las tasas son muy superiores a las presentadas en las regiones Sur (13,8), Sudeste (14,20) y Centro-Oeste (17,80).

Los datos disponibles sugieren una fuerte caída en la mortalidad infantil en la última década, reflejando la mejoría de las condiciones de vida derivada del aumento de los gastos con políticas de salud, saneamiento, alimentación y nutrición, a partir de 1986. Cabe resaltar que la disminución de la mortalidad infantil en Brasil entre 1990 y el 2005 solo fue posible con la adopción de diversas acciones, tales como el aumento de la cobertura de vacunas para la población; aumento de la cobertura del parto; ampliación de los servicios de salud; reducción continua de la fecundidad; mejoría de las condiciones ambientales y nutricionales de la población; mejoría del sistema de saneamiento básico y aumento de la escolaridad de las madres.

Los cambios en el perfil de las causas de la mortalidad infantil en las últimas décadas reflejan básicamente las transformaciones derivadas del proceso de urbanización y el peso de las instituciones de salud en relación a los partos y a los cuidados a la primera infancia. Aunque la mayoría de los nacimientos se dé en hospitales y haya un aumento expresivo en los niveles de asistencia médica a la población, su calidad aún es precaria, lo que se refleja en la elevada incidencia de afecciones originadas en el período perinatal en la estructura de

mortalidad infantil, que en los últimos años se tornó la principal causa de óbitos en niños de hasta 1 año. En el 2005 las enfermedades infecciosas representaron el 7,6% de la mortalidad, pero la mortalidad por causas perinatales fue de 61%.

En los últimos diez años, las condiciones de vida de los brasileños y el acceso a los servicios básicos de salud mejoraron significativamente. Pero comparativamente a otros países sudamericanos, como Argentina y Chile, Brasil aún tiene una elevada tasa de mortalidad infantil. Aun con el aumento de los servicios de salud, aún se hace necesario un avance cualitativo en la atención ofrecida a la gestante, al parto y al recién nacido.

#### ***Mortalidad general***

La tasa bruta de mortalidad en Brasil en el 2004, de acuerdo al Banco de Datos del Sistema Único de Salud (IDB/SUS, 2008) fue de 6,29/1.000. La mayor causa de muerte en el país está relacionada a las enfermedades del aparato circulatorio, respondiendo por el 31,5% de las muertes en el 2005. En segundo lugar están las neoplasias (cáncer), respondiendo por el 16,3%; en tercer lugar están las causas externas con el 14,1%, destacándose los accidentes, particularmente los de tránsito; en cuarto lugar aparecen las enfermedades del aparato respiratorio con el 10,8%; en quinto lugar figuran las enfermedades infecciosas y parasitarias con el 5,2%; en sexto están las enfermedades originadas en el período perinatal (3,3%); y demás causas definidas con el 18,8%.

De acuerdo al IPEA (2010b), la tendencia de reducción de la mortalidad, ya observada en la década de 1990, se viene manteniendo, ocasionada por el proceso de desarrollo socioeconómico, envejecimiento de la población y aumento de la cobertura de las acciones de salud y saneamiento. El perfil de la mortalidad viene alterándose en el país: aumentó la mortalidad por enfermedades no transmisibles, como las neoplasias que crecieron de 14,9% en el 2000, al 16,3% en el 2005. Esas causas están asociadas al estilo de vida y a las condiciones de trabajo de las personas y pueden ser reducidas con medidas de control de factores de riesgo. Un perfil de mortalidad donde predominan enfermedades no transmisibles es indicador de una población en fase socioeconómica más elevada. En el caso brasileño, sin embargo, aún se convive con una proporción poco confortable de muertes por enfermedades infecciosas y parasitarias (5,2%), especialmente en las regiones Norte y Noreste, donde en algunos estados ese indicador es de aproximadamente 8%. A pesar de que la participación de las enfermedades infecciosas y parasitarias haya caído de 6,23% en 1990, a 5,1% en el 2004, del total de óbitos con causas definidas, el número absoluto de óbitos

por ese grupo de enfermedades creció de 41.676 en 1990, a 46.628, en el 2005.

### ***Demanda y oferta de los servicios de salud***

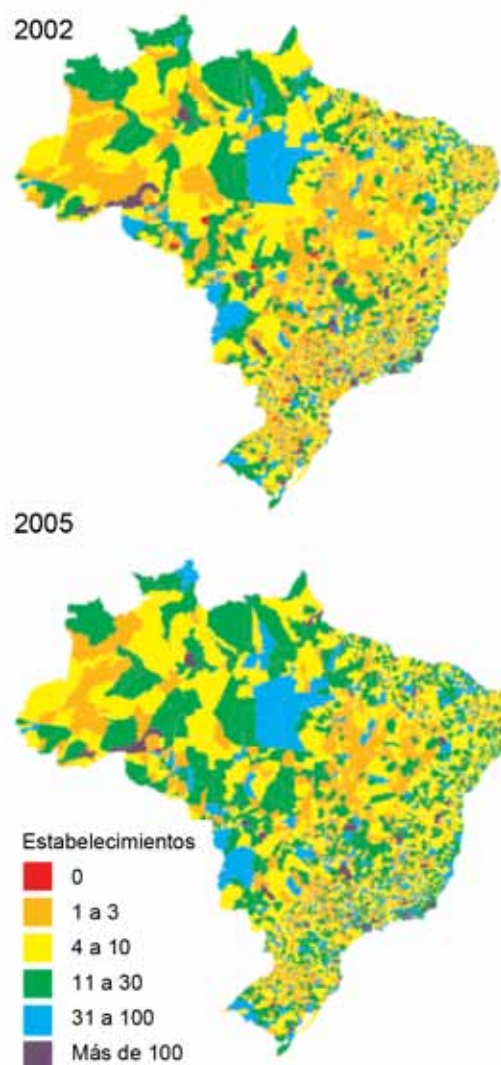
La demanda por servicios de salud está asociada al grado de desarrollo y a la propia oferta de esos servicios. Las tasas de utilización de los servicios de salud son crecientes según el nivel de ingresos. Además, se constata que, cuanto mayor es el ingreso familiar per capita, mayor es el porcentaje de personas que pagan por los servicios de salud utilizados, siendo próximo al 60% en las clases con un ingreso familiar per capita superior a dos salarios mínimos mensuales.

La Investigación de Asistencia Médico-Sanitaria - AMS, del IBGE, registró en el 2006 un universo de 83.379 establecimientos de salud, siendo 3.606 desactivados, 2.769 extintos y 77.004 en actividad o en actividad parcial. Los sectores público y privado tuvieron comportamientos diferenciados por región. El sector público obtuvo un mayor crecimiento en las regiones Norte (2,7% al año), Noreste (7,0% al año) y Sudeste (5,8% al año), mientras que el sector privado obtuvo un mayor crecimiento en las regiones Sur (5,0% al año) y Centro-Oeste (15,2% al año), según lo registra la Figura 1.15.

De acuerdo al IBGE (2006b), en el 2005, según la AMS, el número de lechos había pasado de 443.888, en 1976, a 544.357, en 1992, lo que significó un aumento del 22,6%, o 1,3% al año, y cayó a 443.210, en el 2005, lo que representó una reducción del 18,6% (1,6% al año). La relación lecho por 1.000 habitantes, en el 2005, fue de 2,4. En el 2002, ese índice era de 2,7 por 1.000 habitantes. Le correspondió al sector privado la mayor caída en ese índice (4,9% al año). En el sector público, la caída fue del 1,2%.

La oferta de lechos se distribuye de la siguiente forma por las grandes regiones brasileñas: en la región Norte se encuentra el 6,1% del total de lechos (27.163); en la región Noreste, 26,1% (115.857); en la Sudeste, 43,2% (191.453); en la región Sur, 16,8% (74.558); y en la región Centro-Oeste, 7,7% (34.179). La región Norte es la que posee el mayor porcentaje de lechos públicos (57,7%), seguida de las regiones Noreste (45,3%) y Centro-Oeste (36,6%). En la región Sudeste, la proporción es del 27,9% y la región Sur posee el menor porcentaje, un 19,9%.

**Figura 1.15 Establecimientos de salud por municipio.**



Fuente: IBGE, 2006b.

### **1.4.7 Acceso a los Servicios de Saneamiento Urbano**

En este ítem son presentados los datos referentes a saneamiento sanitario<sup>13</sup>, abastecimiento de agua y recolección de residuos en las zonas urbana y rural, divididos por región geográfica, en los años 1991 y 2006, que están resumidos en el Cuadro 1.12.

<sup>13</sup> Saneamiento sanitario consiste en un sistema adecuado de recolección, tratamiento y destino de aguas residuales, conteniendo detritos y excremento, generadas por las actividades humanas, comerciales, e industriales.

Cuadro 1.12 - Proporción de servicios de cloacas sanitarias, abastecimiento de agua y recolección de residuos en las zonas urbana y rural, divididos por región geográfica, en los años 1991 y 2006.

De modo general, el acceso a servicios de saneamiento sanitario en Brasil presenta discrepancias significativas entre los diferentes estratos sociales. El saneamiento sanitario es el servicio que presenta la menor tasa de atención, cubriendo apenas el 68,24% de los municipios brasileños en el 2005 (con un 20,27% en la zona rural y un 77,85% en la zona urbana), siendo la región Centro-Oeste la que presenta la menor tasa (43,83%) en ese mismo año. Cuatro de entre cinco casos de enfermedades tienen como causa la contaminación del agua y la falta de tratamiento adecuado de las aguas residuales.

Del 2001 al 2005, en el total de domicilios particulares permanentes, la proporción de residencias que disponían del servicio de saneamiento sanitario adecuado creció del 66,8% al 70,4%. La proporción de casas atendidas por una red colectora de deyecciones aumentó continuamente, subiendo del 45,4% al 49,0%, del 2001 al 2005.

El abastecimiento de agua también es un gran problema de saneamiento urbano en el país. Las regiones geográficas presentan una enorme diferencia, así como las zonas rurales y urbanas. La proporción de residencias atendidas por una red general pasó del 81,1%, en el 2001, al 83,4%, en el 2005.

Otra fuente de problemas en los grandes centros son los residuos sólidos urbanos de origen doméstico e industrial. La basura colectada y con disposición inadecuada en basurales, a cielo abierto y en áreas inundadas, da origen a problemas sanitarios y de contaminación hídrica. Cuando se trata de una carga tóxica, en general de origen industrial y agrícola, las consecuencias ambientales para la salud humana y para la preservación de la fauna y de la flora son más significativas. Su destino es problemático: la incineración es cara y también presenta riesgos de contaminación; el reciclaje no siempre es posible, dada la calidad de los residuos o sus costos de recolección y transporte. Apenas el 8% de los municipios brasileños mantiene programas de recolección selectiva; 62% recolectan basura hospitalaria, aunque el 34% de los mismos no hace ningún tipo de tratamiento. Del 2001 al 2005, el porcentaje de residencias que contaban con servicio de recolección de basura pasó del 83,2% al 86,8%.

**Cuadro 1.12 Proporción de servicios de cloacas sanitarias, abastecimiento de agua y recolección de residuos en las zonas urbana y rural, divididos por región geográfica, en los años 1991 y 2006**

	Proporción de Cloacas Sanitarias (%)				Proporción de Abastecimiento de Agua (%)				Proporción de Recolección de Residuos (%)			
	1991		2006		1991		2006		1991		2006	
	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana
<b>Brasil</b>	<b>8,84</b>	<b>61,8</b>	<b>20,27</b>	<b>77,85</b>	<b>9,31</b>	<b>86,98</b>	<b>29,01</b>	<b>97,03</b>	<b>5,29</b>	<b>77,98</b>	<b>24,63</b>	<b>97,15</b>
Sudeste	15,63	79,57	30,57	91,52	11,71	93,17	29,01	97,03	8,16	85,77	41,77	99,04
Sur	16,55	63,2	45,17	83,3	7,37	90,26	31,92	95,04	5,05	86,44	39,42	99,23
Noreste	3,88	35,3	9,76	61,51	9,53	78,39	29,32	90,85	3,69	62,56	14,51	92,96
Norte	8,26	34,83	19,67	60,31	8,52	67,99	15,57	89,33	7,83	52,9	19,2	92,82
Centro-oeste	3,35	40,85	6,71	49,64	5,05	78,97	16,92	69,02	3,27	75,08	20,14	98,72

Fuente: Elaborado a partir de los datos del SIDRA/IBGE. Disponible en <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>.

El acceso a un servicio de saneamiento básico adecuado hace que la población sea menos vulnerable a enfermedades de transmisión hídrica, siendo elevada la correlación entre los niveles de mortalidad en la infancia y la ausencia de servicios de saneamiento.

A pesar del aumento del porcentaje de la población con acceso adecuado y simultáneo a agua, saneamiento y recolección de residuos, la ausencia de saneamiento básico adecuado llegaba al 28,7% de la población urbana brasileña en el 2004.

Los niveles de cobertura son menores en las regiones Norte y Centro-Oeste del país. Entre los estados brasileños, las mayores reducciones de la población con saneamiento básico inadecuado fueron registradas en los estados de Tocantins, Amazonas, Espírito Santo, Paraná y Rio Grande do Sul. Contrariamente, los estados de Amapá y Alagoas presentaron los peores performances, con un aumento superior a 12 puntos en la proporción de personas residentes en domicilios con saneamiento básico inadecuado entre el 2001 y el 2004.

El potencial contaminador de la ausencia de tratamiento de las deyecciones es agravado por la falta de una disposición adecuada para buena parte de los residuos sólidos recolectados. A pesar de la mejoría verificada en los indicadores, el acceso a saneamiento básico adecuado aún es bastante desigual tanto en términos regionales como sociales.

## 1.5 Resumen de las Circunstancias Nacionales

En líneas generales, a pesar de la evolución en los indicadores económicos y sociales verificados en los últimos años, se constata que Brasil es un país con una población creciente, adonde todavía no fueron alcanzadas las necesidades básicas de la mayor parte de la población, con infraestructura aún incipiente y que necesita mejorías substantivas. Todo eso justifica el hecho de que Brasil sea aún un país en desarrollo.

**Cuadro 1.13 Resumen de las Circunstancias Nacionales**

Cráterios	1994	2000	2005	2008
Población ( <b>millón de habitantes</b> )	153,0 <sup>1</sup>	169,8 <sup>2</sup>	179,9 <sup>3</sup>	186,0 <sup>3</sup>
Superficies correspondientes (km <sup>2</sup> )	8.514.876,6	8.514.876,6	8.514.876,6	8.514.876,6
PBI ( <b>mil millones US\$ 2007/año</b> ) <sup>4</sup>	920,7	1.062,0	1.218,3	1.406,5
PIB <i>per capita</i> (mil US\$ 2007/hab.) <sup>4</sup>	6,02	6,25	6,77	7,56
Participación del sector informal en el PBI (%)	ND	12,98%	ND	ND
Participación de la industria en el PBI (%) <sup>4</sup>	26,1	26,9	29,3	28,8 (2006)
Participación de los servicios en el PBI (%) <sup>4</sup>	67,3	68,0	65,0	65,8 (2006)
Participación de la agricultura en el PBI (%) <sup>4</sup>	6,7	5,1	5,7	5,5 (2006)
Superficie destinada a usos agrícolas (km <sup>2</sup> ) <sup>5</sup>	2.206.790	2.190.883	2.186.818	ND
Población urbana como porcentaje de la población total (%)	77,3 <sup>1</sup>	81,2 <sup>2</sup>	83,3 <sup>6</sup>	84,4 <sup>6</sup>
Número de bovinos (millones) <sup>7</sup>	158,2	169,9	207,2	202,3
Superficie forestal (km <sup>2</sup> ) <sup>8</sup>	5.582.197	5.407.6747	5.247.288	5.121.048
Número de habitantes en situación de extrema pobreza (millones) <sup>9</sup>	32	22	15	9
Esperanza de vida en el nacimiento (años) <sup>10</sup>	66,4	68,6	71,9	72,9
Índice de alfabetización (%) <sup>10</sup>	84	86,4	86,8	89,3 (2006)

Notas:

ND: No disponible.

1 - IBGE, interpolación lineal entre el Censo de 1991 y a Censo Poblacional de 1996.

2 - IBGE, 2000b.

3 - IBGE, interpolación lineal entre el Censo del 2000 y el Censo Poblacional del 2007.

4 - IBGE, 2009b.

5 - SIDRA. Investigación Ganadera Municipal (área total de los establecimientos agropecuarios por utilización de las tierras). Datos de 1994, del 2000 y del 2005 obtenidos por interpolación.

6 - A falta de una estimativa de la población urbana en la Censo Poblacional del 2007, esa fue estimada como el 84% del total, a partir de la evolución de la fracción urbana de los números oficiales anteriores, posibilitando la estimativa de la misma fracción para el 2005 y el 2008.

7 - Disponible en <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>.

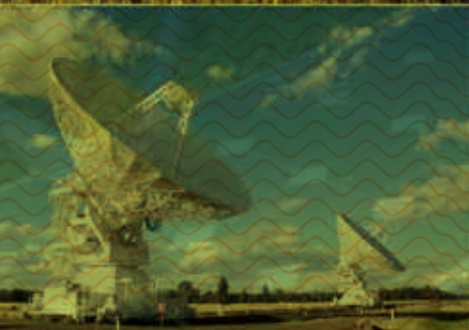
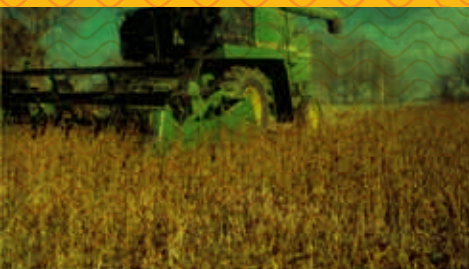
8 - FAO, 2010 (dato de 1994 obtenido por interpolación).

9 - IPEA, 2010a; IPEADATA (<<http://ipeadata.gov.br>>).

10 - IBGE, 2000b; 2006a; 2007a; 2007b; 2008; 2010 (<[http://www.ibge.gov.br/home/mapa\\_site/mapa\\_site.php#populacao](http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#populacao)>).







# Capítulo 2

Mercosur

## 2 MERCOSUR

### 2.1 Antecedentes, Objetivos y Características Principales

Históricamente, el proceso de integración de países de América Latina se inició en 1960, con el Tratado de Montevideo, que constituyó la Asociación Latinoamericana de Libre Comercio - ALALC, a la cual la siguieron la Asociación Latinoamericana de Integración - ALADI, en 1980, el Programa de Integración y Cooperación Económica - PICE en 1986 y el Tratado de Integración, Cooperación y Desarrollo de 1988.

Sin embargo, el más fuerte impulso se dio el 26 de marzo de 1991, con la creación del Mercado Común del Sur - Mercosur, resultado de un largo proceso de aproximación entre Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay. Su objetivo fue definido por el "Tratado de Asunción para la Constitución del Mercado Común del Sur" y reafirmado en el Protocolo de Ouro Preto, del 17 de diciembre de 1994, siendo estos los principales instrumentos jurídicos del proceso de integración.

El Tratado de Asunción constituyó un acuerdo marco, o sea, un instrumento a ser continuamente complementado por instrumentos adicionales, negociados por los cuatro Estados Partes, en función del avance de la integración. El Tratado estableció, fundamentalmente, las condiciones para alcanzar, hasta el 31 de diciembre de 1994, el Mercado Común, determinando, entre otros aspectos, los siguientes temas:

- establecimiento de un programa de liberalización comercial compuesto por reducciones tarifarias progresivas, lineares y automáticas, acompañadas por la eliminación de las barreras no tarifarias;
- coordinación de políticas macroeconómicas;
- establecimiento de una Tarifa Externa Común - TEC;
- establecimiento de listas de excepciones al programa de liberalización para productos considerados sensibles; y
- constitución de un régimen general de origen y de un sistema de solución de controversias.

Con la firma del Protocolo de Ouro Preto, concluyó el llamado período de transición del Mercosul. El Protocolo le dio al proceso de integración el perfil completo de una Unión Aduane-

ra. El Mercosur pasó a contar con una estructura institucional definitiva para la negociación, buscando profundizar la integración en dirección al ambicionado Mercado Común.

### 2.2 Estructura Institucional

En la Cúpula de Ouro Preto, se definió con más detalles la estructura institucional del Mercosur; o sea, se establecieron, además de la estructura básica, sus órganos decisorios, las atribuciones específicas de cada uno de ellos y su sistema de toma de decisiones. La estructura actual del Mercosur posee cerca de cincuenta foros negociadores, algunos de naturaleza exclusivamente técnica y otros con funciones políticas o ejecutivas.

Además, el Protocolo de Ouro Preto estableció la personalidad jurídica de derecho internacional del Mercosur, lo que le posibilita al bloque adquirir derechos y la sujeción a obligaciones, como una entidad distinta a los países que lo integran. En la práctica, eso significa que el Mercosur puede negociar, como bloque, acuerdos internacionales.

Así, a partir de la Cúpula de Ouro Preto, el Mercosul pasa a contar con instituciones que permiten una mayor integración entre sus países miembros, así como con terceros países, inclusive otros bloques económicos, transformándose en un espacio económico de expresión.

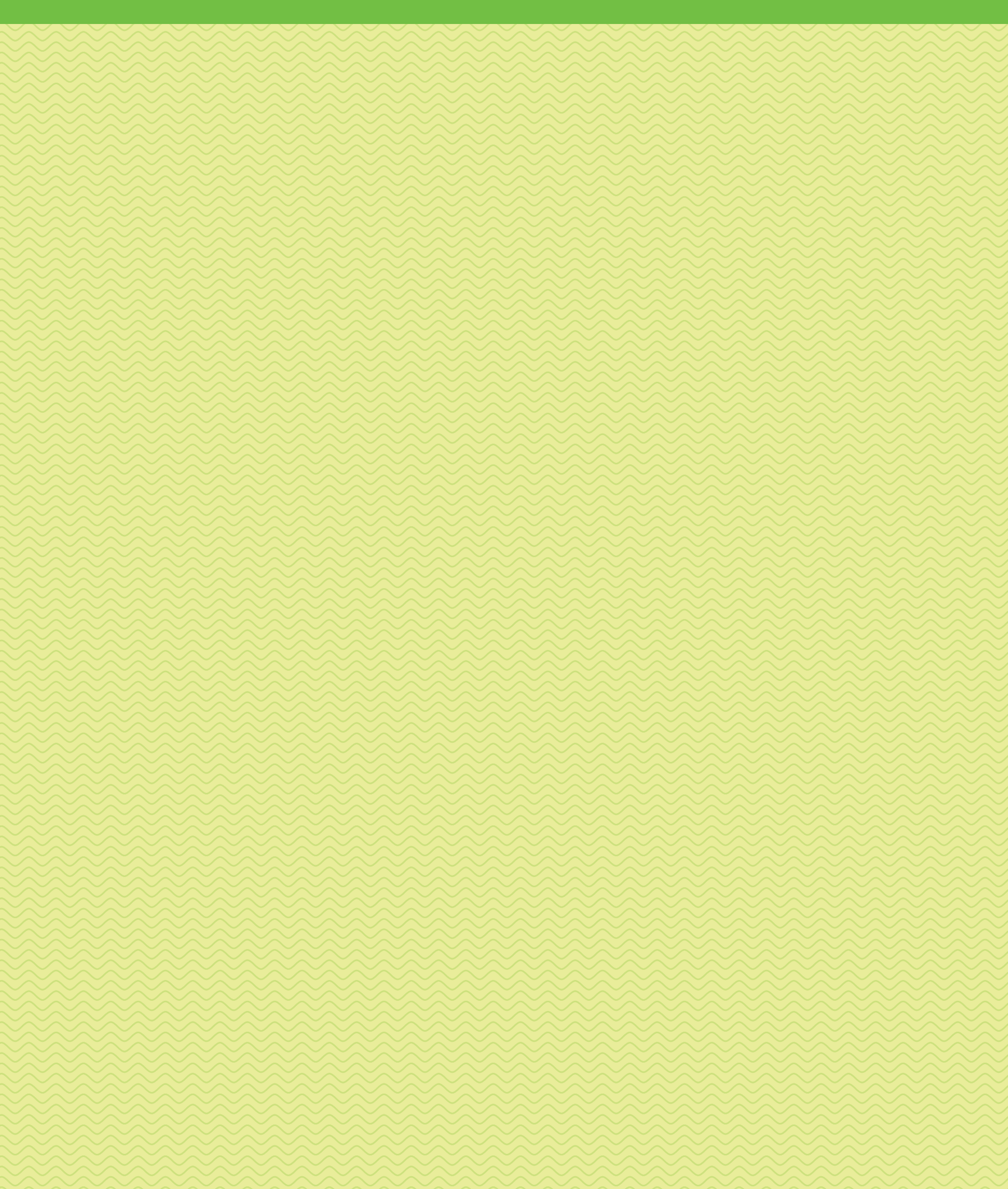
### 2.3 Indicadores Básicos del Mercosur

El Mercosur es hoy una realidad económica de dimensiones continentales: una área total de más de 11 millones de kilómetros cuadrados (más del 58% del territorio latinoamericano); un mercado de más de 210 millones de habitantes; y un PBI acumulado de más de 1,6 trillón de dólares.

La región es uno de los principales polos de atracción de inversiones del mundo, importante reserva de recursos naturales del planeta y una fuente considerable de recursos energéticos. El potencial agrícola del bloque es otra característica de destaque. El Mercosur está entre los mayores productores mundiales de trigo, café, cacao, cítricos, arroz, soja, leche y carne.

Desde su creación, el Mercosur viene consolidando su funcionamiento y alcanzando resultados expresivos, contribuyendo a la creación de un clima receptivo de expansión del comercio.









Esplanada Ministerios - Henrique



# Capítulo 3

Arreglos Institucionales Relevantes para la Elaboración de la Segunda Comunicación Nacional en Bases Permanentes



### 3 Arreglos Institucionales Relevantes para la Elaboración de la Segunda Comunicación Nacional en Bases Permanentes

#### 3.1 Marco Institucional

Brasil siempre desempeñó un papel de liderazgo en la arena de las cuestiones ambientales globales, como, por ejemplo, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, también conocida como Río-92, realizada en Río de Janeiro, del 3 al 14 de junio de 1992.

Brasil fue el primer país en firmar la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático - CMNUCC, durante la Río-92. Posteriormente, más 193 Partes (incluyendo la Unión Europea) pasaron a integrar la Convención, lo que demuestra su carácter prácticamente universal. La Convención entró en vigor el 21 de marzo de 1994, noventa días después del depósito de la quincuagésima ratificación por el parlamento de los países. En Brasil, la misma fue ratificada por el Congreso Nacional el 28 de febrero de 1994 y entró en vigor noventa días después, el 29 de mayo del mismo año.

Desde el inicio de las actividades relacionadas al cambio climático en Brasil, fueron creadas instituciones para tratar el asunto y coordinar la implementación de la Convención en el país.

##### 3.1.1 Comisión Interministerial de Desarrollo Sustentable

En junio de 1994, el gobierno de Brasil estableció la Comisión Interministerial de Desarrollo Sustentable - CIDES<sup>14</sup>. La CIDES era presidida por el Ministerio de Planificación y Presupuesto y compuesta por otros ministerios. El objetivo de la CIDES era el de prestar asistencia al Presidente de la República en la toma de decisiones sobre estrategias y políticas nacionales orientadas al desarrollo sustentable, de forma compatible con la Agenda 21, tomando en consideración la complejidad de tal tarea y de la necesidad de involucramiento de un gran número de instituciones.

##### 3.1.2 Coordinación General de Cambios Globales del Clima

La responsabilidad por la coordinación de la implementación de los compromisos resultantes de la CMNUCC fue atribuida al Ministerio de Ciencia y Tecnología - MCT por el Decreto Presidencial nº 1.160/1994. Fue, entonces, creada, en respuesta al mandato dado por la CIDES, dentro de la estructura del MCT, la Coordinación General de Cambios Globales de Clima<sup>15</sup> - CGMC (según la sigla en portugués), en agosto de 1994, a quien fue atribuida esa misión.

En sus primeros años de funcionamiento, la principal tarea de la CGMC fue la de coordinar la elaboración de la Comunicación Nacional inicial de Brasil para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, de acuerdo a los compromisos asumidos en la Convención. La elaboración de la Comunicación Nacional es un esfuerzo multidisciplinar, el cual involucra en su primera edición a cerca de 150 instituciones y 700 especialistas distribuidos en todas las regiones del país. Además, la Comunicación constituye un gran desafío, llevando en consideración la necesidad de desarrollar una capacitación nacional en el área, siendo que, en muchos casos, eso representa un trabajo pionero y complejo.

Por su amplitud y especificidad, y considerando que son abordadas las emisiones de los principales gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, CF<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, SF<sub>6</sub>) de los sectores energético, industrial, forestal, agropecuario y de tratamiento de residuos, 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, involucra a diversos ministerios (Ministerio de Medio Ambiente; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento; Ministerio de Minas y Energía; Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior; etc.) a instituciones federales (Petrobras, Eletrobras, Embrapa, INPE, entre otras), estatales (Cetesb, Cemig, entre otras), asociaciones de clase (ABAL, ABEGÁS, ABIQUIM, Bracelpa, Unica, Coopersucar, entre otras), organizaciones no gubernamentales (Funcate, Fundación José Bonifácio, entre otras), universidades y centros de investigaciones (COPPE/UFRJ, USP, UFRS, UnB, entre otras).

Brasil concluyó y publicó su inventario inicial en el 2004. Fueron inventariadas las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero del período de 1990 a 1994, sintetizadas a partir de 15 estudios de referencia.

<sup>15</sup> Denominada Coordinación de Investigación en Cambios Globales, al momento de su creación.

<sup>14</sup> Decreto Presidencial nº 1.160, del 21 de junio de 1994.

La Agencia Internacional de Energía - AIE realizó una comparación de los inventarios de los principales países en desarrollo. La evaluación de la AIE sobre el inventario de Brasil fue extremadamente positiva, destacando que las principales cualidades del inventario son la transparencia, la elaboración de series temporales (aun siendo pequeñas) y la utilización de factores de emisión nacionales más elaborados. Del punto de vista institucional, es destacado que Brasil fue capaz de armar una capacitada para la elaboración de los inventarios.

La CGMC tuvo también bajo su responsabilidad la coordinación de las actividades referentes a la Segunda Comunicación Nacional de Brasil a la Convención. En términos de división del trabajo para el segundo inventario, el Ministerio de Minas y Energía coordinó el sector de energía; la Funcate el sector de bosques y el uso de la tierra; la Embrapa el sector agropecuario; la Cetesb sector de tratamiento de residuos; y en el sector industrial la responsabilidad de la coordinación fue asignada a cada asociación de los sectores principales como el aluminio (Asociación Brasileira del Aluminio - ABAL), cemento (Sindicato Nacional de la Industria del Cemento - SNIC), siderúrgico (Instituto Acero Brasil - IABr), químico (Asociación Brasileña de la Industria Química - ABIQUIM) y carbón mineral (Asociación Brasileña del Carbón Mineral - ABCM).

Además de coordinar la implementación de los compromisos de Brasil en la Convención, la CGMC participa en las negociaciones sobre asuntos de implementación y aspectos técnicos y científicos que son debatidos en los órganos subsidiarios de la Convención (Órgano Subsidiario de Implementación - SBI y Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico - SBSTA y otros).

Desde 1995, la CGMC participó activamente en las discusiones que llevaron a la adopción del Protocolo de Kyoto, en diciembre de 1997, en Japón, teniendo un destaque especial en el documento presentado por el gobierno brasileño a la Convención, ofreciendo colaborar con la elaboración del Protocolo. Tal documento propuso la creación de un Fondo de Desarrollo Limpio que, modificado, fue adoptado como uno de los artículos del Protocolo (artículo 12º, sobre Mecanismo de Desarrollo Limpio - MDL). Propuso, además, un nuevo criterio de división de los costos de mitigación del cambio climático basado en la responsabilidad histórica de los países industrializados en causar el aumento de la temperatura.

Desde entonces, la CGMC ha participado en las discusiones de los aspectos técnicos y científicos relacionados a la reglamentación e implementación del Protocolo, en conjunto con el Ministerio de Relaciones Exteriores.

Adicionalmente, entre los compromisos de Brasil en la Convención, se destaca la acción de cooperar y promover investigaciones científicas, tecnológicas, técnicas, socioeconómicas, etc., en observaciones sistemáticas y en el desarrollo de bancos de datos relativos al sistema climático, cuya finalidad es la de aclarar, reducir o eliminar la incertidumbre aún existente en relación a las causas, efectos, magnitud y evolución en el tiempo, del cambio climático y las consecuencias económicas y sociales de la diversas estrategias de respuesta.

La CGMC coordina, en el ámbito del gobierno brasileño, las revisiones de las evaluaciones científicas realizadas por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático - IPCC (sigla en inglés de Intergovernmental Panel on Climate Change) con el apoyo creciente de la comunidad científica, y con la participación activa del Ministerio de Relaciones Exteriores, en las plenarias del Panel, presentando las perspectivas del gobierno brasileño en la discusión y en la aprobación de los informes del IPCC.

Otra línea importante de actividades de la CGMC es la concientización pública sobre el tema de cambio climático. Para facilitar la integración de todos los especialistas e instituciones involucrados, fue creada una página de Internet sobre cambio del clima (<<http://www.mct.gov.br/clima>>) en el ámbito del portal del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Se trata de un foro de integración de especialistas de diferentes sectores que pueden acompañar y contribuir al trabajo, además de abrir un espacio a la sociedad en la discusión del tema del cambio global del clima<sup>16</sup>.

Paralelamente, la CGMC promueve y apoya eventos sobre cambio global del clima en las diversas áreas relacionadas al tema, pública y disponibiliza informaciones relevantes, en especial las relativas a la Convención, al Protocolo y al IPCC. Se busca, de esa forma, desarrollar y divulgar información legal, técnica y científica, así como participar de debates sobre el calentamiento global, sus causas e impactos, objetivando concientizar sobre el problema a los formadores de opinión, formuladores de políticas, líderes empresariales, estudiantes y a la población en general.

### 3.1.3 Comisión Interministerial de Cambio Global del Clima

La perspectiva de la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto y de la reglamentación del Mecanismo de Desarrollo Limpio - MDL, reveló la importancia de la formalización de un órgano dentro del gobierno que pudiese direccionar ese potencial para las prioridades nacionales de desarrollo. Esa preocupa-

<sup>16</sup> Vide Parte IV, sección 3.4.1 sobre Página Oficial en Internet sobre Cambio Climático.

ción con una mayor institucionalización de la cuestión del cambio climático en el país, debido a sus características estratégicas, condujo a la creación de la Comisión Interministerial de Cambio Global del Clima - CIMGC<sup>17</sup> (según la sigla en portugués), con el propósito de coordinar las acciones del gobierno en esa área.

Llevando en consideración que el Ministerio de Ciencia y Tecnología ya venía ejerciendo las actividades nacionales orientadas al cumplimiento del compromiso inicial de Brasil relativo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, le fue asignada al MCT la presidencia y la función de la Secretaria Ejecutiva de la Comisión Interministerial, pensando en que los aspectos científicos del cambio global del clima continuarán, en el futuro previsible, dominando las negociaciones políticas, y llevando en consideración que el conocimiento científico necesario para subsidiar las discusiones puede ser viabilizado por medio de los instrumentos de fomento de este Ministerio. La Coordinación General de Cambios Globales de Clima actúa como Secretaria Ejecutiva de la Comisión Interministerial y el Coordinador General de la CGMC actúa como su Secretario Ejecutivo. La Vicepresidencia de la Comisión le corresponde al Ministerio de Medio Ambiente.

La Comisión Interministerial está integrada por representantes de los Ministerios de Relaciones Exteriores - MRE y de Ciencia y Tecnología - MCT, que son los puntos focales político y técnico, respectivamente, sobre el cambio global del clima en Brasil; ministerios que tienen atribuciones y responsabilidades específicas sobre sectores importantes para las actividades relacionadas a la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero en Brasil, como es el caso de la cartera de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento - MAPA; de Transportes - MT; de Minas y Energía - MME; de Medio Ambiente - MMA; de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior - MDIC; y de Ciudades - MCid; así como otros ministerios con una visión más estratégica y a largo plazo, como el caso del Ministerio de Planificación, Presupuesto y Gestión - MPOG; de Economía - MF; y de la Casa Civil de la Presidencia de la República. Además de las agencias citadas, el decreto arriba mencionado faculta a la Comisión a solicitar la colaboración de otros órganos públicos o privados y de entidades representativas de la sociedad civil para cumplir con la realización de sus atribuciones.

Son atribuciones de la Comisión Interministerial:

I - emitir parecer, siempre que sea demandado, sobre propuestas de políticas sectoriales, instrumentos legales y nor-

mas que contengan un componente relevante para la mitigación del cambio global del clima y para la adaptación del país a sus efectos;

II - ofrecer apoyo técnico a las posiciones del gobierno en las negociaciones en el ámbito de la Convención e instrumentos subsidiarios en los cuales Brasil sea parte;

III - definir criterios de elegibilidad adicionales a los considerados por los organismos de la Convención, encargados del MDL, previstos en el artículo 12° del Protocolo de Kyoto para la Convención, según las estrategias nacionales de desarrollo sustentable;

IV - apreciar pareceres sobre proyectos que tengan como resultado reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero y que sean considerados elegibles para el MDL, y aprobarlos, si es el caso; y

V - encargarse de la articulación con entidades representativas de la sociedad civil, para promover las acciones de los órganos gubernamentales y privados, con el objetivo de cumplir con las obligaciones asumidas por Brasil ante la Convención y con otros instrumentos subsidiarios en los cuales Brasil sea parte.

La Comisión Interministerial representó, así, un primer esfuerzo para articular las acciones del gobierno relacionadas al cambio global del clima. En ese marco, es importante destacar que la CIMGC es la Autoridad Nacional Designada brasileña - AND<sup>18</sup>, siendo responsable por el análisis y aprobación de las actividades de proyecto en el ámbito del Mecanismo de Desarrollo Limpio - MDL en Brasil.

Las actividades de proyecto de MDL deben ser elaboradas de acuerdo a las reglas definidas por la decisión 17/CP.7 (posteriormente, ratificada por la decisión 3/CMP.1), que define los procedimientos y modalidades del MDL, las cuales fueron internalizadas en el ordenamiento jurídico brasileño, por medio de la resolución n° 01 de la Comisión Interministerial de Cambio Global del Clima, del 11 de septiembre del 2003. La CIMGC ha elaborado y publicado resoluciones con el objetivo de internalizar en el país las reglas de aprobación de las actividades de proyecto de MDL establecidas internacionalmente por las decisiones de la Conferencia de las Partes en su calidad de reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto y de su Consejo Ejecutivo, buscando además establecer criterios adicionales para la aprobación de las actividades de proyecto de MDL. Debe destacarse que la CIMGC, considerando que fue la primera AND del MDL a ser establecida en el

17 Por medio del Decreto Presidencial del 7 de julio de 1999, alterado por el Decreto del 10 de enero del 2006.

18 En conformidad al artículo 3°, inciso IV, del Decreto Presidencial del 7 de julio de 1999, alterado por el Decreto del 10 de enero del 2006.

mundo, ha servido como modelo para la creación de muchas otras ANDs, lo que suscitó actividades de cooperación en ese ámbito entre Brasil y otros países en desarrollo<sup>19</sup>.

Todos las actividades de proyecto de MDL elegibles son debidamente analizados por la CIMGC en relación a los criterios de la contribución que esos proyectos traen para el desarrollo sustentable del país.

Todo el material relativo a la CIMGC, así como sobre todas las actividades de proyecto de MDL en Brasil, está disponible en la página de Internet de su Secretaría Ejecutiva (<<http://www.mct.gov.br/clima>>), que hospeda también a la CGMGC. También son publicadas periódicamente informaciones sobre el status del MDL en Brasil y en el mundo<sup>20</sup>.

### 3.1.4 Comité Interministerial sobre Cambio del Clima - CIM

En el 2007 el Gobierno Federal creó el Comité Interministerial sobre Cambio Global del Clima - CIM<sup>21</sup>, con la atribución de orientar la elaboración, la implementación, el monitoreo y la evaluación del Plan Nacional sobre Cambio Climático, entre otras funciones.

El CIM es coordinado por la Casa Civil de la Presidencia de la República, estando compuesto por diecisiete órganos federales y el Fórum Brasileño de Cambios Climáticos - FBMC<sup>22</sup>. Los órganos federales que lo componen son: Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento; Ministerio de Ciencia y

Tecnología; Ministerio de Defensa; Ministerio de Educación; Ministerio de Economía; Ministerio de Integración Nacional; Ministerio de Salud; Ministerio de las Ciudades; Ministerio de Relaciones Exteriores; Ministerio de Minas y Energía; Ministerio de Desarrollo Agrario; Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior; Ministerio de Medio Ambiente; Ministerio de Planificación, Presupuesto y Gestión; Ministerio de Transportes; y Núcleo de Asuntos Estratégicos de la Presidencia de la República.

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, en el ámbito del CIM, que es coordinado por el Ministerio del Medio Ambiente.

Fue responsabilidad del GEx elaborar una propuesta preliminar de los objetivos generales, principios y directrices de la Política Nacional sobre Cambio Climático; así como la versión preliminar del Plan Nacional sobre Cambio Climático, bajo la orientación del CIM. El Plan Nacional sobre Cambio Climático, después de una amplia consulta pública, fue lanzado en diciembre del 2008. La Política Nacional sobre Cambio Climático fue transformada en ley<sup>23</sup> en diciembre del 2009<sup>24</sup>.

Vale destacar que la Comunicación Nacional de Brasil para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, de acuerdo a los criterios establecidos por esta Convención y por sus Conferencias de las Partes, es considerada uno de los instrumentos de la Política Nacional sobre Cambio Climático<sup>25</sup>.

19 Parte IV sección 4.10 sobre la cooperación Sur-Sur

20 Parte III, sección A.4, sobre Status Actual de las Actividades de Proyecto en el ámbito del Mecanismo de Desarrollo Limpio - MDL en Brasil y en el Mundo.

21 Decreto Presidencial nº 6.263, del 21 de noviembre del 2007.

22 Vide Parte IV, sección 3.3, sobre Fórum Brasileño de Cambios Climáticos.

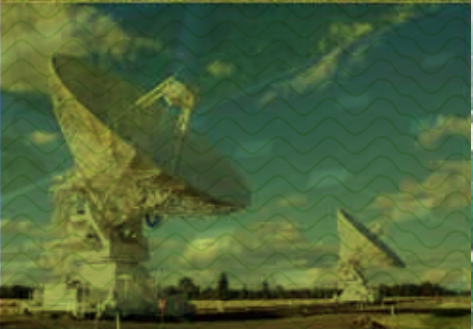
23 Ley nº 12.187, del 29 de diciembre del 2009.

24 Vide Parte III, sección A.3.4, sobre Política Nacional sobre Cambio Climático.

25 Artículo 6º, inciso IV, de la Ley nº 12.187, del 29 de diciembre del 2009.







# Capítulo 4

Circunstancias Especiales



## 4 Circunstancias Especiales

Esta sección tiene por objetivo analizar circunstancias especiales, en relación a las cuales hay necesidades y preocupaciones específicas resultantes de los efectos negativos del cambio climático y/o del impacto de la implementación de medidas de respuesta, de acuerdo al artículo 4º, parágrafo 8º de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

### 4.1 Biomas Brasileños

#### 4.1.1 Ecosistemas Costeros

La Zona Costera brasileña abarca ambientes climáticos diversos (húmedo ecuatorial, tropical, semiárido e subtropical), desde la latitud 5°16' Norte hasta la latitud 33°44' Sur, posee una diversificada formación geológica y presenta variadas características geomorfológicas. La línea de costa cambia significativamente de orientación (de SW-NE en la región Sur, a W-E en el estado de Rio de Janeiro, S-N de Espírito Santo a Rio Grande do Norte, ESE-WNW en la región Noreste y NNW-SSE en el estado de Amapá), con una extensión total de aproximadamente 12.400 km cuando son considerados los contornos de las principales bahías, de las grandes islas del archipiélago de Marajó, São Luís y Santa Catarina, y el contorno de la Laguna de los Patos. Las cuencas hidrográficas que alimentan la Zona Costera poseen dimensiones y características geográficas diversas, tales como la cuenca del río Amazonas, los ríos intermitentes en la Región Noreste, los ríos São Francisco, Dulce, Jequitinhonha y Paraíba do Sul, las cuencas del Atlántico limitadas por la Sierra del Mar, y la cuenca de la Laguna de los Patos. De esta forma, los cambios climáticos que ocurran tanto en el continente como en el Océano Atlántico (ciclones extratropicales en la parte Sur, la Zona de Convergencia Intertropical, tempestades tropicales y ciclones extratropicales en el Hemisferio Norte) potencialmente traerán consecuencias importantes sobre la región costera. Para efectos legales, la Zona Costera es constituida por una franja marítima con 12 millas náuticas de ancho, y por una franja terrestre limitada pelos municipios expuestos al mar o a ambientes de estuario, correspondiendo a un ancho promedio de 50 km y a una superficie de 535.000 km<sup>2</sup> (VIDIGAL, 2006, apud NEVES & MUEHE, 2008). Por lo tanto, los efectos del cambio climático sobre la Zona Costera son bastante más amplios que aquellos causados por la elevación termo-eustática del nivel del mar.

Brasil posee una costa con 17 estados bañados por el mar (Amapá, Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). Esa extensa costa abriga a un rico mosaico de ecosistemas – estuarios, islas, manglares, restingas, dunas, playas, costas rocosas y arrecifes de corales. La Zona Costera es una parte privilegiada del territorio brasileño en lo relativo a recursos naturales, económicos y humanos.

La costa brasileña puede ser dividida en cuatro grandes áreas:

- La costa litoral amazónica va de la boca del río Oiapoque al delta del río Paraíba. Presenta una gran extensión de manglares exuberantes, así como matas y tierras planas invadidas por las mareas, campos de dunas y playas. Presenta también una rica biodiversidad en especies de crustáceos, peces y aves.
- La costa del noreste comienza en el estuario del río Paraíba y va hasta la Baía de Todos os Santos. Está marcada por la presencia de arrecifes calcíferos y areníticos, además de dunas que, cuando pierden la cobertura vegetal que las fijan, se mueven con la acción del viento. En esta área hay, además, manglares, restingas y matas. En las aguas de la costa nordestina viven el pez buey marino y las tortugas, ambos amenazados de extinción.
- La costa sudeste sigue de la Baía de Todos os Santos hasta el estado de São Paulo. Es el área más densamente poblada e industrializada del país. Sus áreas características son las costas rocosas, los arrecifes y las playas de arenas tipo de monacita. Está dominada por la Sierra del Mar y tiene una línea muy recortada, con varias bahías y pequeñas ensenadas. El ecosistema más importante de esta área es la mata de restinga. Esta parte de la costa es habitada por el oso perezoso (*Melursus ursinus*) de cuello blanco y el mono león dorado, también dos especies amenazadas de extinción.
- La costa sur comienza en el estado de Paraná y termina en el Arroyo Chuí, en el estado de Rio Grande do Sul. Con muchos bañados y manglares, el ecosistema de la región es riquísimo en aves, aunque abriga también a otras especies como castores, nutrias (también amenazadas de extinción) y carpinchos.

En las próximas subsecciones, serán destacados los manglares y las islas marítimas, por tratarse de ecosistemas extremadamente vulnerables al cambio global del clima, además de abordar asuntos referentes a la interferencia humana en esos

ecosistemas, como puertos y terminales, paralela a la ocupación humana en la costa. En la Parte III de la Comunicación, serán presentados algunos de los efectos del cambio global del clima en los ecosistemas marinos y terrestres.

### Islas Marítimas

Considerando la extensión de la costa brasileña, es expresivo el número de islas existentes. Desde el punto de vista ambiental, las islas son conocidas por su fauna y flora únicas, las cuales son particularmente vulnerables a disturbios y destrucción de naturaleza antrópica. Las islas son particularmente vulnerables al cambio climático a partir del potencial aumento del nivel del mar resultante del calentamiento global.

En Brasil, el estudio de islas todavía es poco difundido. Hay un número reducido de informaciones sobre animales y plantas, así como de datos específicos sobre la geomorfología y la geología de las islas. Estudios sobre la vulnerabilidad de las islas brasileñas al aumento del nivel del mar derivado del cambio del clima aún no fueron elaborados.

En futuros estudios, criterios relativos a la población, área y altitud para una distinción preliminar de las islas costeras brasileñas, deben ser combinados con la clasificación de la costa. En relación a la población, todas las islas que tengan centros urbanos deben ser especialmente consideradas (alto riesgo). Debe también considerarse el tipo de costa en la cual la isla está localizada para que se puedan inferir informaciones geológicas y geomorfológicas importantes para la constatación de áreas inundables. El régimen de las mareas es un factor de gran relevancia en contraposición a la altitud. Por ejemplo, la situación en que las islas con bajas altitudes en régimen de macromarea están más comprometidas que las islas de una misma altitud pero con régimen de mesomarea.

El litoral brasileño puede ser dividido en tres tipos de regímenes de mareas, comprendiendo los estados de la Federación incluidos en los intervalos abajo:

- macromarea: del Amazonas a Rio Grande do Norte;
- mesomarea: de Rio Grande do Norte a Bahia; y
- micromarea: de Espírito Santo a Rio Grande do Sul.

Las principales islas marítimas brasileñas están listadas en el Cuadro 4.1, con información sobre su área y localización.

**Cuadro 4.1 Principales islas marítimas brasileñas.**

Nombre	Área (Km²)	Localización		
		Unidades de la Federación	Latitud	Longitud
Costeras				
Grande de Gurupá	3.958,5	Pará	-01° 00'	-51° 34'
Caviana de Fora	2.128,8	Pará	+00° 10'	-50° 00'
Marajó	50.000	Pará	-00° 57'	-49° 56'
Mexiana	1.534	Pará	-00° 02'	-49° 34'
Maracá	463,4	Amapá	+02° 03' 48"	-50° 30' 16"
Maiau	10,1	Maranhão	-01° 07' 00"	-44° 54' 20"
São Joãozinho	71,3	Maranhão	-01° 04' 48"	-45° 58' 24"
São Luís	914,2	Maranhão	-02° 31' 47"	-44° 18' 10"
Grande de Santa Isabel	198,5	Piauí	-02° 51' 07"	-41° 49' 02"
Itaparica	192,2	Bahia	-12° 53' 18"	-38° 40' 43"
Vitória	33,9	Espírito Santo	-20° 19' 10"	-40° 20' 16"
Grande	179,8	Rio de Janeiro	-23° 08' 25"	-44° 10' 09"
Jipóia	5,9	Rio de Janeiro	-23° 02' 34"	-44° 21' 49"
Bom Abrigo	1,1	São Paulo	-25° 07' 16"	-47° 51' 31"
São Sebastião	337,5	São Paulo	-23° 46' 39"	-45° 21' 30"
São Francisco	269,2	Santa Catarina	-26° 17' 26"	-48° 40' 08"
Santa Catarina	423,1	Santa Catarina	-27° 35' 48"	-48° 32' 57"
Oceánicas				
Fernando de Noronha	18,4	Pernambuco	-03° 50' 25"	-32° 24' 38"
Da Trindade	10,1	Espírito Santo	-20° 30' 16"	-29° 18' 46"
Martim Vaz	0,3	Espírito Santo	-20° 29' 10"	-28° 50' 22"

Fuente: IBGE, 2001.

### Manglares

Los Manglares son ampliamente encontrados en las áreas costeras tropicales. En Brasil, sus localizaciones fueron mapeadas en escalas de 1:2.500.000 (para una cobertura nacional) y 1:1.000.000 (para dos áreas seleccionadas en la región Norte) usando imágenes Landsat, cartas náuticas y diversos mapas. Investigaciones identificaron cinco especies principales de árboles en esas áreas: *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana*, *Avicennia nitida*, *Laguncularia racemos* y *Conocarpus erectus*. Esas especies se extienden del Cabo Orange, localizado en los 4° N, hasta la latitud 28° 20' S.

Ese ecosistema representa el 8% de toda la línea de costa del planeta y un cuarto de la línea costera de la zona tropical, sumando un total de 181.077 km<sup>2</sup>. Vale destacar que Brasil es el segundo país en extensión de áreas de manglares (13.400 km<sup>2</sup>), quedando atrás apenas de Indonesia, que presenta 42.550 km<sup>2</sup>, distribuidos a lo largo de sus archipiélagos (SPALDING *et al.*, 1997 apud SOUZA FILHO, 2005).

Os manglares apoyan la cadena biológica de la fauna marina y también retienen los sedimentos, frecuentemente impidiendo o reduciendo problemas de sedimentación en puertos (MUEHE & NEVES, 1995). Dependiendo de la relación entre topografía, provisión de sedimentos y nivel del mar, las comunidades que habitan manglares pueden disminuir o expandirse, mientras que la proporción de las diferentes especies puede variar. Esas variaciones pueden ser investigadas para escenarios diferentes, usando una combinación de modelos físicos y biológicos, pero actualmente los datos y conocimiento son insuficientes, impidiendo su aplicación al caso de Brasil. Por eso, son recomendados métodos simples, tales como el mapeamiento continuo de las áreas de manglares, además de la adopción de una legislación para la protección y estudio de la evolución de esas áreas.

### **Puertos y Terminales**

Los servicios portuarios buscan atender, esencialmente, la demanda presentada por los flujos derivados del comercio exterior brasileño. Por los puertos pasa cerca del 90% de las

cargas comercializadas con el exterior. Los puertos no representan solamente la puerta de entrada y salida de las mercancías; son también inductores del desarrollo en sus áreas de influencia, siendo, por lo tanto, estratégicos para el país.

La evolución del embarque general de cargas en los puertos organizados (públicos) y terminales de uso privativo brasileños, entre el 2003 y el 2007, demuestra que hubo un crecimiento medio anual del 7,2%, siendo que el embarque total de cargas en los puertos/terminales brasileños en el 2007 fue de 754.716.655 toneladas. La participación de los terminales de uso privativo en ese mismo año representó un 63,1%, mientras que la de los puertos organizados (públicos) se situó en un 36,9%, manteniéndose, así, las mismas participaciones desde el 2003. La mayor concentración en los terminales deriva del embarque a granel, principalmente de minerales de hierro y de derivados de petróleo.

El mapa de la Figura 4.1 muestra la posición geográfica de todos los puertos del país (costa marítima e interior) en el año 2007.

**Figura 4.1 Mapa de los principales puertos de Brasil (costeros y fluviales)**



Fuente: ANTAQ, 2007. Disponible en <<http://www.antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Portuario2007/Index.htm>>.

Las variaciones en el nivel del mar pueden acarrear consecuencias en las estructuras portuarias (por ejemplo, espigones, boyas de fondeo, diques), así como en la operación portuaria (por ejemplo, intervalos entre dragados, amplitud de oscilaciones en el anclado, frecuencia de inundación).

Considerando un aumento hipotético de un metro en el nivel del mar, diversos puertos serían inundados o su borde libre (altura superior al nivel de la pleamar) sería reducido a menos de 0,5 m. En Macapá, que es influenciado tanto por la descarga del río Amazonas como por las elevadas mareas oceánicas, las inundaciones del área portuaria ya representan un problema. En las regiones Norte y Noreste, tres puertos (Macapá, Itaqui y Cabedelo) podrían llegar a inundarse y cinco (Belém, Fortaleza, Recife, Maceió y Salvador) sufrirían una disminución de sus bordes libres; siendo que todos manipulan carga general y, a excepción de Fortaleza y Maceió, están localizados dentro de bahías o estuarios. En las regiones Sur y Sudeste, tres puertos (Vitória, Angra dos Reis y Paranaguá) podrían inundarse y cuatro (Forno, Rio de Janeiro, Niterói y São Francisco do Sul) tendrían menos de 0,5 m de borde libre. Se estima que las operaciones en todos esos puertos serían adversamente afectadas y que algunas obras de mejoría serían probablemente necesarias. Considerando la localización de esos puertos y su importancia económica para la región, queda evidente que las regiones Norte y Noreste son más vulnerables que las regiones Sur y Sudeste.

El puerto de Suape, localizado a 35 km al sur de Recife, es el primer ejemplo en Brasil donde un posible aumento del nivel del mar fue considerado al momento de su construcción. Una elevación adicional de 0,25 m fue incluida en el proyecto de las estructuras del puerto, basada en los resultados preliminares de las variaciones en el nivel del mar en Recife, considerando un horizonte de 50 años.

Otros efectos deben ser también considerados. Mayores niveles del mar permiten que las olas lleguen a la costa con una mayor altura debido a la reducción de la fricción con el fondo. Las fuerzas de las olas son proporcionales a la segunda o tercera potencia de la altura de la ola. Así, un aumento del 10% en la altura de una ola aumenta el esfuerzo sobre los pilares en un 20% y aumenta en un 30% el peso de los bloques de roca empleados en la construcción de espigones. Tales cambios serían particularmente importantes para puertos localizados en costas a mar abierto, como en el caso de Recife y Suape, Ilhéus, Praia Mole, Imbituba o en islas artificiales, como por ejemplo, Areia Branca y Sergipe.

Cambios en el patrón de transporte de sedimentos y de deposición también interferirían en la operación de los puertos.

Santos, localizado en un estuario, tiene una larga historia de problemas de intrusión salina, estimados en 1,5 millones m<sup>3</sup>/año de sedimentos fluviales y 0,3 millones m<sup>3</sup>/año de sedimentos marinos. Belém e Itaqui están localizados en estuarios con altas variaciones de mareas y movimientos significativos de sedimentos. En Belém, el volumen medio anual dragado es de aproximadamente 1,0 millón de m<sup>3</sup>, mientras parece no haber problemas en Itaqui. Rio Grande está en la desembocadura de la Laguna de los Patos, donde la marea astronómica es insignificante y las condiciones de flujo son determinadas por las condiciones meteorológicas en el océano y en la laguna, siendo que la intrusión salina es de aproximadamente 0,35 millones m<sup>3</sup>/año. Las tasas y lugares de sedimentación podrán variar con cambios en el nivel del mar. En la costa a mar abierto, un aumento en la tasa de transporte de arena a lo largo de la costa debe ser esperado como consecuencia de mayores olas, siendo Recife un ejemplo de eso. Tres lugares donde ya se verifica una severa deposición en el canal de acceso son: Fortaleza (0,6, 1,6 y 2,5 millones m<sup>3</sup>/año en los años 1960, 1970 y 1980, respectivamente), Paranaguá (38 millones m<sup>3</sup> entre 1968 y 1979) y São Francisco do Sul (3,4 millones m<sup>3</sup> entre 1974 y 1979 en el canal de acceso y 16.000 m<sup>3</sup> en la cuenca de evolución).

Aumentos en la altura de las olas ya fueron descritos en el Atlántico Norte. Cambios similares en el Atlántico Sur serían motivo de preocupación para la industria de petróleo offshore que provee la mayor parte del petróleo y el gas natural producidos en Brasil, como también para todas las estructuras costeras.

### **Ocupación Humana de la Costa**

La distribución geográfica de la población en los estados costeros es bastante diferenciada. Llevándose en cuenta apenas las microrregiones consideradas por el IBGE que se localizan en la Zona Costera, y dentro de ellas los municipios que son bañados por el mar o se localizan en ambientes de estuario, el porcentaje de la población brasileña que efectivamente reside en la Zona Costera se sitúa en la franja del 22% al 25%, valor que se mantiene estable desde el Censo de 1980. Esto se opone a una visión usualmente aceptada de que Brasil es un país cuya población se concentra en la costa marítima. Se identifican tres categorías entre los estados brasileños: aquellos que presentan una población en los municipios costeros inferior al 10% (São Paulo, Paraná y Piauí); los que poseen una población superior al 60% (Rio de Janeiro y Amapá); y los que presentan una población en la franja del 20% al 50% (los demás). Como forma de caracterizar la ocupación humana en la costa, se puede adoptar la densidad demográfica espacial o el índice denominado "Población por extensión

de Línea de Costa - PLC", que consiste en la razón entre la población de los municipios costeros dentro de una microrregión y la extensión de la línea de la costa - LC, en kilómetros de esta microrregión. De acuerdo al conteo poblacional del 2007, aproximadamente 7.100 km de la costa brasileña presentan valores de PLC inferiores a 1.000 hab/kmLC, o sea, son regiones deshabitadas, y por este motivo, vulnerables a la ocupación indebida o ambientalmente frágiles. Cerca de 3.700 km presentan una ocupación de entre 1.000 y 5.000 hab/kmLC, lo que corresponde a municipios pequeños; aproximadamente 500 km presentan un valor de PLC de entre 5.000 y 10.000 hab/kmLC, lo que corresponde a ciudades de porte medio; y, aproximadamente, apenas 1.000 km presentan un valor de PLC superior a 10.000 hab/kmLC, categoría que engloba a las principales capitales estatales costeras del país.

Los Datos del Censo Demográfico del 2000 mostraron que la Zona Costera tenía 395 municipios (IBGE, 2000b). Del total de municipios costeros, 179 (45,3%) fueron clasificados como de pequeño porte (población inferior a 20 mil habitantes). Estos estaban localizados, primordialmente, en las regiones Sur (57,33%) y Noreste (47,9%), conformando decenas de núcleos tradicionales con la economía basada en la agricultura, la ganadería, la pesca, y más recientemente, en la carcinicultura<sup>26</sup> y en las actividades turísticas y de esparcimiento.

Los municipios de porte medio, con una población de entre 20 y 100 mil habitantes, predominaban en las regiones Noreste (56,8%) y en el Sudeste (19,3%), las dos regiones que, históricamente, fueron ocupadas desde el período colonial. Esos municipios presentaban un perfil socioeconómico urbano aún incipiente, intensificado en los últimos años por la explotación turística e inmobiliaria de la costa marítima. Por otro lado, los municipios con más de 100 mil habitantes, considerados como de gran porte, se localizan primordialmente en las regiones Sudeste (40,9%) y Noreste (39,3%), conformando una compleja red de espacios altamente urbanizados, pero carentes de calidad socioambiental. Predominan en esos sistemas urbanos la concentración poblacional, las actividades industriales, comerciales y de servicios. Por lo tanto, se constituyen en los lugares de mayor vulnerabilidad socioambiental (STROHAECKER, 2008).

La Zona Costera brasileña, por lo tanto, puede ser considerada una región de contrastes. En ella son encontradas áreas donde coinciden una intensa urbanización, actividad portuaria e industrial relevante y explotación turística a larga escala (como los casos de las metrópolis y centros regionales coste-

ros localizados, en gran parte, en áreas de estuario y bahías, centros difusores de los primeros movimientos de ocupación de Brasil). Por otro lado, se encuentran también, áreas de baja densidad de ocupación y presencia de ecosistemas de gran significado ambiental, que, sin embargo, vienen siendo objeto de un acelerado proceso de ocupación.

En ese contexto, el Ministerio de Medio Ambiente, en cooperación con el Consejo Interministerial del Mar, los gobiernos estaduais, el Instituto Brasileño de Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables - Ibama, y otras instituciones, intentan ordenar y proteger los ecosistemas con la implementación del Plan Nacional de Gerenciamiento Costero - PNGC<sup>27</sup>.

#### 4.1.2 Amazonia

En territorio brasileño, los ecosistemas amazónicos ocupan los estados de Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima y parte de los estados de Maranhão, Tocantins y Mato Grosso. La Amazonia es reconocida como el mayor bosque tropical existente, el equivalente a 1/3 de las reservas de bosques tropicales húmedos y el mayor banco genético del planeta. Contiene 1/5 de la disponibilidad mundial de agua dulce y un patrimonio mineral no mensurado.

La gran diversidad geológica, aliada al relevo diferenciado, tuvo como resultado la formación de las más variadas clases de suelo, bajo la influencia de las grandes temperaturas y precipitaciones, características del clima ecuatorial caliente superhúmedo y húmedo. Sin embargo, la fertilidad natural de los suelos es baja, en contraste a la exuberancia de los bosques ombrófilos (húmedos) que en ellas se desarrollan.

El bosque, a pesar de ser la característica más destacada de la Amazonia, no esconde la gran variedad de ecosistemas presentes, entre los cuales se destacan las matas de tierra firme, los bosques y áreas llanas inundadas por ríos, los campos abiertos y cerrados. Consecuentemente, la Amazonia abriga una infinidad de especies vegetales y animales.

En ningún lugar del mundo existen más especies de animales y de plantas que en la Amazonia, tanto en términos de especies habitando la región como un todo, como coexistiendo en un mismo punto. Sin embargo, a pesar de que la Amazonia sea la región de mayor biodiversidad del planeta, apenas una fracción de esa biodiversidad es conocida.

27 O PNGC fue constituido por la Ley nº 7.661, del 16 de mayo de 1988, cuyos detalles y operacionalización fueron objeto de la Resolución nº 01, de la Comisión Interministerial para los Recursos del Mar - CIRM, del 21 de noviembre de 1990, aprobada después de la audiencia del Consejo Nacional de Medio Ambiente - CONAMA. Vide: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa/\\_arquivos/pafzc\\_out2005.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa/_arquivos/pafzc_out2005.pdf)>.

26 Carcinicultura es la cría de camarones en viveros.

De acuerdo a registros del Museo Paraense Emílio Goeldi - MPEG<sup>28</sup>, la riqueza de la flora de la Amazonia comprende a aproximadamente 30.000 especies, cerca del 10% de las plantas de todo el planeta. La diversidad de árboles varía de 40 a 300 especies diferentes por hectárea.

En relación a los artrópodos (insectos, arañas, escorpiones, ciempiés etc.) las estimativas del equipo de investigadores del Museo Emílio Goeldi es que más del 70% de las especies de la Amazonia aún no poseen nombres científicos y, considerando el ritmo actual de trabajos de levantamiento y taxonomía, tal situación permanecerá por mucho tiempo. Existen registros de 1.800 especies de mariposas y estimativas de la existencia de más de 3.000 especies de hormigas y de 2.500 a 3.000 especies de abejas.

Hay también, en el Museo Emílio Goeldi, datos de la existencia de aproximadamente 1.300 especies de peces para toda la cuenca amazónica, siendo que apenas en el río Negro ya fueron registradas 450 especies. Registros de 163 especies de anfibios; de 240 especies de reptiles, muchas de las cuales se restringen a la Amazonia o a parte de ella; de más de 1.000 especies de aves, de las cuales 283 poseen una distribución muy restricta o son muy raras; y de 311 especies de mamíferos, las cuales deben ser destacadas.

Varios estudios realizados en la Amazonia, particularmente bajo el Experimento a Larga Escala de la Biósfera-Atmósfera en la Amazonia - LBA<sup>29</sup>, muestran la existencia de una dinámica particular del bosque amazónico, que a veces actúa como fuente y otras como sumidero de carbono. Algunos resultados recientes corroboran el entendimiento de que el bosque amazónico está actuando como un sumidero de carbono, en particular los resultados del estudio en partes permanentes establecidas en la Reserva Ducke<sup>30</sup>. Este estudio ha demostrado que, aunque el bosque natural esté actuando como un sumidero, eso no ocurre de forma homogénea en todas las áreas, dependiendo del tipo de suelo y de otras variables.

28 El Museo Paraense Emílio Goeldi - MPEG, es una institución de investigación vinculada al Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil. Está localizado en la ciudad de Belém, estado de Pará, región amazónica. Desde su fundación, en 1866, sus actividades se concentran en el estudio científico de los sistemas naturales y socioculturales de la Amazonia, así como en la divulgación de conocimientos y acervos relacionados a la región. Vide: <<http://www.museu-goeldi.br/institucional/index.htm>> e <<http://www.museu-goeldi.br/biodiversidade/index.asp>>.

29 Vide Parte IV, sección 2.3, sobre Programa a Gran Escala de la Biósfera-Atmósfera en la Amazonia (*Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazônia - LBA*)

30 La Reserva Forestal Adolpho Ducke, de propiedad del Instituto Nacional de Investigación de la Amazonia-INPA, localizada en la zona este de Manaus, representa uno de los recursos ambientales más valiosos de la ciudad, pues alberga una fauna y una flora extremadamente diversas y varias nacientes de, ofreciendo agua pura y limpia al entorno de la Reserva.

Los resultados de otras investigaciones en Brasil también han señalado que una elevación de la temperatura media en 3 °C a 4 °C en la Amazonia, hasta el año 2100, tendría un impacto significativo en el bosque, no adaptado a temperaturas superiores a los 40 °C. Se proyecta que parte de la vegetación natural sería substituida por otra semejante a la del Cerrado, que soporta mayores temperaturas.

El uso y la ocupación del suelo de la Amazonia son caracterizados por el extractivismo vegetal y animal - incluyendo la extracción de madera por madereras - por la ganadería, por la agricultura de subsistencia, así como por el cultivo de especies vegetales arbustivo-arbóreas. La producción de granos recubre extensiones continuas expresivas. La actividad minera y la búsqueda de diamantes (actividades puntuales) y la infraestructura regional (actividades puntuales y lineares) también son responsables por la alteración de los ecosistemas naturales. En los alrededores de los núcleos urbanos y las áreas de ocupación más antiguas, una buena parte de las tierras, antes desmatadas, se encuentra recubierta o por vegetación secundaria (*capoeiras*) o por bosques nativos en sus varias fases de crecimiento y regeneración.

Los instrumentos de conservación de la naturaleza, presentes en la Amazonia, son el manejo de ecosistemas, las unidades de conservación, el estudio y la preservación de especies de la fauna y la flora.

La Amazonia desempeña un papel fundamental en el control del régimen de precipitación y humedad en gran parte del continente sudamericano y posee gran parte del agua dulce del planeta, además de abrigar una inmensa biodiversidad. Todos los motivos aquí citados tornan a esta región especialmente sensible al cambio global del clima.

#### 4.1.3 Mata Atlántica

La Mata Atlántica es un complejo y exuberante conjunto de ecosistemas de gran importancia por abrigar a una parte significativa de la diversidad biológica de Brasil, reconocida nacional e internacionalmente en el medio científico. Lamentablemente, es también uno de los biomas más amenazados del mundo debido a las constantes agresiones o amenazas de destrucción de los hábitats en sus variadas tipologías y ecosistemas asociados.

La Mata Atlántica está distribuida a lo largo de la costa atlántica del país, abarcando áreas de Argentina y de Paraguay en las regiones Sudeste y Sur. La Mata Atlántica ocupaba originalmente 1.315.460 km<sup>2</sup> del territorio brasileño. Sus límites originales contemplaban áreas en 17 estados, (PI, CE, RN,

PE, PB, SE, AL, BA, ES, MG, GO, RJ, MS, SP, PR, SC e RS), lo que correspondía a aproximadamente el 15% del territorio de Brasil. Actualmente, sin embargo, cerca del 70% de esta área ya fue deforestada (ROMA, 2007).

En esa extensa área, vive actualmente cerca del 60% de la población brasileña, que, según el Censo Poblacional 2007 del IBGE, equivale a más de 112 millones de habitantes en 3.222 municipios, que corresponden al 58% de los existentes en Brasil. De estos municipios, 2.594 poseen la totalidad de sus territorios en el bioma y otros 628 municipios están parcialmente incluidos (IBGE, 2005).

El alto grado de interferencia en la Mata Atlántica es conocido. Desde el inicio de la colonización europea, con la ocupación de los primeros espacios territoriales próximos a la región costera y la exploración del palo-brasil - árbol del cual era extraída una tintura muy utilizada por la industria textil en la época - mucha materia prima pasó a ser explotada. Los Impactos de los diferentes ciclos de explotación vinieron posteriormente, como el del oro, el de la caña de azúcar y, posteriormente, el del café. Nuevos ciclos económicos, de desarrollo y de integración nacional surgieron y se instaló definitivamente un proceso de industrialización y, consecuentemente, de urbanización, con las principales ciudades y metrópolis brasileñas asentadas hoy en el área originalmente ocupada por la Mata Atlántica, que hicieron que su vegetación natural fuese reducida drásticamente.

La dinámica de la destrucción fue más acentuada en las últimas tres décadas, teniendo como resultado alteraciones severas para los ecosistemas por la alta fragmentación del hábitat y la pérdida de su biodiversidad. La Figura 4.2 muestra

el área de Mata Atlántica remaneciente en el país, en el más reciente levantamiento de imágenes, producido por el INPE y por el Instituto SOS Mata Atlántica.

**Figura 4.2 Atlas de las áreas remanecientes de bosques de Mata Atlántica.**



Fuente: SOSMA/INPE, 2008. Disponible en: < [http://mapas.sosma.org.br/site\\_media/download/mapas\\_a3/estados/mapa\\_BRASIL\\_a3\\_portrait\\_08\\_SDEC.pdf](http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/mapas_a3/estados/mapa_BRASIL_a3_portrait_08_SDEC.pdf)>.



#### 4.1.4 Campos Sureños

Los “Campos Sureños” fueron así denominados por el estudio de prioridades para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad de la Mata Atlántica y de los Campos Sureños del MMA/Pronabio, elaborado por la institución Conservación Internacional - CI, Instituto Socioambiental - ISA, WWF e Instituto Brasileño de Medio Ambiente y de Recursos Naturales Renovables - Ibama<sup>31</sup>. De manera genérica, los campos de la región Sur de Brasil son denominados “pampas”, término de origen indígena para la “región plana”. Esta denominación, sin embargo, corresponde solamente a uno de los tipos de campo, más encontrado al sur del estado de Rio Grande do Sul, abarcando también territorio de Uruguay y Argentina. Otros tipos conocidos como campos del alto de la sierra son encontrados en áreas de transición con el dominio de araucarias. En otras áreas se encuentran, además, campos de fisionomía semejante a la sabana.

A primera vista, la vegetación campestre muestra una aparente uniformidad, presentando en las partes altas más planas una alfombra herbácea baja, de 60 cm a 1 m, poco densa y pobre en especies, que se torna más densa y rica en los declives, predominando gramíneas, compuestas y leguminosas; los géneros más comunes son: *Stipa*, *Piptochaetium*, *Aristida*, *Melica* e *Briza*. La mata aluvial presenta innumerables especies arbóreas de interés comercial.

La vocación de la región de Campaña, la mayor extensión de campos del estado de Rio Grande del Sur, está en la ganadería de corte. Las técnicas de manejo adoptadas, sin embargo, no son adecuadas para las condiciones de esos campos, y la práctica artesanal quemadas aún no es bien conocida en todas sus consecuencias. Los pastajes son, en su mayoría, utilizados sin grandes preocupaciones con la recuperación y el mantenimiento de la vegetación. Los campos naturales en Rio Grande do Sul son generalmente explotados bajo un pastoreo continuo y extensivo.

Otras actividades económicas importantes, basadas en la utilización de los campos, son las culturas del arroz, el maíz, el trigo y la soja, muchas veces practicadas en asociación con la creación de ganado bovino y ovino. En el alto río Uruguay y en la planicie media, la expansión de la soja y también del trigo llevó a la desaparición de los campos y a la deforestación de las matas. Actualmente, esas dos culturas ocupan prácticamente toda el área, provocando una gradual disminución de la fertilidad de los suelos. De eso también resultan la erosión, la compactación y la pérdida de materia orgánica.

31 Vide <[http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/campos\\_sulinos.htm](http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/campos_sulinos.htm)>

#### 4.1.5 Pantanal

La Comisión Interministerial para Preparación de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en 1991, definió al Pantanal de Mato Grosso como “la mayor planicie de inundación continua del planeta”. Su localización geográfica es de particular relevancia, ya que representa el vínculo entre la sabana del Cerrado, en la región central de Brasil, el Chaco, en Bolivia, y la región Amazónica, al Norte, también identificándose, aproximadamente, con la cuenca del alto Paraguay<sup>32</sup>.

El Pantanal funciona como un gran embalse, provocando un desfase de hasta cinco meses entre las corrientes de entrada y salida de agua. El régimen de verano determina inundaciones entre noviembre y marzo en el norte, y entre mayo y agosto en el sur, siendo en ese caso, bajo la influencia reguladora del Pantanal.

Como área de transición, la región del Pantanal ostenta un mosaico de ecosistemas terrestres, con afinidades, sobre todo, con el Cerrado y, en parte, con la bosque Amazónico, además de ecosistemas acuáticos y semiacuáticos, interdependientes en mayor o menor grado. Los altiplanos y las tierras altas de la cuenca superior son formados por áreas escarpadas y rastros de altiplanos erosionados, conocidos localmente como sierras. Están cubiertos por vegetaciones predominantemente abiertas, tales como campos limpios, campos sucios, sabanas y grandes sabanas, determinadas, principalmente, por factores edafoclimáticos, y también por bosques húmedos, prolongamientos del ecosistema amazónico.

La planicie inundable que forma el Pantanal propiamente dicho, representa una de las más importantes áreas húmedas de América del Sur. En ese espacio pueden ser reconocidas planicies de baja, media y alta inundación, destacándose los ambientes de inundación fluvial generalizada y prolongada. Esos ambientes, periódicamente inundados, presentan una alta productividad biológica, gran densidad y diversidad de la fauna.

El proceso de expansión de la frontera, dado principalmente después de 1970, fue la causa fundamental del crecimiento demográfico del Centro-Oeste brasileño. La región de la planicie del Pantanal, con su estructura agraria de grandes propiedades orientadas a la ganadería en sus áreas inundables, no se incorporó al proceso de crecimiento poblacional. No hubo un aumento significativo en número o población de las ciudades de la región. En el altiplano, sin embargo, el patrón de crecimiento urbano fue acelerado. Como todas las ciudades surgidas o expandidas en esa época, las de Mato Grosso y Mato Grosso do Sul no tenían ni tienen una infraes-

32 Vide <<http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/pantanal.htm>>.

estructura adecuada para minimizar el impacto ambiental del crecimiento acelerado, causado, principalmente, por el lanzamiento de efluentes domésticos o industriales en los cursos de agua de la cuenca. Ese tipo de contaminación repercute directamente en la planicie de la región, que recibe los sedimentos y residuos de las tierras altas.

El mismo proceso de expansión de la frontera fue responsable por el aprovechamiento de las sabanas para la agropecuaria, lo que causó una ola deforestación de áreas del altiplano para la implantación de cultivos de soja y arroz, además de pastajes.

#### 4.1.6 Cerrado

El bioma *Cerrado* es considerado como un ecosistema tropical de sabana, con similitudes a las sabanas de África y Australia. EL área nuclear o central del *Cerrado* está distribuida, principalmente, por el Altiplano Central Brasileño, en los estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, parte de Minas Gerais, Bahía y el Distrito Federal, abarcando 196.776.853 ha. Hay otras áreas de *Cerrado*, llamadas periféricas o ecótonos, que son transiciones con los biomas Amazonia, Mata Atlántica y el semidesértico *Caatinga*.

Los Cerrados son así reconocidos debido a sus diversas formaciones ecosistémicas. Bajo el punto de vista fisionómico, existen el "gran cerrado", el cerrado típico, el campo cerrado, el campo sucio de cerrado, y el campo limpio, que presentan una altura y biomasa vegetal en orden decreciente. El llamado "gran cerrado" es el único considerado como una formación forestal.

La típica vegetación que se da en el *Cerrado* posee sus troncos tortuosos, de bajo porte, ramas retorcidas, cortezas espesas y hojas gruesas. Los estudios efectuados consideran que la vegetación nativa del *Cerrado* no presenta esa característica debido a la falta de agua – pues, allí existe una grande y densa red hídrica – sino que eso se debe a factores edáficos, como el desequilibrio en el tenor de micronutrientes, como, por ejemplo, el aluminio.

El *Cerrado* brasileño es reconocido como la sabana más rica del mundo en biodiversidad con la presencia de diversos ecosistemas y flora y fauna riquísimas.

Hasta la década de 1950, los *Cerrados* se mantuvieron casi inalterados. A partir de la década de 1960, con la interiorización de la capital del país y la abertura de una nueva red de rutas, grandes ecosistemas dieron lugar a la ganadería y a la agricultura extensiva, como la soja, el arroz y el trigo. Tales

cambios se apoyaron, sobre todo, en la implantación de una nueva infraestructura vial y energética, así como en el descubrimiento de nuevas vocaciones de esos suelos regionales, permitiendo nuevas actividades agrarias rentables, lo que causó un impacto en la biodiversidad hasta entonces poco alterada.

A partir de la década de 1990, gobiernos y diversos sectores organizados de la sociedad iniciaron debates sobre como conservar las áreas remanecientes del *Cerrado*, con la finalidad de buscar tecnologías basadas en el uso adecuado de los recursos hídricos, en la extracción de productos vegetales nativos, en los criaderos de animales silvestres, en el ecoturismo y en otras iniciativas que posibiliten un modelo de desarrollo sustentable.

#### 4.1.7 Caatinga

El bioma *Caatinga* es el principal ecosistema existente en la región Noreste, extendiéndose por el dominio de climas semiáridos y ocupando los estados de Bahía, Ceará, Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe, Alagoas, Maranhão y Minas Gerais. El término *Caatinga* es originario del tupi-guaraní<sup>33</sup> y significa "mata blanca". Es un bioma único, pues, a pesar de estar localizado en un área de clima semiárido, presenta una grande variedad de paisajes y una relativa riqueza biológica y de endemismo. Las sequías estacionales y periódicas establecen regímenes intermitentes a los ríos, dejando la vegetación sin hojas. El follaje de las plantas vuelve a brotar y queda verde en los cortos períodos de lluvias.

La *Caatinga* está dominada por tipos de vegetación con características xerofíticas – formaciones vegetales secas, que componen un paisaje cálido y espinoso – con estratos compuestos por gramíneas, arbustos y árboles de porte bajo o medio (3 a 7 metros de altura), caducifolias, con gran cantidad de plantas espinosas, mezcladas entre otras especies como las cactáceas y las bromeliáceas.

La mayor parte de la población local sobrevive de una agricultura incipiente, de un extractivismo vegetal pobre y de una ganadería irrisoria. Existe la pecuaria bovina y la pecuaria caprina, siendo esta más importante que la primera. Los ovinos deslanados también son criados como alternativa. La irregularidad climática es uno de los factores que más interfiere en la vida de la población. Aun cuando llueve, el suelo raso y pedregoso no tiene capacidad de almacenar el agua que cae y la temperatura elevada (medias de entre 25 °C y

<sup>33</sup> Lengua indígena brasileña; lengua general hablada hasta el siglo XIX en la costa marítima (designación genérica de las tribus tupis del litoral), y actualmente, todavía presentes en ciertas áreas esparcidas en la Amazonia bajo el nombre de nheengatu.

29 °C) provoca una intensa evaporación. Por eso, solamente en algunas áreas próximas a las sierras, donde la presencia de lluvias es mayor, la agricultura se torna posible. Existen algunas manchas de suelo que pueden ser aprovechadas por la agricultura, y actualmente, con una fuerte irrigación y corrección del suelo (ya que este en general es ácido) se planta café, mango y otras frutas con gran éxito<sup>34</sup>.

Los ecosistemas del bioma *Caatinga* se encuentran bastante alterados, con la sustitución de especies vegetales nativas por cultivos y pastajes. Las quemadas son todavía prácticas comunes para la preparación de la tierra para la agropecuaria. Aproximadamente el 80% de los ecosistemas originales ya fueron antropizados<sup>35</sup>.

## 4.2 Regiones de Ecosistemas Frágiles

Los ecosistemas frágiles incluyen los desiertos, las tierras semiáridas, las montañas, las tierras húmedas, las isletas y determinadas áreas costeras, siendo importantes por tener características y recursos propios.

El territorio brasileño está constituido por estructuras geológicas muy antiguas y está bastante erosionado. El país presenta modestas altitudes, ya que el 93% del territorio brasileño posee altitudes inferiores a 900 metros. Así, no hay grandes cadenas montañosas en Brasil, y las mayores montañas del país se localizan en parques nacionales<sup>36</sup>, como puede ser verificado en el Cuadro 4.2.

En el país ha sido dada una atención especial a la conservación de la Sierra del Mar, que constituye un sistema montañoso que se extiende desde el estado de Espírito Santo hasta el sur del estado de Santa Catarina. La Sierra del Mar abraza los principales remanentes de la Mata Atlántica, que recubría toda la costa este brasileña, desde el estado de Rio Grande do Norte hasta el estado de Rio Grande do Sul.

La Constitución Federal dispone que “el Bosque Amazónico brasileño, la Mata Atlántica, la Sierra del Mar, el Pantanal de Mato-Grosso y la Zona Costera son patrimonio nacional, y su utilización se hará, en la forma de la ley, dentro de condiciones que garanticen la preservación del medio ambiente, inclusive en relación al uso de los recursos naturales”<sup>37</sup>.

34 Vide: <<http://www.vivaterra.org.br/caatinga.htm>>.

35 Vide < <http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/caatinga.htm>

36 El 22 de agosto del 2002, fue creado por Decreto Presidencial el Parque Nacional de las Montañas de Tumucumaque, en la región noroeste de Amapá, en la frontera con la Guyana Francesa, que corresponde a 3,8 millones de hectáreas de bosque amazónico continuo y prácticamente intocado.

37 En su artículo 225º, parágrafo 4º.

**Cuadro 4.2 Montañas de Brasil con altitudes superiores a los 2.600 metros**

Nombre	Localización	Estado	Altitud
			(M)
Pico da Neblina	Parque Nacional do Pico da Neblina	Amazonas	3.014
Pico 31 de Março	Parque Nacional do Pico da Neblina	Amazonas	2.992
Pico da Bandeira	Parque Nacional do Caparaó	Espírito Santo / Minas Gerais	2.890
Pico das Agulhas Negras	Parque Nacional do Itatiaia	Minas Gerais / Rio de Janeiro	2.787
Pico do Cristal	Parque Nacional do Caparaó	Minas Gerais	2.780
Pedra da Mina	Serra Fina	Minas Gerais / São Paulo	2.770
Monte Roraima	Parque Nacional do Monte Roraima	Roraima	2.727
Morro do Couto	Parque Nacional do Itatiaia	Rio de Janeiro	2.680
Pedra do Sino de Itatiaia	Parque Nacional do Itatiaia	Minas Gerais	2.670
Pico dos Três Estados	Serra Fina	Minas Gerais / Rio de Janeiro / São Paulo	2.665
Pedra do Altar	Parque Nacional do Itatiaia	Minas Gerais / Rio de Janeiro	2.665
Morro da Cruz do Negro	Parque Nacional do Caparaó	Espírito Santo	2.658
Pedra Roxa	Parque Nacional do Caparaó	Espírito Santo	2.649
Pico do Tesouro	Parque Nacional do Caparaó	Espírito Santo	2.620
Pico do Maromba	Parque Nacional do Itatiaia	Rio de Janeiro	2.619
Morro do Massena	Parque Nacional do Itatiaia	Minas Gerais / Rio de Janeiro	2.609
Pico da Cabeça de Touro	Serra Fina	São Paulo	2.600

Fuente: IBGE, 1996.

### 4.3 Desertificación

La desertificación no es un problema reciente. En 1977, en Nairobi, Kenia, fue realizada la Conferencia Internacional de las Naciones Unidas para el Combate a la Desertificación, donde fueron fijadas las líneas del Plan de Acción de Combate a la Desertificación - PACD, que tenía como objetivo desarrollar acciones en el ámbito mundial. Sin embargo, los avances obtenidos fueron extremadamente modestos.

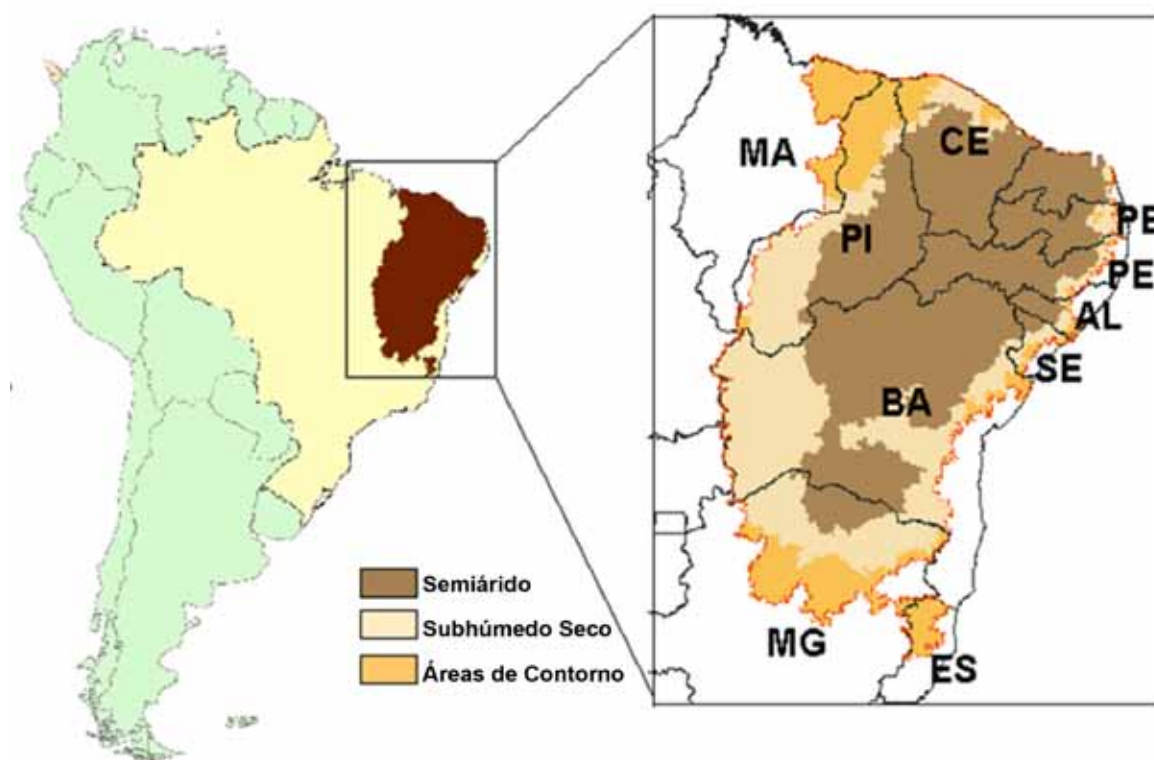
Como foco de aplicación de la Convención de las Naciones Unidas para el Combate a la Desertificación, las áreas susceptibles a la desertificación son aquellas de clima árido, semiárido y subhúmedo seco. Esas clases climáticas, en el ámbito de la cuestión de la desertificación, son determinadas de acuerdo al Índice de Aridez (THORNTHWAITE, 1941), adoptado para el establecimiento de las áreas susceptibles y para la elaboración del World Atlas of Desertification publicado por el United Nations Environment Programme (UNEP, 1997), mapa este que ha servido de parámetro en todo el mundo. Ese índice es definido como la razón entre la canti-

dad de agua proveniente de la lluvia y la evapotranspiración potencial, o sea, la pérdida máxima posible de agua por la evaporación y transpiración, determinando las siguientes categorías:

- Hiperárido -  $< 0,03$
- Árido -  $0,03 - 0,20$
- Semiárido -  $0,21-0,51$
- Subhúmedo seco -  $0,51-0,65$
- Subhúmedo húmedo -  $> 0,65$

Las áreas susceptibles a la desertificación corresponden a más del 30% de la superficie terrestre del planeta, donde viven más de mil millones de personas. En Brasil, las áreas susceptibles son aquellas que corresponden a las regiones semiárida y subhúmeda seca, localizadas en su gran mayoría en la región Noreste y en el norte de los estados de Minas Gerais y Espírito Santo (Figura 4.3).

**Figura 4.3 Áreas del territorio brasileño susceptibles a la desertificación**

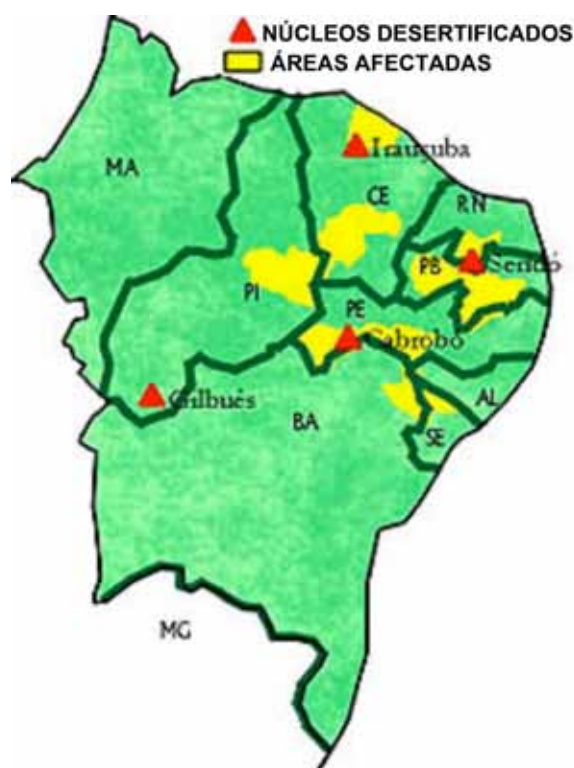


Fuente: MMA, 2004.

La región semiárida brasileña se caracteriza por una evapotranspiración elevada, dada en períodos de sequías, suelos de poca profundidad, alta salinidad, baja fertilidad y reducida capacidad de retención de agua, lo que limita su potencial productivo. Además, el proceso de desertificación es intensificado por la pobreza, y viceversa. En la región semiárida brasileña son verificados los indicadores sociales más alarmantes de Brasil. Las áreas susceptibles a la desertificación suman entre 940 mil y 2,3 millones de km<sup>2</sup>, o sea, entre un 11% y un 15,2% del territorio brasileño, concentrando 1.482 municipios, donde viven cerca de 32 millones de habitantes (MMA, 2004). Son números que hacen del conjunto de esta área, la región seca más habitada del mundo.

Datos del Ministerio de Medio Ambiente (MMA, 2004) indican que una área de 181.000 km<sup>2</sup> en la región semiárida viene siendo seriamente afectada por el proceso de desertificación, con la generación de impactos difusos, abarcando diferentes niveles de degradación de los suelos, de la vegetación y de los recursos hídricos. Las áreas más críticas, con una intensa degradación, generan daños considerables, conocidos como núcleos desertificados, los cuales fueron inicialmente identificados en cuatro localidades: Gilbués, Iraçuba, Seridó y Cabrobó, totalizando 18.743,5 km<sup>2</sup>, conforme ilustra la Figura 4.4.

**Figura 4.4 Áreas afectadas y núcleos desertificados en la región Noreste de Brasil.**



La región Noreste de Brasil se caracteriza naturalmente por tener un alto potencial para evaporación del agua, debido a la enorme disponibilidad de energía solar y a las altas temperaturas. Obsérvese que los ciclos de fuertes sequías que normalmente castigan a la región, se dan en intervalos que van de pocos años e inclusive pueden llegar a durar décadas. Los aumentos de temperatura asociados al cambio del clima derivado del calentamiento global, independientemente de lo que pueda pasar con las lluvias, serían ya suficientes para causar una mayor evaporación de los lagos, embalses y represas y una mayor demanda evaporativa de las plantas. Esto quiere decir que, a no ser que haya un aumento del volumen de las lluvias, el agua se tornará un bien aún más escaso, con serias consecuencias para la sustentabilidad del desarrollo regional (MARENGO, 2008).

Un estudio desarrollado por el Núcleo de Asuntos Estratégicos de la Presidencia de la República, en el 2005 (NAE, 2005), reveló que la región Noreste es la región del país más vulnerable al cambio global del clima, considerando que en esa región la escasez de agua ya es un problema. Actualmente, la disponibilidad hídrica per capita en la región es insuficiente en los estados de Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas y Sergipe, sin contar además las variaciones regionales de déficit hídrico, que hacen que la situación sea aún más insustentable para los habitantes del semiárido afectados por el estrés hídrico.

Es importante resaltar que, en Brasil, las áreas susceptibles a la grave degradación de los suelos, de los recursos hídricos, de la vegetación y a la reducción de la calidad de vida de la población afectada, no se limitan a las regiones semiárida o subhúmeda seca. Han sido identificados procesos de degradación de suelos en otros lugares del país, como en Rio Grande do Sul (especialmente en el municipio de Alegrete), Paraná, São Paulo y Rondônia. Sin embargo, la situación más preocupante de degradación es la de la región del Cerrado, pues el suelo, formado por arena quartzolita, es naturalmente poco estructurado y pobre en nutrientes. Aunque la vegetación compense la fragilidad del ecosistema, manteniendo una pequeña camada de suelo fértil, las frecuentes quemadas y la acción del ganado, que consume todos los brotes, provocan un debilitamiento de la tierra, posibilitando que la camada de tierra productiva ceda lugar a la arena. Sin embargo, esas áreas no son encuadradas en el concepto de desertificación, según la metodología de las Naciones Unidas.

La desertificación provoca tres tipos de impactos, relacionados entre sí: ambientales, sociales y económicos. Los impactos ambientales corresponden a la destrucción de la fauna y de la flora, a una reducción significativa de la disponibilidad

de recursos hídricos (sedimentación de ríos y embalses) y a la pérdida de las propiedades física y química de los suelos. Esos impactos ambientales generan una pérdida considerable de la capacidad productiva del suelo, provocando cambios sociales. Con un semiárido más árido y con una mayor frecuencia de sequías, la base de sustentación para las actividades humanas disminuirá, siendo probable que aumente el desplazamiento de la población - principalmente agricultores pobres, como los agricultores de subsistencia - para las grandes ciudades de la región o para otras regiones, aumentando los problemas sociales ya presentes en las grandes metrópolis. Las consecuencias económicas de esos impactos también son grandes. Las estimativas de las pérdidas en suelos y recursos hídricos representan una enorme pérdida económica que afecta a millones de personas y contribuye a la pobreza y la vulnerabilidad social. En Brasil, los costos de las pérdidas de suelo y de recursos hídricos llegan a US\$ 5 mil millones por año, equivalente al 0,8% del Producto Bruto Interno - PBI, afectando negativamente la vida de más de 15 millones de personas<sup>38</sup>.

Brasil, según prevé la Convención de las Naciones Unidas para el Combate a la Desertificación, elaboró el Programa Nacional de Combate a la Desertificación y Mitigación de los Efectos de la Sequía - PAN-Brasil. El programa es un medio de planificación que busca definir las directrices y las principales acciones para el combate y la prevención del fenómeno de la desertificación en las regiones brasileñas con clima semiárido y subhúmedo seco.

El gobierno brasileño está creando un sistema para prever los grandes períodos de sequía en el semiárido y colaborar con las áreas susceptibles a los procesos de desertificación que pueden ser agravados por el cambio global del clima. Bautizado como Sistema Brasileño de Alerta Precoz de Sequías y Desertificación, a partir de una iniciativa de los Ministerios de Ciencia y Tecnología y de Medio Ambiente, el proyecto busca crear e implantar un sistema que permita una previsión más inmediata de las grandes sequías episódicas que impactan a la región. El proyecto busca también la creación de una herramienta de diagnóstico para identificar las áreas más afectadas por la degradación ambiental y más susceptible a la desertificación. Las acciones de irrigación en las áreas del semiárido también han sido implementadas.

## 4.4 Áreas de Elevada Contaminación Atmosférica Urbana

En Brasil, como en la mayoría de los países en desarrollo, los índices de urbanización son altos. En la década de 1970, el país alcanzó un índice de urbanización del 55,9%, llegando al 81,2% en el 2000 y al 84,4% en el 2008. La región Sudeste, la más desarrollada del país, presentó, en el 2007, un índice del 91,9%<sup>39</sup>.

Ese crecimiento acelerado en las últimas décadas, en su gran mayoría desordenado, trajo fuertes presiones en las zonas urbanas. Tal proceso, combinado la industrialización, implica altos índices de contaminación atmosférica urbana.

El nivel de contaminación atmosférica es determinado por la cuantificación de las sustancias contaminantes presentes en el aire. Es considerado como contaminante atmosférico<sup>40</sup> "cualquier forma de materia o energía con intensidad y en cantidad, concentración, tiempo o características en desacuerdo a los niveles establecidos, y que tornen o puedan tornar el aire como impropio, nocivo u ofensivo a la salud, inconveniente al bienestar público, dañino a los materiales, a la fauna y a la flora o perjudicial a la seguridad, al uso y aprovechamiento de la propiedad y a las actividades normales de la comunidad".

El problema más serio de la contaminación atmosférica verificada en Brasil está relacionado a la emisión de material particulado - MP por las industrias y por el sector de transportes. El material particulado consiste en una mezcla de partículas en forma líquida, sólida, o ambas, que queda en suspensión en el aire y representa una compleja composición de sustancias orgánicas e inorgánicas. Esas partículas varían en tamaño, composición y origen. Sus propiedades son resumidas de acuerdo a sus diámetros aerodinámicos, denominadas como tamaño de la partícula.

La fracción más grande es denominada como MP10 (partículas con diámetros aerodinámicos menores a 10  $\times$ m), que pueden alcanzar las partes superiores de las vías respiratorias y el pulmón. Partículas menores o finas son denominada como MP2,5 (con diámetros aerodinámicos menores a 2,5  $\times$ m). Esas partículas son más peligrosas porque penetran más profundamente en el pulmón pudiendo alcanzar la re-

38 Vide : <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=ascom.noticiaMMA&idEsutura=8&codigo=6027>>

39 Vide <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>

40 Conforme la Resolución Conama n° 3, del 28 de junio de 1990.

gión alveolar. El tamaño de las partículas también determina el tiempo de suspensión en la atmósfera. Mientras que la sedimentación y la precipitación remueven las MP10 de la atmósfera en algunas horas a partir de la emisión, las MP2,5 pueden permanecer en suspensión por días, o inclusive algunas semanas, pudiendo ser transportadas por grandes distancias (OMS, 2005).

El largo tiempo de exposición al material particulado puede tener como resultado una reducción substancial de la expectativa de vida. Los efectos a largo plazo poseen un efecto mucho más significativo para la salud pública que los efectos a corto plazo. El MP2,5 muestra una mayor asociación con la mortalidad, ya que puede producir un aumento del 6% en el riesgo de muerte por cualquier enfermedad, a partir de un aumento de  $10^{-6}$ g/m<sup>3</sup> en la concentración. Con ese mismo aumento de concentración, el riesgo relativo estimado aumenta en un 12% para las muertes por enfermedades cardiovasculares y un 14% para muertes por cáncer de pulmón.

Los efectos relacionados a la exposición a largo plazo incluyen: un aumento de los problemas respiratorios y de enfermedades pulmonares obstructivas crónicas, reducciones de las funciones pulmonares en niños y adultos, y una reducción de la expectativa de vida, debido, principalmente, a la mortalidad cardiopulmonar y probablemente al cáncer de pulmón.

Cuando se determina la existencia de concentración de un contaminante en la atmósfera, se mide el grado de exposición de los receptores (seres humanos, otros animales, plantas y materiales) como resultado final del proceso de lanzamiento de este contaminante en la atmósfera, a partir de sus fuentes de emisión y sus interacciones en la atmósfera, desde el punto de vista físico (dilución) y químico (reacciones químicas).

Es importante insistir que, aun siendo mantenidas las emisiones, la calidad del aire puede cambiar debido a las condiciones meteorológicas que determinan una mayor o menor dilución de los contaminantes. Es por eso que la calidad del aire empeora en relación a los parámetros de monóxido de carbono, material particulado y dióxido de azufre, durante los meses de invierno, cuando las condiciones meteorológicas son más desfavorables a la dispersión de los contaminantes. El ozono, por su parte, presenta mayores concentraciones en la primavera y el verano, por ser un contaminante secundario que depende de la intensidad de la luz solar para ser formado.

La determinación sistemática de la calidad del aire debe ser, por cuestiones de orden práctico, limitada a un restricto número

de contaminantes, definidos a partir de su importancia y de los recursos materiales y humanos disponibles. De forma general, el grupo de contaminantes consagrados universalmente como indicadores más amplios de la calidad del aire está compuesto por: monóxido de carbono, dióxido de azufre, material particulado, ozono y dióxido de nitrógeno. La razón de la elección de esos parámetros como indicadores de la calidad del aire está ligada a que aparecen con una constante frecuencia y a los efectos adversos que causan al medio ambiente.

Los estándares de calidad del aire, según publicación de la Organización Mundial de la Salud, del 2005, varían de acuerdo al abordaje adoptado para balancear los riesgos a la salud, viabilidad técnica, consideraciones económicas, además de otros factores políticos y sociales, que a la vez dependen, entre otras cosas, del nivel de desarrollo y de la capacidad nacional de gerenciar la calidad del aire. Las directrices recomendadas por la OMS llevan en cuenta esta heterogeneidad, y en particular reconocen que, al formular políticas de validación del aire, los gobiernos deben considerar cuidadosamente sus circunstancias locales antes de adoptar los valores propuestos por la OMS como estándares nacionales.

En Brasil, los actuales estándares nacionales de calidad del aire y los respectivos métodos de referencia fueron establecidos por el Ibama<sup>41</sup>, la cual amplió el número de parámetros anteriormente reglamentados<sup>42</sup>. Los estándares establecidos por medio de esa disposición fueron sometidos Consejo Nacional de Medio Ambiente - Conama<sup>43</sup>.

Según el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (IPCC, 2007), está prevista una mayor frecuencia de olas de calor en áreas urbanas, con una mayor intensidad y duración. Además, puede preverse un deterioro de la calidad del aire y el aumento de áreas de riesgo, en especial en las ciudades tropicales, cada vez más sujetas a lluvias intensas que pueden provocar derrumbes en declives e inundaciones.

Debido al calentamiento global, se espera que algunos contaminantes pasen a tener su concentración ambiental aumentada, principalmente los gases y partículas generados a partir de procesos fotoquímicos atmosféricos. De ese modo, podrá haber un aumento de la mortalidad general debido a la presencia de aerosol secundario (nitratos y sulfatos) y gases oxidantes (ozono) (NOBRE *et al.*, 2010).

41 Por medio de la Orden Ministerial Normativa n° 348, del 14 de marzo de 1990.

42 Por medio de la Orden Ministerial Normativa GM n° 0231, del 27 de abril de 1976.

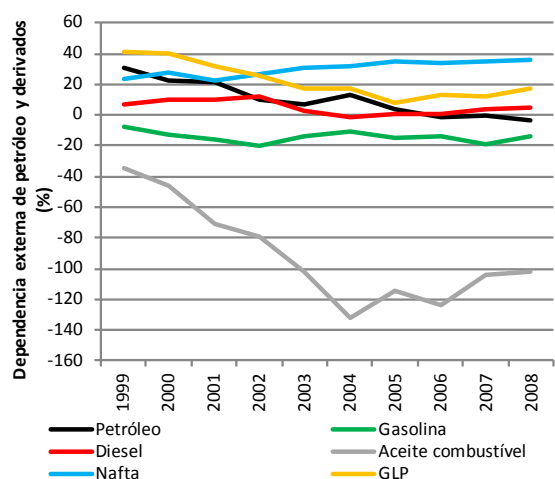
43 Vide sección sobre el Pronar, en la Parte III de la Comunicación Nacional.

## 4.5 Dependencia Externa de Petróleo y de sus Derivados

En la década de 1970, la dependencia externa de energía fue creciente, pasando de un 28% a cerca del 46% de las necesidades nacionales. Los datos del 2007 muestran una reducción de ese nivel a poco más del 8%. Específicamente en relación al petróleo, la disminución fue aún más significativa: de una dependencia cercana al 85% en 1979, el país pasó a una autosuficiencia en el 2005, y en el 2006 presentó un superávit de 1,7% (calculado como la diferencia entre la demanda interna de energía, inclusive pérdidas de transformación, distribución y almacenaje y producción interna) (MME, 2008).

La Figura 4.5 muestra la evolución de la dependencia externa de petróleo y sus derivados entre los años 1999 y 2008. Los valores negativos representan los años en que Brasil presentó un superávit del producto en cuestión.

**Figura 4.5 Evolución de la dependencia externa\* de petróleo y sus derivados - 1999 a 2008**



\* Nivel de dependencia externa (%) = (1 - producción / consumo total) \* 100.  
Fuente: Brasil, 2009.

Recientemente Brasil realizó grandes descubrimientos de petróleo, específicamente en la denominada zona del pre-sal<sup>44</sup>, localizada entre la costa marítima de los Estados de Santa Catarina y Espírito Santo, donde se encontraron grandes volúmenes de petróleo leve. Así, hay una tendencia en la cual que Brasil, a medio plazo, se transforme en exportador líquido de derivados de petróleo.

44 El término pre-sal se refiere-se a un conjunto de rocas localizadas en las porciones marinas de gran parte del litoral brasileño, con potencial para la explotación de petróleo. El nombre pre-sal deriva de un acuerdo que refleja el intervalo de rocas que se extiende por debajo de una extensa capa de sal, que en ciertas áreas de la costa tiene una espesura de hasta 2.000 m. El término pre es utilizado porque, a lo largo del tiempo, esas rocas fueron siendo depositadas antes de la capa de sal. La profundidad total de esas rocas, que es la distancia entre la superficie del mar y las reservas de petróleo abajo de la capa de sal, pueden llegar a más de 7 mil metros (Vide: < <http://www2.petrobras.com.br/presal/10-perguntas/>>).



## Referencias Bibliograficas

- AGOSTINHO, A. A. *et al.*, 2005. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. *Megadiversidade*, Belo Horizonte, 1 (1): 70-78.
- ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Bacias hidrográficas no Brasil*. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id\\_area=104](http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=104)>. Acesso em: 18 de mayo, 2010.
- ANTAQ - AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS, 2007. *Anuário Estatístico Portuário 2007*. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Portuario2007/Index.htm>>. Acesso em: 9 de junio, 2010.
- 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.
- BRASIL - Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética, 2008. *Balanço Energético Nacional 2008: ano base 2007*. Rio de Janeiro: EPE. 244p.
- BRASIL - Empresa de Pesquisa Energética, 2009. *Balanço Energético Nacional 2009: ano base 2008*. Rio de Janeiro: EPE. 274p.
- BROWN, K. S.; FREITAS, A. V. L., 1999. Lepidóptera, p.227-243. In: BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M. (ed.). *Invertebrados terrestres - biodiversidade do estado de São Paulo*, v.5. São Paulo: FAPESP.
- CAVALCANTI, I. F. A. *et al.*, 1982. *Análise de um caso de atividade convectiva associada a linhas de instabilidade na região sul e sudeste do Brasil*. São José dos Campos: INPE.
- CHAN, S. C., 1990. *Analysis of easterly wave disturbances over South Atlantic Ocean*. Dissertação de mestrado. São José dos Campos: INPE.
- CHIARELLO, A. G. *et al.*, 2008. Mamíferos ameaçados de extinção no Brasil, p.680-882. In: MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. (Ed.). *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*, v.2. Brasília: MMA; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.
- COSTA, L. P. *et al.*, 2005. Conservação de mamíferos no Brasil. *Megadiversidade*, Belo Horizonte, 1(1): 103-112.
- CUSTÓDIO, M. A. M.; HERDIES, D. L., 1994. O jato de baixos níveis a leste da cordilheira dos Andes - um estudo de caso. In: *VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Belo Horizonte: SBMET. Anais. p.617-619.
- DANTAS, R. J. E. S. *et al.*, 2009. Balança comercial brasileira - dados consolidados. Brasília: SEEXEC/MIDIC.
- DRUMMOND, G. M., 2008. Introdução, p.39-155. In: MACHADO, A. B. M., DRUMMOND, G. M. e PAGLIA, A. P. (ed.). *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*, v.2. Brasília: MMA; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2010. *Global forest resources assessment 2010*. Disponível em: <<http://www.fao.org/forestry/fra/41256/en/>>. Acesso em: 5 de agosto, 2010.
- FERNANDES, K. A.; SATYAMURTY, P., 1994. Cavados invertidos na região central da América do Sul. In: *VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Belo Horizonte: SBMET. Anais. p. 93-94.
- FORZZA, R. C. *et al.*, 2010. Introdução. In: *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/>>. Acesso em: 28 de mayo, 2010.
- GAN, M. A.; RAO, V. B., 1991. Surface cyclogenesis over South America. *Monthly Weather Review*. 119(5): 1293-1302.
- GIRARDI, E. P., 2008. *Atlas da questão agrária brasileira*. Disponível em: <<http://www4.fct.unesp.br/nera/atlas/agropecuaria.htm>>. Acesso em: 18 de mayo, 2010.
- HASTENRATH, S.; HELLER, L., 1977. Dynamics of climatic hazards in the Northeast Brazil. *Quarterly Journal of Royal Meteorological Society*. 103(435): 77-92.
- IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1960. *Censo demográfico 1960*. Rio de Janeiro: IBGE.

- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1996. *Anuário estatístico do Brasil, 1996*. Rio de Janeiro: IBGE.
- \_\_\_\_\_, 2000a. *Anuário estatístico do Brasil - 2000*. Rio de Janeiro: IBGE.
- \_\_\_\_\_, 2000b. *Censo demográfico 2000*. Rio de Janeiro: IBGE.
- \_\_\_\_\_, 2001. *Cadastro de ilhas no Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE.
- \_\_\_\_\_, 2004. *Mapa da distribuição regional da vegetação natural - 2004*. Disponible en: <[http://www.ibge.gov.br/mapas\\_ibge/pol.php](http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge/pol.php)>. Acceso en: 1 a 12 de mayo, 2010.
- \_\_\_\_\_, 2005. *Malha municipal digital do Brasil - 2005*. Disponible en: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/territ\\_doc1a.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/territ_doc1a.shtm)> - Malha Municipal Digital do Brasil - 2005. Acceso en: 14 de junio, 2010.
- \_\_\_\_\_, 2006a. *Pesquisa nacional por amostra de domicílios, v.27*. Rio de Janeiro: IBGE. 125p.
- \_\_\_\_\_, 2006b. *Estatísticas da saúde - assistência médico-sanitária 2005*. Rio de Janeiro: IBGE. 162p.
- \_\_\_\_\_, 2007a. *Contagem da população - 2007*. Rio de Janeiro: IBGE. 311p.
- \_\_\_\_\_, 2007b. *Pesquisa nacional por amostra de domicílios - 2007*. Rio de Janeiro: IBGE.
- \_\_\_\_\_, 2008. *Síntese de indicadores sociais 2008*. Rio de Janeiro: IBGE.
- \_\_\_\_\_, 2009a. *Perfil dos Municípios Brasileiros - 2009*. Rio de Janeiro: IBGE.
- \_\_\_\_\_, 2009b. *Sistema de Contas Nacionais*. Rio de Janeiro: IBGE. Disponible en: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/defaultcnt.shtm>>. Acceso en: 26 de enero, 2010.
- IDB/SUS - INDICADORES E DADOS BÁSICOS DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE, 2008. *Indicadores e dados básicos - Brasil-2008*. Disponible en: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2008/matriz.htm>>. Acceso en: 19 de mayo, 2010.
- INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2008. *Sinopse estatística da educação básica 2007*. Brasília: INEP. 18 p.
- IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R. K. & Reisinger, A. (eds.)]*. IPCC, Geneva, Switzerland.
- IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2006a. *Radar social 2006 - condições de vida no Brasil*. Brasília: IPEA. 86 p.
- \_\_\_\_\_, 2007. *Objetivos de desenvolvimento do milênio - relatório nacional de acompanhamento*. Brasília: IPEA. 152 p.
- \_\_\_\_\_, 2009. *Boletim nº 30*. Brasília: IPEA. 26p.
- \_\_\_\_\_, 2010a. *Objetivos de desenvolvimento do milênio - 4º relatório nacional de acompanhamento*. Brasília: IPEA. 91p.
- \_\_\_\_\_, 2010b. *Texto para discussão nº 1478: determinantes do desenvolvimento na primeira infância no Brasil*. Brasília: IPEA. 35p.
- IPEA/PNUD - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA/ PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 1996. *Relatório sobre o desenvolvimento humano no Brasil*. Rio de Janeiro: IPEA; Brasília: PNUD.
- KOUSKY, V. E.; CHU, P. S., 1978. Fluctuations in annual rainfall for northeast Brazil. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. 56(5):457-465.
- KOUSKY, V. E.; CAVALCANTI, I. F. A., 1984. Eventos oscilação sul - El Niño: características, evolução e anomalias de precipitação. *Ciência e Cultura*. 36(11): 1888-1899.
- MACHADO, A. B. M. et al. (ed.), 2008. *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção, v.2*. Brasília: MMA; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 1420p.
- MARENGO, J. A.; HASTERNRATH, S., 1993. Cases studies climatic events in Amazon Basin. *Journal of Climate*. 6: 617-627.

- MARENGO, J. A., 1995. Interannual variability of deep convection over the tropical South American sector as deduced from ISCCP C2 data. *International Journal of Climatology*. 15(9): 995-1010.
- MARENGO, J. A., 2008. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. *Parcerias Estratégicas*. Brasília: CGEE, 27: 150-176.
- MARTINS, M.; MOLINA, F. B., 2008. Programa geral dos répteis ameaçados do Brasil, p.327-377. In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A.P. (Ed.). *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*, v.2. Brasília: MMA; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.
- MATSUMOTO, S. K. *et al.*, 1982. The structure and the role of a subsynoptic-scale cold vortex on the heavy precipitation. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. 60: 339-354.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2004. *Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca - PAN-BRASIL*. Brasília: MMA. 220p.
- MOURA, A. D.; SHUKLA, J., 1981. On the dynamics of droughts in the northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. *Journal of the Atmospheric Sciences*. 38: 2653-2675.
- MUEHE, D. C. E. H.; NEVES, C. F., 1995. The implications of sea-level rise on the Brazilian coast: a preliminary assessment. *Journal of Coastal Research*. Fort Lauderdale, 14: 54-78.
- NAE - NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2005. *Mudança de clima: negociações internacionais sobre a mudança de clima: vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança de clima*. Brasília: Cadernos NAE, v. 1.
- NEUTZLING, J., 2007. O setor externo da economia brasileira durante e após o Plano Real. *Perspectiva Econômica*, São Leopoldo, 3(1): 96-122.
- NEVES, C. F.; MUEHE, D., 2008. Vulnerabilidade, impactos e adaptação às mudanças do clima: a zona costeira. *Parcerias Estratégicas*. Brasília: CGEE, 27: 217-296.
- NIMER, E., 1979. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: SUPREN/IBGE. 421p.
- NOBRE, C., 1983. The Amazon and climate. In: Proceedings of Climate Conference for Latin America and the Caribbean. Geneva: World Meteorological Organization.
- 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.
- NOBRE, P., 1994. Variabilidade climática sobre o Atlântico tropical. Parte II: estudo de casos. In: *VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Belo Horizonte: SBMET. Anais.
- OLIVEIRA, A. S., 1986. *Interações entre sistemas na América do Sul e convecção na Amazônia*. Dissertação de mestrado. São José dos Campos: INPE.
- OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2005. *Air quality guidelines - Global Update 2005*.
- PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2009. *Relatório de desenvolvimento humano 2009*. New York: PNUD. 217p.
- QUADRO, M. F. L.; ABREU, M. L., 1994. Estudos de episódios de Zonas de Convergência do Atlântico Sul sobre a América do Sul. In: *VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Belo Horizonte: SBMET. Anais. p.620-623.
- RAO, V. B.; RADA, K., 1990. Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and connections with the southern oscillations. *Theoretical and Applied Climatology*. 42: 81-91.
- RAO, V. B. *et al.*, 1993. Seasonal and interannual variations of rainfall over eastern northeast Brazil. *Journal of Climate*. 6: 1754-1763.
- ROMA, J. C., 2007. *Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros*. Brasília: MMA. 18 p.
- SILVA DIAS, M. A. F.; HALLAK, R., 1994. Análise de casos de formação de vórtices de ar frio. In: *VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Belo Horizonte: SBMET. Anais. p. 613-616.
- SILVANO, D. L.; SEGALLA, M.V., 2005. Conservação de anfíbios no Brasil. *Megadiversidade*. Belo Horizonte, 1(1): 79-86.

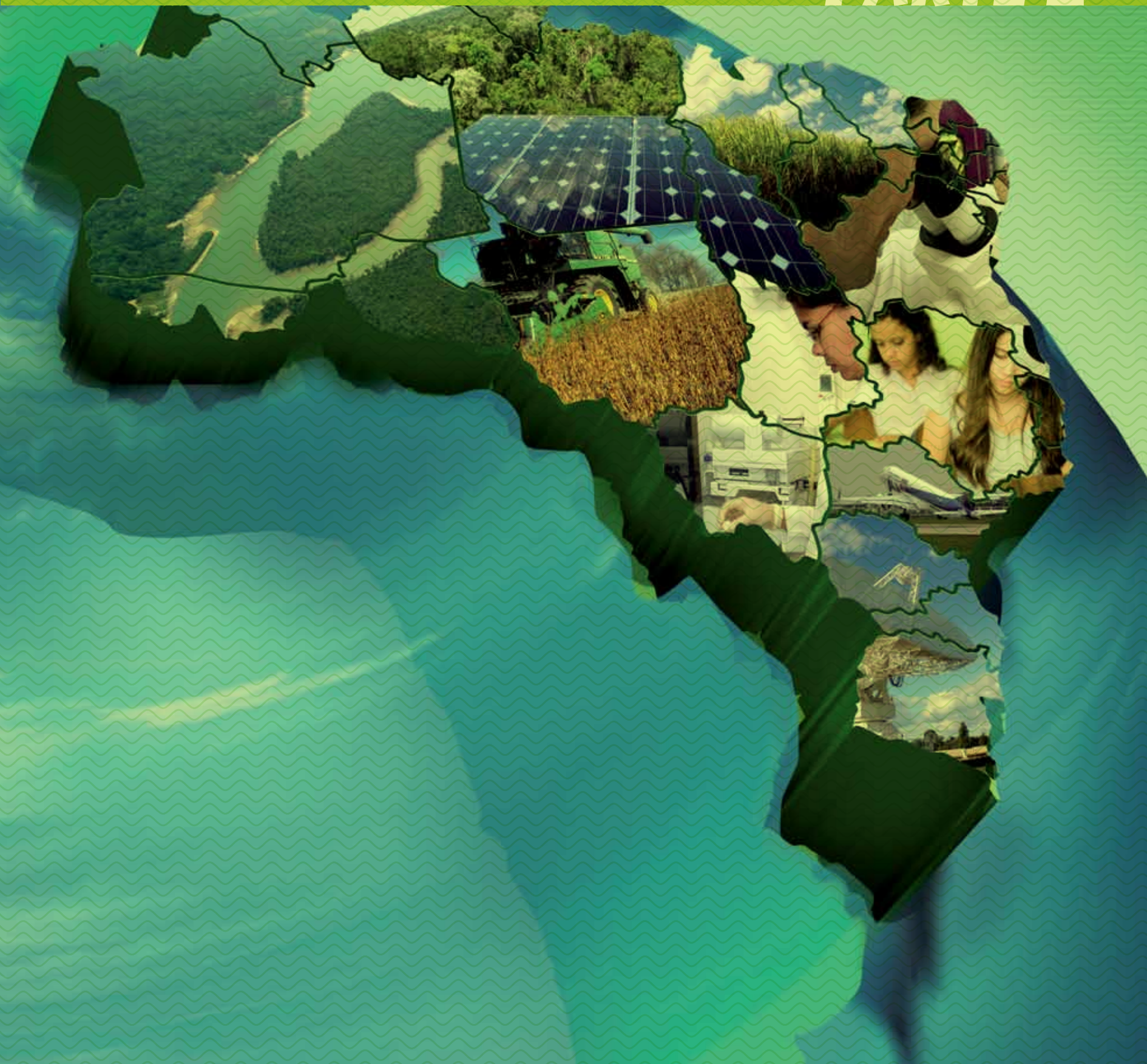
- SIPOT - SISTEMA DE INFORMAÇÕES DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO, 2009. *Página de Internet oficial da divisão de estudos de inventário e hidrologia da Eletrobrás*. Disponible en: <<http://www.eleto-bras.com/elb/data/Pages/LUMIS21D128D3PTBRIE.htm>>. Acceso en: 31 de mayo, 2010.
- SOSMA/INPE - FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/ INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2008. *Atlas dos remanescentes florestais 2008*. Disponible en: <[http://mapas.sosma.org.br/site\\_media/download/mapas\\_a3/estados/mapa\\_BRASIL\\_a3\\_portrait\\_08\\_SDEC.pdf](http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/mapas_a3/estados/mapa_BRASIL_a3_portrait_08_SDEC.pdf)>. Acceso en: 19 de abril, 2010.
- SOUZA FILHO, P. W. M., 2005. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*. 23(4): 427-435.
- SPALDING, M., BLASCO, F., FIELD, C., 1997. *World mangrove atlas*. ISME, Okinawa, 178 p.
- STROHAECKER, T. M., 2008. Dinâmica populacional, p.59-73. In: ZAMBONI, A.; NICOLODI, J.L. (org). *Macrodiagnóstico da zona costeira e marinha do Brasil*. Brasília: MMA.
- THORNTHWAITE, C. W., 1941. *Atlas of Climatic Types in the United States*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service (Miscell Pub. N. 421).
- UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 1997. *The World Atlas of Desertification*. 2ed. London: UNEP. 182p.
- VIDIGAL, A. A. F. (Coord.), 2006. *Amazônia azul: o mar que nos pertence*. Rio de Janeiro: Record.
- VIRJI, H., 1981. A preliminary study of summertime tropospheric circulation patterns over South America estimated from cloud winds. *Monthly Weather Review*. 109(3): 599-610.
- YAMAZAKI, Y.; RAO, V. B., 1977. Tropical cloudiness over the South Atlantic ocean. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. 55(2): 205-207.





**Inventario Brasileño de las Emisiones Antrópicas por Fuentes y Absorciones por Sumideros de Gases de Efecto Invernadero no Controlados por el Protocolo de Montreal**

**PARTE 2**



# **PARTE 2**



# ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	134
1.1	Gases de Efecto Invernadero .....	134
1.2	Sectores Inventariados.....	134
1.2.1	Sector de Energía .....	134
1.2.2	Sector de Procesos Industriales .....	135
1.2.3	Sector de Uso de Solventes y Otros Productos .....	136
1.2.4	Sector de Agropecuaria.....	137
1.2.5	Sector de Cambio del Uso de la Tierra y Bosques .....	137
1.2.6	Sector de Tratamiento de Residuos .....	138
2	SUMARIO DE LAS EMISIONES ANTRÓPICAS POR FUENTES Y REMOCIONES POR SUMIDEROS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR GAS (TEXTO DIFERENTE AL DEL ÍNDICE-GERAL).....	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
3.1.1	Características de la Matriz Energética Brasileña.....	159
3.1.2	Emisiones por Quema de Combustibles .....	163
3.1.3	Emisiones Fugitivas .....	181
3.2	Procesos Industriales .....	187
3.2.1	Productos Minerales.....	187

3.2.2	Industria Química .....	189
3.2.3	Industria Metalúrgica .....	196
3.2.4	Industria de Papel y Celulosa .....	200
3.2.5	Alimentos y Bebidas .....	201
3.2.6	Emisiones Relacionadas a la Producción de Hidrofluorcarbonos .....	201
3.2.7	Emisiones Relacionadas al Consumo de Hidrofluorcarbonos.....	201
3.2.8	Emisiones Relacionadas al Consumo de Hexafluoreto de Azufre ...	204
3.3	Uso de Solventes y Otros Productos.....	206
3.3.1	Aplicación en Tintas .....	206
3.3.2	Desengrase de Metales .....	208
3.3.3	Limpieza a Seco.....	208
3.3.4	Procesamiento de Espumas de Poliestireno .....	209
3.3.5	Industria de Impresión .....	209
3.3.6	Extracción de Aceites Vegetales Comestibles .....	209
3.3.7	Uso Doméstico.....	209
3.4	Agropecuaria.....	211
3.4.1	Ganadería .....	211
3.4.2	Cultivo de Arroz .....	214
3.4.3	Quema de Residuos Agrícolas .....	215
3.4.4	Emisiones de N <sub>2</sub> O provenientes de suelos agrícolas.....	218
3.5	Cambio del Uso de la Tierra y Bosques.....	224
3.5.1	Metodología.....	224
3.5.2	Datos.....	231
3.5.3	Resultados .....	239
3.6	Tratamiento de Residuos.....	250
3.6.1	Disposición de Residuos Sólidos .....	250
3.6.2	Incineración de Residuos Sólidos.....	251
3.6.3	Tratamiento de Efluentes.....	252

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 C <sub>H</sub> 4.....	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 GÁS Y SECTOR, DE 1990 AL 2005 .....	268





Pao de Açúcar por Pedro Kirilos-Riotur



# Capítulo 1

Introducción



# 1 Introducción

Como país signatario de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, de ahora en adelante referenciada como Convención, Brasil tiene como una de sus principales obligaciones la elaboración y actualización periódica del Inventario Nacional de Emisiones Antrópicas por Fuentes y Absorciones por Sumideros de Gases de Efecto Invernadero No Controlados por el Protocolo de Montreal, de ahora en adelante referenciado como Inventario.

La elaboración del presente Inventario sigue las Directrices para la Elaboración de las Comunicaciones Nacionales de las Partes No Incluidas en el Anexo I de la Convención, establecidas en la Decisión 17/CP.8 de la Octava Conferencia de las Partes de la Convención, realizada en Delhi, India en octubre/noviembre de 2002.

En atención a esas Directrices, el presente Inventario es presentado para el año base 2000. Adicionalmente son también presentados los valores referentes a los años del período de 1990 al 2005. En relación a los años de 1990 a 1994, el presente Inventario actualiza las informaciones presentadas en el Inventario de Emisiones y Absorciones Antrópicas de Gases de Efecto Invernadero No Controlados por el Protocolo de Montreal (BRASIL, 2004) - Inventario Inicial.

Como directriz técnica básica, fueron utilizados los documentos elaborados por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático - IPCC: "*Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*" - *Guidelines 1996*, publicado en 1997; "*Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*" - *Good Practice Guidance 2000*, publicado en el 2000; y "*Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry*" - *Good Practice Guidance LULUCF*, publicado en el 2003. Algunas de las estimativas ya llevan en cuenta informaciones publicadas en el documento "*2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*" - *Guidelines 2006*; publicado en el 2006.

## 1.1 Gases de Efecto Invernadero

El clima en la Tierra es regulado por el flujo constante de energía solar que atraviesa la atmósfera en forma de luz visible. Una parte de esa energía es devuelta por la Tierra en forma de radiación infrarroja. Los gases de efecto invernadero son gases presentes en la atmósfera terrestre que tienen la propiedad de bloquear una parte de esa radiación infrarroja. Muchos de ellos, como el vapor de agua, el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ), el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y el ozono ( $\text{O}_3$ ), existen naturalmente en la atmósfera y son esenciales para el mantenimiento de la vida en el planeta, pues sin ellos la Tierra sería, en media, cerca de  $30^\circ\text{C}$  más fría.

Como consecuencia de las actividades antrópicas en la biósfera, el nivel de concentración de algunos de esos gases, como el  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ , vienen aumentando en la atmósfera. Además, se pasaron a emitir otros gases de efecto invernadero, constituidos por compuestos químicos producidos solamente por el hombre, tales como clorofluorcarbonos (CFCs), hidrofluorcarbonos (HFCs), hidrofluorclorocarbonos (HCFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoreto de azufre ( $\text{SF}_6$ ).

Como determina la Convención, el Inventario debe incluir apenas las emisiones antrópicas por fuentes y absorciones por sumideros de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal. Por eso, no se deben incluir los gases CFCs y los HCFCs, que destruyen la capa de ozono y ya son controlados por el Protocolo de Montreal.

Los gases de efecto invernadero, cuyas emisiones antrópicas y absorciones fueron estimadas en el presente Inventario, son el  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , HFCs, PFCs y  $\text{SF}_6$ . Algunos otros gases, como el monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y otros compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVDM), aun no siendo gases de efecto invernadero directo, tienen influencia en las reacciones químicas que ocurren en la atmósfera. Las informaciones sobre las emisiones antrópicas de esos gases son también incluidas en este Inventario cuando están disponibles.

## 1.2 Sectores Inventariados

Las emisiones antrópicas de gases de efecto invernadero se dan en diversos sectores de actividad. El presente Inventario está organizado según la estructura sugerida por el IPCC, cubriendo los siguientes sectores: Energía; Procesos Industriales; Uso de Solventes y Otros Productos; Agricultura; Cambio en el Uso de la Tierra y Bosque; y Desechos.

Las absorciones de gases de efecto invernadero se dan en el sector de Cambio en el Uso de la Tierra y Bosque, como resultado de las actividades de manejo de áreas protegidas, de la reforestación, por el abandono de tierras manejadas y el aumento del stock de carbono en los suelos.

### 1.2.1 Sector de Energía

Son estimadas en este sector todas las emisiones antrópicas derivadas de la producción, la transformación y el consumo de energía. Se incluyen tanto las emisiones resultantes de la quema de combustibles, como las emisiones resultantes de fugas en la cadena de producción, transformación, distribución y consumo.

### 1.2.1.1 Quema de combustibles

En el sector de Energía están incluidas las emisiones de CO<sub>2</sub> por oxidación del carbono contenido en los combustibles fósiles durante su quema, ya sea para la generación de otras formas de energía, como es el caso la electricidad, o en el consumo final. Son contabilizadas también las emisiones de otros gases de efecto invernadero ocurridas durante el proceso de combustión (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO, NO<sub>x</sub> y COVDM).

En el caso de los combustibles de biomasa (leña, carbón vegetal, residuos vegetales, lixivia, alcohol y bagazo), las emisiones de CO<sub>2</sub> son informadas, aunque no contabilizadas en el total de emisiones del sector energético. Los combustibles de origen renovable no generan emisiones líquidas, y las emisiones asociadas a la parte no renovable son incluidas en el sector de Cambio del Uso de la Tierra y Bosque.

Así como en el caso de los combustibles de biomasa, las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema de los combustibles ofrecidos en el país para la navegación marítima y el transporte aéreo internacionales (*bunker fuels*), son informadas, como es requerido en la Decisión 2/CP.3, aunque no contabilizadas en el total de emisiones del sector energético.

Dependiendo de la información básica disponible, las emisiones son presentadas siguiendo la estructura definida en el Balance Energético Nacional - BEN, semejante, pero no idéntica a la estructura sugerida por el IPCC.

### 1.2.1.2 Emisiones fugitivas

En el sector de Energía son también incluidas las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes del proceso de minería, incluyendo las etapas de stock, procesamiento y transporte de carbón mineral, y también aquellas que derivan del proceso de extracción, transporte y procesamiento de petróleo y gas natural.

Las emisiones asociadas al carbón mineral incluyen la emisión de CH<sub>4</sub> de las minas a cielo abierto y las subterráneas y la emisión de CO<sub>2</sub> de los depósitos de carbón mineral por combustión espontánea en las pilas de desechos.

Las emisiones asociadas al petróleo y al gas natural incluyen las emisiones fugitivas de CH<sub>4</sub> durante la extracción de petróleo y gas natural (*venting*), durante el transporte y distribución en conductos y navíos y durante su procesamiento en las refinerías. Son también consideradas las emisiones de CO<sub>2</sub> por combustión no útil (*flaring*) en las plataformas de extracción de petróleo y gas natural y en las unidades de refinería. El uso de aceite y gas natural, o de sus derivados, para ofre-

cer energía para uso interno en la producción de energía y transporte, es considerado como combustión, y por lo tanto, tratado en la sección de quema de combustibles.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> por quema en el *flare* son incluidas como emisiones fugitivas, mismo siendo formalmente resultado de combustión, por estar asociadas a una pérdida y no al consumo útil del combustible.

## 1.2.2 Sector de Procesos Industriales

Son estimadas en ese sector las emisiones antrópicas resultantes de los procesos productivos en las industrias, y que no son resultado de la quema de combustibles, pues esas últimas son relatadas en el sector de Energía.

Fueron considerados los subsectores de productos minerales, química, metalurgia, papel y celulosa, alimentos y bebidas, y producción y utilización de HFCs y SF<sub>6</sub>.

### 1.2.2.1 Productos minerales

En este subsector son incluidas las emisiones que ocurren por la calcinación de calcáreo y dolomita, así como las emisiones resultantes de la producción y consumo de barrilla.

En la producción de cemento hay emisiones de CO<sub>2</sub> por la calcinación de calcáreo (CaCO<sub>3</sub>) durante la producción de clinker. En la producción de cal, el calcáreo y la dolomita (CaCO<sub>3</sub>·MgCO<sub>3</sub>) son calcinados, produciendo también CO<sub>2</sub>. En la industria del vidrio, en la industria siderúrgica y en la producción de magnesio también hay emisiones de CO<sub>2</sub> por calcinación de calcáreo y dolomita.

En la producción de barrilla (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) puede haber emisiones de CO<sub>2</sub>, dependiendo del proceso productivo, pero ese no es el caso del proceso sintético utilizado en Brasil. Por otro lado, durante el consumo de barrilla en otras industrias, como la industria del vidrio, hay emisión de CO<sub>2</sub>.

### 1.2.2.2 Industria química

Entre las emisiones inventariadas en este subsector, merecen destaque las emisiones de CO<sub>2</sub> resultantes de la producción de amonio, las emisiones de N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub> que ocurren durante la producción de ácido nítrico, y las emisiones de N<sub>2</sub>O, CO y NO<sub>x</sub> resultantes de la producción de ácido adípico.

Durante la producción de otros productos químicos, puede también haber emisión de gases de efecto invernade-

ro, con destaque para la emisión de COVDM en la industria petroquímica.

### 1.2.2.3 Industria metalúrgica

Este subsector incluye a la industria siderúrgica y a la industria del hierro y el acero, donde hay emisiones de CO<sub>2</sub> en el proceso de reducción del mineral de hierro, además de la industria del aluminio, donde hay emisiones de PFCs, CO<sub>2</sub>, CO y NO<sub>x</sub>.

En la industria siderúrgica y en la industria del hierro hay emisión de CO<sub>2</sub> cuando el carbono contenido en el agente reductor se combina con el oxígeno de los óxidos metálicos. Los mismos agentes reductores, como el coque de carbón mineral, son también utilizados como combustible para la generación de energía. Las emisiones atribuidas a ambos procesos son relatadas en este sector, refiriéndose a las etapas de la sinterización/peletización y alto horno/acería. Para el subsector de hierro, no fue posible separar las partes utilizadas para cada finalidad, estando relatadas la totalidad de las emisiones en el sector de Energía. Otras emisiones relativas a la siderurgia son relatadas en el sector de Energía (producción de coque y de energía eléctrica) y en el sector de producción mineral (producción de cal, uso de calcáreo y dolomita). Para el subsector de hierros de alta liga, no fue posible separar las partes utilizadas para cada finalidad, por lo tanto, la totalidad de las emisiones fue incluida en el sector de Energía.

En la industria del aluminio hay emisiones de CO<sub>2</sub> durante el proceso de electrólisis, cuando el oxígeno del óxido de aluminio reacciona con el carbono del ánodo. Durante el mismo proceso, si el nivel de óxido de aluminio en el recipiente de producción es muy bajo, puede haber un rápido aumento del voltaje (efecto anódico). En ese caso, el fluoreto contenido en la solución electrolítica reacciona con el carbono del ánodo produciendo perfluorocarbonos (CF<sub>4</sub> y C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>), que son gases de efecto invernadero de largo tiempo de permanencia en la atmósfera. Dependiendo de la tecnología empleada, puede haber también emisiones de CO y NO<sub>x</sub>.

### 1.2.2.4 Producción y utilización de HFCs y SF<sub>6</sub>

Los gases HFCs fueron desarrollados en las décadas de 1980 y 1990 como sustancias alternativas a los CFCs y HCFCs. El uso de esos gases está siendo eliminado por ser sustancias que destruyen la capa de ozono. Los HFCs son gases de efecto invernadero que no contienen cloro, y por ese motivo no afectan la capa de ozono.

Durante la producción y utilización de HFCs puede haber emisiones fugitivas. También durante el proceso productivo de HCFC-22 puede haber una producción secundaria de HFC-23 y su consecuente emisión.

El SF<sub>6</sub>, otro gas de efecto invernadero producido apenas antropicamente, tiene excelentes características para su utilización en equipamientos eléctricos de alta capacidad y desempeño. Brasil no es productor de ese gas, y debido a eso, las emisiones informadas se deben apenas a fugas en los equipamientos instalados en el país.

El SF<sub>6</sub> es utilizado, también, como gas de cobertura durante la producción de magnesio para evitar su oxidación.

### 1.2.2.5 Otras industrias

El subsector de papel y celulosa genera emisiones durante el tratamiento químico a que es sometida la pulpa de la madera en el proceso fabril. Esas emisiones dependen del tipo de materia prima utilizada y de la calidad del producto a que se quiere llegar.

En Brasil se utiliza principalmente el eucalipto como fuente de celulosa, con predominio del proceso del tipo sulfato, habiendo emisiones de CO, NO<sub>x</sub> y COVDM, las cuales fueron estimadas en este Inventario.

En el subsector de alimentos y bebidas, hay emisiones de COVDM en muchos procesos de transformación a partir de productos primarios, como la producción de azúcar, ración animal y cerveza. Las emisiones fueron estimadas en base a los datos nacionales de producción, adoptándose factores de emisión *default*. Los procesos de extracción de aceites vegetales son tratados en el sector de Uso de Solventes y Otros Productos.

### 1.2.3 Sector de Uso de Solventes y Otros Productos

El uso de solventes, de un modo general, favorece su evaporación, lo que configura emisiones de COVDM. Este Inventario buscó identificar los sectores más expresivos en aplicación de solventes, a pesar del alto grado de incerteza de esas estimativas.

Fueron analizadas las siguientes actividades: aplicación en pinturas/tintas, desengrase de metales, limpieza a seco, procesamiento de espumas, industria de impresión, extracción de aceites vegetales comestibles y consumo de solventes en el uso doméstico.



### 1.2.4 Sector de Agricultura

La agricultura y la ganadería son actividades económicas de gran importancia en Brasil. Debido a la gran extensión de las tierras aptas para la agricultura y las disponibles para el pastaje, el país ocupa también un lugar de destaque en el mundo en relación a la producción de ese sector.

Son varios los procesos que tienen como resultado emisiones de gases de efecto invernadero, descritos a seguir.

#### 1.2.4.1 Fermentación entérica

La fermentación entérica, que corresponde a una etapa de la digestión de los animales herbívoros rumiantes, es una de las mayores fuentes de emisión de  $\text{CH}_4$  en el país. La intensidad de ese proceso depende de diversos factores, como el tipo de animal, su alimento, la intensidad de su actividad física y las diversas prácticas de cría. Entre los diversos tipos de animales, se destacan las emisiones provenientes del rebaño bovino, que es el segundo mayor del mundo.

#### 1.2.4.2 Manejo del excremento animal

Los sistemas de manejo del excremento animal pueden causar emisiones de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . La descomposición anaerobia produce  $\text{CH}_4$ , principalmente cuando los excrementos son estocados en forma líquida.

#### 1.2.4.3 Cultivo de arroz

El arroz, cuando es cultivado en campos inundados o en áreas inundables, es una importante fuente de emisión de  $\text{CH}_4$ . Eso ocurre debido a la descomposición anaerobia de la materia orgánica presente en el agua. En Brasil, sin embargo, la mayor parte del arroz es producida en áreas no inundadas, reduciendo la importancia del subsector en las emisiones totales de  $\text{CH}_4$ .

#### 1.2.4.4 Quema de residuos agrícolas

La quema imperfecta de residuos agrícolas, realizada directamente en el campo, produce emisiones de  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$  y  $\text{CO}_2$ . El  $\text{CO}_2$  emitido no es considerado como una emisión líquida, pues, por medio de la fotosíntesis, la misma cantidad es necesariamente absorbida durante el crecimiento de las plantas.

En Brasil, la práctica de la quema de residuos agrícolas se da principalmente en la cultura de la caña de azúcar.

#### 1.2.4.5 Emisiones de $\text{N}_2\text{O}$ provenientes de suelos agrícolas

La emisión de  $\text{N}_2\text{O}$  en suelos agrícolas deriva de la aplicación de fertilizantes nitrogenados, tanto de origen sintético como animal, y de la deposición del excremento animal en los pastajes. Ese último proceso no es considerado como una aplicación de fertilizante, ya que no es intencional, sin embargo es el más importante en Brasil debido a la predominancia de la ganadería extensiva.

Los residuos vegetales dejados en el campo son fuentes de emisión de  $\text{N}_2\text{O}$ .

Además se encuadra dentro de este sector el cultivo de suelos orgánicos, que aumenta la mineralización de la materia orgánica y libera  $\text{N}_2\text{O}$ .

### 1.2.5 Sector de Cambio del Uso de la Tierra y Bosque

En este sector son incluidas las estimativas de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero asociadas al aumento o disminución del carbono en biomasa, arriba o abajo del suelo, por la substitución de un determinado tipo de uso de la tierra por otro, como, por ejemplo, la conversión de un bosque para la agricultura o la ganadería, o la substitución de cultivos por reforestación.

Por extensión, según es recomendado por el *Good Practice Guidance LULUCF*, son estimadas las emisiones y absorciones por el uso de la tierra no sometida a un cambio, por crecimiento o pérdida de carbono bajo un mismo tipo de uso (por ejemplo, el crecimiento de una vegetación secundaria o inclusive de la vegetación primaria en áreas manejadas).

Las estimativas deben considerar todos los compartimentos de carbono: biomasa viva arriba del suelo; biomasa viva abajo del suelo (raíces); ramas finas y hojas muertas; ramas gruesas; y el carbono de suelo.

El gas predominante en este sector es el  $\text{CO}_2$ , pero también hay emisiones de otros gases de efecto invernadero como el  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  por la quema imperfecta de madera dejada en el campo, en el caso de la conversión de bosque para otros usos.

También hay emisiones de  $\text{CH}_4$  en embalses (reservorios de hidroeléctricas, etc.), pero las mismas no fueron estimadas en este inventario por no existir una metodología acordada por el IPCC para su cálculo, debido a la dificultad de identificar la parte antrópica de esas emisiones.

## 1.2.6 Sector de Desechos

### 1.2.6.1 Disposición de residuos sólidos

La disposición de residuos sólidos da lugar a condiciones anaerobias que generan  $\text{CH}_4$ . El potencial de emisión de  $\text{CH}_4$  aumenta cuando mejores son las condiciones de control de los rellenos y mayor es la profundidad de los basurales. La incineración de basura, como toda combustión, genera emisiones de varios gases de efecto invernadero, aunque esa actividad es bastante reducida en Brasil.

### 1.2.6.2 Tratamiento de efluentes

Los efluentes con un alto grado de contenido orgánico tienen un gran potencial de emisiones de  $\text{CH}_4$ , especialmente los desechos provenientes de los hogares y del comercio, los efluentes de la industria de alimentos y bebidas y los de la industria de papel y celulosa. Las demás industrias también contribuyen a esas emisiones, aunque en menor grado.

En el caso de los efluentes domésticos, debido al contenido de nitrógeno en la alimentación humana, hay, además, emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$ .







## Capítulo 2

Sumario de las Emisiones Antrópicas  
Por Fuentes y Absorciones por  
Sumideros de Gases de Efecto  
Invernadero por Gas

## 2 Sumario de las Emisiones Antrópicas por Fuentes y Absorciones por Sumideros de Gases de Efecto Invernadero por Gas

En el año 2005, las emisiones antrópicas líquidas de gases de efecto invernadero fueron estimadas en 1.637.905 Gg CO<sub>2</sub>; 18.107 Gg CH<sub>4</sub>; 546 Gg N<sub>2</sub>O; 0,124 Gg CF<sub>4</sub>; 0,0104 Gg C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>; 0,0252 Gg SF<sub>6</sub>; 2,28 Gg HFC-134a; 0,125 Gg HFC-125; 0,093 Gg HFC-143a y 0,175 Gg HFC-152a. Entre 1990 y el 2005, las emisiones totales de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O aumentaron en un 65%, 37% y 45%, respectivamente. Las emisiones de gases de efecto invernadero indirecto fueron también evaluadas. En el 2005, esas emisiones fueron estimadas en 3.399 Gg NO<sub>x</sub>; 41.339 Gg CO; y 2.152 Gg COVDM.

### 2.1 Emisiones de Dióxido de Carbono

Las emisiones de CO<sub>2</sub> son resultado de diversas actividades. En los países desarrollados, la principal fuente de emisión es el uso energético de combustibles fósiles. Otras fuentes de emisión importantes en esos países son los procesos industriales de producción de cemento, cal, barrilla, amonio y aluminio, así como la incineración de basura.

Diferentemente de los países industrializados, en Brasil la mayor parte de las emisiones líquidas estimadas de CO<sub>2</sub> es proveniente del cambio del uso de la tierra, particularmente de la conversión de bosque para uso agropecuario. Debido a la elevada participación de la energía renovable en la matriz energética brasileña, por la generación de electricidad a partir de las hidroeléctricas, por el uso de alcohol en el transporte y por la utilización del bagazo de caña de azúcar y el carbón vegetal en la industria, la parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> por el uso de combustibles fósiles en Brasil es relativamente pequeña. Debe observarse además que el consu-

mo energético brasileño es aún modesto al ser comparado a los países industrializados.

El Cuadro 2.1 y las Figuras 2.1 y 2.2 resumen las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> en Brasil, por sector.

El sector de Energía engloba las emisiones por quema de combustibles fósiles y emisiones fugitivas. Las emisiones fugitivas incluyen la quema de gas en las antorchas de las plataformas y refinerías, además de la combustión espontánea de carbón en depósitos y pilas de desechos. Las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector de Energía representaron en el 2005 un 19% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub>, habiendo aumentado un 74% en relación a las emisiones de 1990. Solamente el subsector de transportes fue responsable por el 43% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector de Energía y por el 8,1% del total de emisiones de CO<sub>2</sub> totales.

Las emisiones derivadas de los procesos industriales representaron apenas el 4,0% de las emisiones totales en el 2005, con la producción de cemento y cal constituyendo la mayor parte (58%). En el período de 1990 al 2005, las emisiones producto de los procesos industriales variaron un 45%.

El sector de Cambio del Uso de la Tierra y Bosque fue responsable por la mayor parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> y por la totalidad de las absorciones de CO<sub>2</sub>, que incluyen el manejo de áreas protegidas, la regeneración de áreas abandonadas y el cambio en el stock de carbono en los suelos, con las emisiones líquidas del sector participando con el 77% de las emisiones líquidas totales de CO<sub>2</sub> en el 2005. La conversión de bosque para otros usos, especialmente el agrícola, consistió en casi la totalidad de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector, mientras que la pequeña parte restante deriva de la adición de calcáreo agrícola a los suelos.

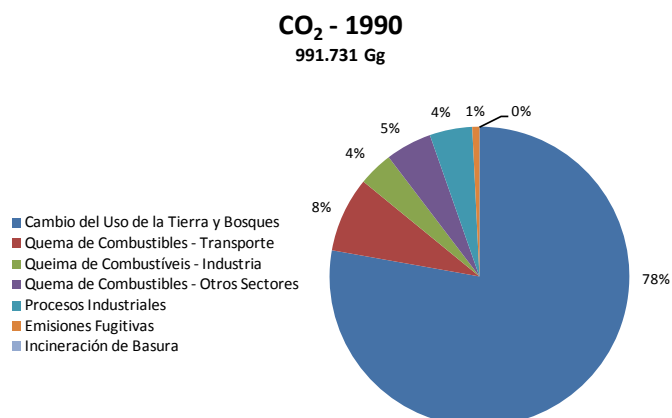
El sector de Desechos contribuyó minimamente a las emisiones de CO<sub>2</sub>, debido a la incineración de residuos conteniendo carbono no renovable.

**Cuadro 2.1 - Emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub>**

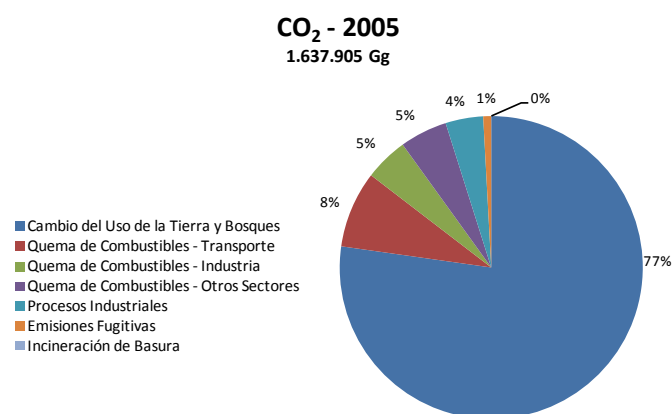
Sector	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	Gg <sup>1</sup>				%	
<b>Energía</b>	<b>179.948</b>	<b>206.250</b>	<b>289.958</b>	<b>313.695</b>	<b>19,2</b>	<b>74,3</b>
Quema de combustibles fósiles	172.371	198.222	279.088	299.941	18,3	74,0
Subsector energético	22.668	25.443	43.595	48.601	3,0	114,4
Subsector industrial	36.835	42.217	71.115	75.620	4,6	105,3
Industria siderúrgica	3.862	5.401	13.089	16.467	1,0	326,4
Industria química	8.681	9.230	14.649	15.446	0,9	77,9
Otras industrias	24.292	27.586	43.337	43.707	2,7	79,9
Subsector transporte	79.914	91.820	120.130	133.431	8,1	67,0
Transporte aéreo	3.503	3.763	5.278	5.374	0,3	53,4
Transporte viario	71.339	83.236	110.684	122.765	7,5	72,1
Otros medios de transporte	5.072	4.821	4.169	5.291	0,3	4,3
Subsector residencial	13.818	15.220	17.044	15.484	0,9	12,1
Subsector agricultura	10.052	12.527	14.051	14.809	0,9	47,3
Otros sectores	9.083	10.995	13.154	11.996	0,7	32,1
Emisiones fugitivas	7.578	8.028	10.870	13.754	0,8	81,5
Minería de carbón	1.353	1.348	1.291	957	0,1	-29,3
Extracción y transporte de petróleo y gas natural	6.225	6.680	9.579	12.797	0,8	105,6
<b>Procesos Industriales</b>	<b>45.265</b>	<b>48.703</b>	<b>63.220</b>	<b>65.474</b>	<b>4,0</b>	<b>44,6</b>
Producción de cemento	11.062	10.086	16.047	14.349	0,9	29,7
Producción de cal	3.688	4.098	5.008	5.356	0,3	45,2
Producción de amonio	1.683	1.689	1.663	1.922	0,1	14,2
Producción de arrabio y acero	24.756	28.428	35.437	38.283	2,3	54,6
Producción de aluminio	1.574	1.955	2.116	2.472	0,2	57,1
Otras industrias	2.502	2.446	2.950	3.093	0,2	23,6
<b>Cambio del uso de la tierra y Bosque</b>	<b>766.493</b>	<b>830.910</b>	<b>1.258.345</b>	<b>1.258.626</b>	<b>76,8</b>	<b>64,2</b>
Cambio del uso de la tierra	761.390	821.919	1.249.627	1.251.152	76,4	64,3
Bioma Amazonia	460.525	521.054	814.106	842.967	51,5	83,0
Bioma Cerrado	233.001	233.001	302.715	275.378	16,8	18,2
Otros biomas	67.863	67.863	132.806	132.806	8,1	95,7
Aplicación de calcáreo en los suelos	5.103	8.991	8.717	7.474	0,5	46,5
Desechos	24	63	92	110	0,0	349,4
<b>TOTAL</b>	<b>991.731</b>	<b>1.085.925</b>	<b>1.611.615</b>	<b>1.637.905</b>	<b>100</b>	<b>65,2</b>

<sup>1</sup> Gg = mil toneladas

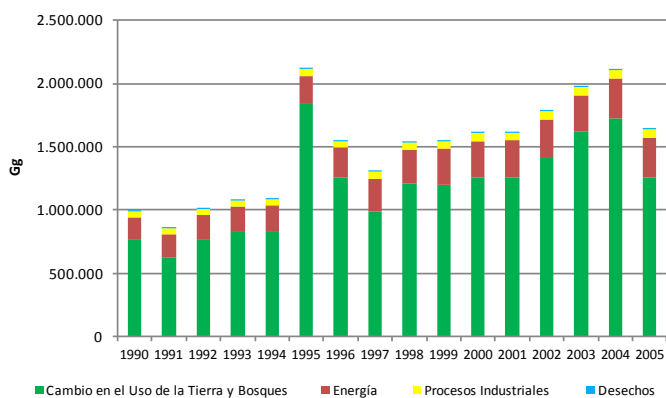
**Figura 2.1 Emisiones de CO<sub>2</sub> por Sector - 1990**



**Figura 2.2 Emisiones de CO<sub>2</sub> por Sector - 2005**



**Figura 2.3 Evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub>**  
**Emisiones de CO<sub>2</sub>**



## 2.2 Emisiones de Metano

Las emisiones de CH<sub>4</sub> son resultado de diversas actividades, incluyendo rellenos sanitarios, tratamiento de efluentes, sistemas de producción y procesamiento de petróleo y gas natural, actividades agrícolas, minería de carbón, quema de combustibles fósiles y de biomasa, conversión de bosque para otros usos y algunos procesos industriales.

En Brasil, el sector de Agricultura es el mayor responsable por las emisiones de CH<sub>4</sub> (71% en el 2005), siendo la principal emisión derivada de la fermentación entérica (eructación) del rebaño de rumiantes, casi toda proveniente del ganado bovino, el segundo rebaño del mundo en cantidad de cabezas. En el 2005 las emisiones de CH<sub>4</sub> asociadas a la fermentación entérica fueron estimadas en 11.487 Gg, un 90% del total de las emisiones de CH<sub>4</sub> del sector Agricultura. El manejo de los excrementos de animales, la cultura del arroz irrigado y la quema de residuos agrícolas correspondieron a las emisiones restantes. El aumento de la liberación de CH<sub>4</sub> se dio debido, predominantemente, al aumento del rebaño de ganado de corte en los últimos años.

En el sector de Energía, las emisiones de CH<sub>4</sub> ocurren debido a la quema imperfecta de combustibles y también debido a la fuga de CH<sub>4</sub> durante los procesos de producción y transporte de gas natural y minería de carbón. Las emisiones de CH<sub>4</sub> del sector de Energía representaron, en el 2005, un 3,0% de las emisiones totales de CH<sub>4</sub>, habiendo aumentado un 27% en relación a las emisiones de 1990.

En el sector de Procesos Industriales, las emisiones de CH<sub>4</sub> se dan durante la producción de petroquímicos, pero tienen una pequeña participación en las emisiones brasileñas.

Las emisiones del sector de Desechos representaron un 9,6% del total de las emisiones de CH<sub>4</sub> en el 2005, y la disposición de residuos sólidos fue responsable por un 63% de ese valor. En el período 1990 al 2005, las emisiones de CH<sub>4</sub> del sector de Desechos aumentaron un 42%.

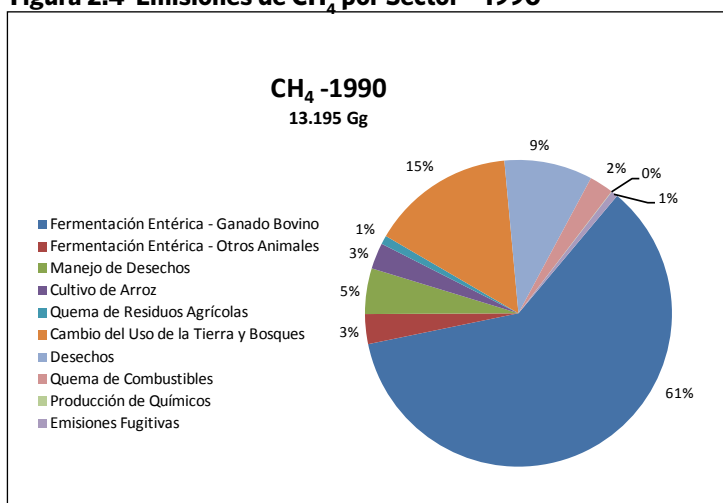
En el sector de Cambio del Uso de la Tierra y Bosque, las emisiones de CH<sub>4</sub> se dan por la quema de la biomasa en las áreas de deforestación. Esas emisiones representaron un 17% del total de las emisiones de CH<sub>4</sub> en el 2005.



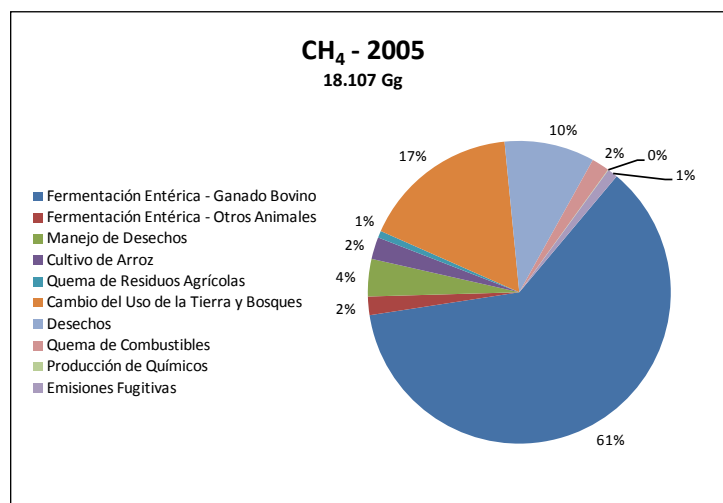
**Cuadro 2.2 Emisiones de CH<sub>4</sub>**

Sector	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	Gg				%	
Energía	427	382	388	541	3,0	26,7
Quema de combustibles	336	296	267	344	1,9	2,4
Subsector energético	169	148	125	165	0,9	-2,6
Subsector industrial	58	55	54	72	0,4	24,8
Industria siderúrgica	40	37	35	46	0,3	14,1
Otras industrias	18	19	19	27	0,1	48,3
Subsector transporte	11	12	11	10	0,1	-2,9
Subsector residencial	76	64	62	77	0,4	1,9
Otros sectores	22	17	15	19	0,1	-13,5
Emisiones fugitivas	91	87	122	197	1,1	115,6
Minería de carbón	50	42	43	49	0,3	-1,0
Extracción y transporte de petróleo y gas natural	42	44	78	148	0,8	254,5
Procesos Industriales (industria química)	5	7	9	9	0,1	79,2
Agricultura	9.539	10.237	10.772	12.768	70,5	33,9
Fermentación entérica	8.419	8.995	9.599	11.487	63,4	36,4
Ganado bovino	8.004	8.579	9.256	11.129	61,5	39,0
Ganado lechero	1.198	1.263	1.178	1.371	7,6	14,5
Ganado de corte	6.807	7.316	8.078	9.757	53,9	43,4
Otros animales	415	416	344	358	2,0	-13,7
Manejo del excremento animal	635	675	678	723	4,0	13,8
Ganado bovino	191	205	216	254	1,4	32,8
Ganado lechero	36	38	34	40	0,2	10,6
Ganado de corte	155	167	182	214	1,2	38,0
Porcinos	373	387	365	358	2,0	-4,1
Aves	48	61	78	92	0,5	89,0
Otros animales	22	23	19	20	0,1	-12,2
Cultivo de arroz	363	436	393	426	2,4	17,2
Quema de residuos agrícolas	121	131	101	133	0,7	9,7
Cambio del uso de la tierra y Bosque	1.996	2.238	3.026	3.045	16,8	52,5
Desechos	1.227	1.369	1.658	1.743	9,6	42,0
Basura	792	897	1.060	1.104	6,1	39,5
Efluentes	436	472	598	639	3,5	46,7
Industrial	95	103	190	206	1,1	116,8
Doméstico	341	369	408	433	2,4	27,2
<b>TOTAL</b>	<b>13.195</b>	<b>14.233</b>	<b>15.852</b>	<b>18.107</b>	<b>100</b>	<b>37,2</b>

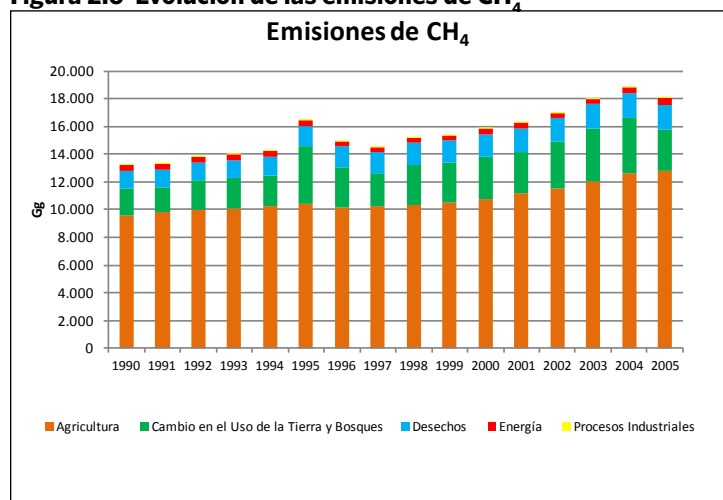
**Figura 2.4 Emisiones de CH<sub>4</sub> por Sector - 1990**



**Figura 2.5 Emisiones de CH<sub>4</sub> por Sector - 2005**



**Figura 2.6 Evolución de las emisiones de CH<sub>4</sub>**



## 2.3 Emisiones de Óxido Nitroso

Las emisiones de N<sub>2</sub>O son resultado de diversas actividades, incluyendo las prácticas agrícolas, los procesos industriales, la quema de combustibles fósiles y de biomasa y la conversión de bosque para otros usos.

En Brasil, las emisiones de N<sub>2</sub>O se dan, predominantemente, en el sector Agricultura (87% en el 2005), ya sea por los excrementos de animales en los pastajes, y en menor escala, por la aplicación de fertilizantes en suelos agrícolas. Las emisiones de N<sub>2</sub>O en el sector crecieron un 43% entre 1990 y el 2005.

Las emisiones de N<sub>2</sub>O en el sector de Energía representaron apenas el 2,2% de las emisiones totales de N<sub>2</sub>O en el 2005, siendo básicamente debidas a la quema imperfecta de combustibles.

En el sector de Procesos Industriales, las emisiones de N<sub>2</sub>O ocurren durante la producción de ácido nítrico y ácido adípico y representaron un 4,2% de las emisiones totales de N<sub>2</sub>O en el 2005.

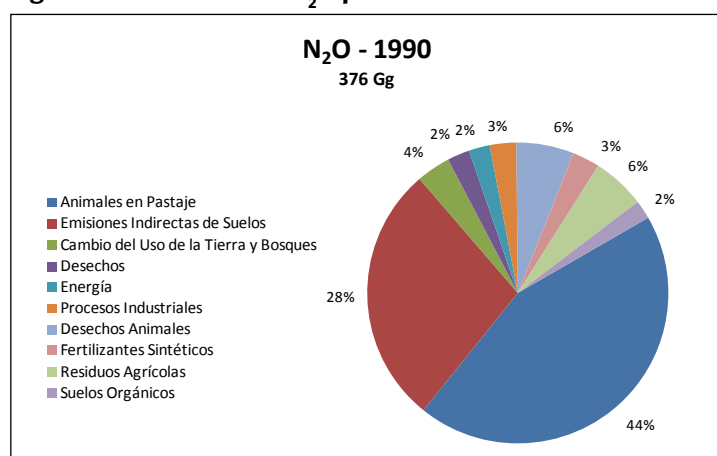
En el sector de Desechos, las emisiones de N<sub>2</sub>O ocurren debido a la presencia de nitrógeno en las proteínas de consumo humano, el cual acaba siendo lanzado en el suelo o en los cuerpos de agua, y cuya contribución para las emisiones totales de N<sub>2</sub>O fue de 2,6% en el 2005.

En el sector de Cambio del Uso de la Tierra y Bosque, las emisiones de N<sub>2</sub>O ocurren a partir de la quema de la biomasa en las áreas de deforestación. Esas emisiones representaron un 3,8% del total de las emisiones de N<sub>2</sub>O en el 2005.

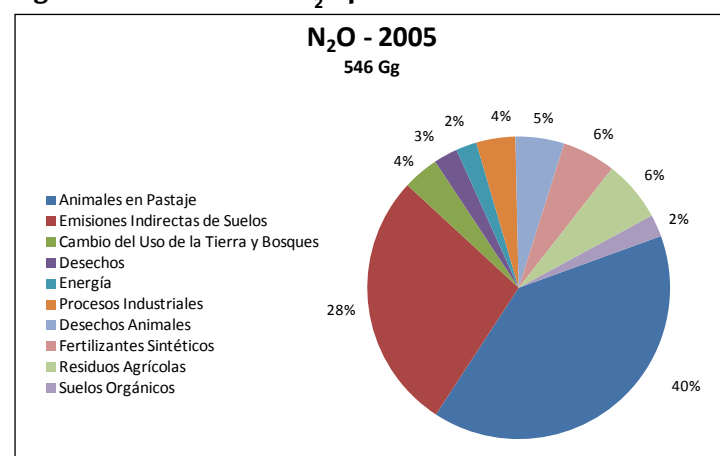
**Cuadro 2.3 Emisiones de N<sub>2</sub>O**

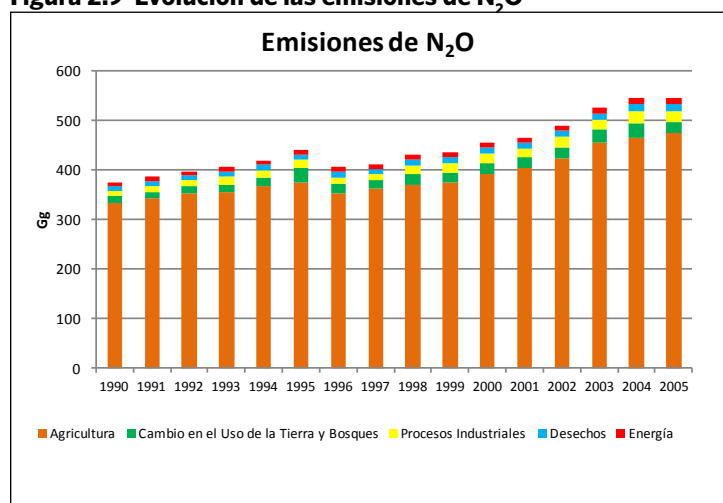
Sector	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	Gg				%	
<b>Energía</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>2,2</b>	<b>42,9</b>
Queima de Combustibles	8	9	9	12	2,2	41,5
Subsector industrial	4	4	4	5	1,0	51,5
Subsector transportes	2	2	2	3	0,5	73,6
Otros subsectores	3	3	3	4	0,6	13,0
Emisiones Fugitivas	0	0	0	0	0,0	217,6
<b>Procesos Industriales (Industria Química)</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>4,2</b>	<b>113,6</b>
Producción de ácido nítrico	2	2	2	2	0,4	23,9
Producción de ácido adípico	9	14	18	20	3,7	135,2
Otras producciones	0	0	0	0	0,1	18,1
<b>Agricultura</b>	<b>334</b>	<b>369</b>	<b>393</b>	<b>476</b>	<b>87,2</b>	<b>42,7</b>
Manejo del excremento animal	10	11	11	13	2,3	27,8
Ganado bovino	3	3	3	3	0,6	13,7
Porcinos	2	2	2	2	0,4	-10,8
Aves	4	5	6	7	1,3	61,5
Otros animales	0	0	0	0	0,0	-18,0
Suelos agrícolas	318	351	376	457	83,7	43,8
Emisiones directas	213	235	251	306	56,0	43,7
Animales en pastaje	166	176	181	217	39,8	31,0
Fertilizantes sintéticos	11	17	24	31	5,7	182,5
Excremento de animales	13	14	14	16	2,9	18,3
Residuos agrícolas	15	19	22	29	5,3	89,6
Suelos orgánicos	8	9	11	13	2,4	70,3
Emisiones indirectas	105	116	125	151	27,7	44,1
Quema de residuos agrícolas	6	6	5	7	1,2	8,2
Cambio del uso de la tierra y Bosque	14	15	21	21	3,8	52,5
Desechos (Efluentes Domésticos)	9	11	12	14	2,6	54,5
<b>TOTAL</b>	<b>376</b>	<b>421</b>	<b>455</b>	<b>546</b>	<b>100</b>	<b>45,3</b>

**Figura 2.7 Emisiones de N<sub>2</sub>O por Sector - 1990**



**Figura 2.8 Emisiones de N<sub>2</sub>O por Sector - 2005**



**Figura 2.9 Evolución de las emisiones de N<sub>2</sub>O**

## 2.4 Emisiones de Hidrofluorcarbonos, Perfluorocarbonos y Hexafluoreto de Azufre

Los gases HFCs, PFCs y SF<sub>6</sub> no existen originalmente en la naturaleza, siendo sintetizados únicamente por actividades humanas.

Brasil no produce HFCs, habiendo sido registrada la importación de 4,5 mil t HFC-134a en el 2005 para su utilización en el subsector de aire acondicionado y refrigeración. Las emisiones de HFC-134a fueron estimadas por la metodología *Tier 2b*, también conocida como *Top-down*, considerando las ventas del gas y su utilización en los diversos productos identificados como si fuesen hechos en Brasil. El HFC-134<sup>a</sup> es utilizado los siguientes ámbitos: refrigeración doméstica;

bebederos; refrigeración comercial; transporte refrigerado - camiones frigoríficos; aire acondicionado y refrigeración industrial; y aire acondicionado vehicular.

En el 2005 fueron también observadas importaciones de HFC-125, HFC-143a y HFC-152a de 125 t, 93 t y 175 t, respectivamente, en parte vinculadas al uso en extintores de incendio especiales. No fue observado su uso en otras posibles aplicaciones, como la fabricación de espumas y solventes. Por otro lado, como subproducto de la producción de HCFC-22, hay una emisión de HFC-23, estimada en 97,2 t en 1999, último año de producción de ese gas en Brasil, según la Revisión del Programa Brasileño de Eliminación de Substancias que Destruyen la Capa de Ozono - Prozon 1999.

Las emisiones de PFCs (CF<sub>4</sub> y C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) se dan durante el proceso productivo del aluminio y son resultado del efecto anódico que ocurre cuando la cantidad de óxido de aluminio disminuye en los recipientes utilizados en el proceso de fabricación. Las emisiones de PFCs fueron estimadas en 124 t CF<sub>4</sub> y 10,4 t C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> en el 2005, presentando una reducción de cerca del 60,7% en relación a 1990.

El SF<sub>6</sub> es utilizado como aislante en equipamientos eléctricos de gran porte. Las emisiones de ese gas se deben a las pérdidas en los equipamientos, principalmente a la hora de su mantenimiento o descarte. Adicionalmente, ese gas es también utilizado en el proceso de producción del magnesio, para evitar la oxidación del metal en su fase líquida. Las emisiones de SF<sub>6</sub> fueron estimadas en 25,2 toneladas en el 2005. El Cuadro 2.4 resume las emisiones de HFCs, PFCs y SF<sub>6</sub>.

**Cuadro 2.4 Emisiones de HFCs, PFCs y SF<sub>6</sub>**

Gas	Sector	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
		Gg				%
HFC-23	Producción de HCFC-22	0,120	0,157	-	-	-100,0
HFC-125	Emisiones potenciales por el uso	-	-	0,007	0,125	NA
HFC-134 <sup>a</sup>	Emisiones reales por el uso	0,0004	0,068	0,471	2,282	527.498
HFC-143 <sup>a</sup>	Emisiones potenciales por el uso	-	-	0,007	0,093	NA
HFC-152a	Emisiones potenciales por el uso	-	-	0,0001	0,175	NA
CF <sub>4</sub>	Producción de aluminio	0,302	0,323	0,147	0,124	-59
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	Producción de aluminio	0,026	0,028	0,012	0,010	-61
SF <sub>6</sub>	Equipamientos eléctricos	0,004	0,004	0,005	0,006	47
	Producción de magnesio	0,006	0,010	0,010	0,019	231
<b>Total SF<sub>6</sub></b>		<b>0,010</b>	<b>0,014</b>	<b>0,015</b>	<b>0,025</b>	<b>153</b>

## 2.5 Gases de Efecto Invernadero Indirecto

Diversos gases poseen influencia en las reacciones químicas que ocurren en la troposfera, y de esa forma ejercen un papel indirecto en el aumento del efecto radioactivo. Esos gases incluyen CO, NO<sub>x</sub> y COVDM. Las emisiones de esos gases son, en su mayoría, resultado de actividades humanas.

Las emisiones de CO y NO<sub>x</sub> son, casi en su totalidad, resultado de la quema imperfecta, ya sea de combustibles en el sector de Energía, o de residuos en el sector Agricultura o biomasa en áreas de deforestación en el sector de Cambio del Uso de la Tierra y Bosque. Una pequeña parte de las emisiones de CO es resultado de procesos productivos,

basicamente de la producción de aluminio; en relación al NO<sub>x</sub>, las emisiones restantes también ocurren en el sector de Procesos Industriales, resultado de la producción de ácido nítrico y aluminio. Las emisiones de CO aumentaron un 17% entre los años 1990 y 2005, y las emisiones de NO<sub>x</sub> crecieron un 36% en el mismo período.

Las emisiones de COVDM son también, en su mayoría, resultado de la quema imperfecta de combustibles (45% en el 2005), aunque una parte significativa es resultado de la producción y uso de solventes (un 28% en el 2005) o proveniente de la industria de alimentos y bebidas (un 24% en el 2005).

El Cuadro 2.5, el Cuadro 2.6 y el Cuadro 2.7, presentan las emisiones de CO, NO<sub>x</sub> y COVDM, respectivamente.

**Cuadro 2.5 Emisiones de CO**

Sector	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	Gg				%	
Energía	14.919	14.438	11.415	11.282	27,3	-24,4
Subsector energético	1.583	1.492	1.232	1.670	4,0	5,5
Subsector industrial	1.573	1.645	1.677	2.307	5,6	46,7
Siderurgia	842	789	756	972	2,4	15,5
Alimentos, bebidas y tabaco	366	550	627	1.014	2,5	177,0
Otras industrias	366	306	293	321	0,8	-12,2
Subsector transportes	7.886	8.069	5.402	3.407	8,2	-56,8
Transporte viario	7.783	7.967	5.303	3.302	8,0	-57,6
Otros transportes	103	102	100	105	0,3	1,7
Subsector residencial	3.522	2.976	2.874	3.602	8,7	2,3
Otros subsectores	355	257	229	295	0,7	-16,9
Procesos Industriales (industria química)	365	510	542	626	1,5	71,3
Producción de aluminio	345	480	504	572	1,4	65,9
Otras producciones	20	29	37	53	0,1	161,5
Agricultura (quema de residuos)	2.543	2.741	2.131	2.791	6,8	9,7
Algodón	88	11	-	-	-	-100,0
Caña de azúcar	2.455	2.730	2.131	2.791	6,8	13,7
Cambio del uso de la tierra y Bosque	17.468	19.584	26.476	26.641	64,4	52,5
<b>TOTAL</b>	<b>35.296</b>	<b>37.273</b>	<b>40.563</b>	<b>41.339</b>	<b>100</b>	<b>17,1</b>

**Cuadro 2.6 Emisiones de NO<sub>x</sub>**

Sector	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	Gg				%	
Energía	1.781	1.996	2.334	2.388	70,2	34,1
Subsector energético	222	259	406	457	13,4	105,9
Subsector industrial	320	366	486	542	16,0	69,5
Siderurgia	98	116	133	149	4,4	52,4
Otras industrias	222	250	354	394	11,6	77,0
Subsector transportes	1.173	1.311	1.381	1.322	38,9	12,6
Transporte viario	1.066	1.206	1.283	1.203	35,4	12,9
Otros transportes	108	105	98	119	3,5	10,1
Subsector residencial	53	48	48	55	1,6	3,4
Otros subsectores	12	13	12	12	0,3	-3,1
Procesos Industriales	8	11	14	18	0,5	127,5
Agricultura (quema de residuos)	219	233	181	237	7,0	8,2
Algodón	10	1	-	-	0,0	-100,0
Caña de azúcar	208	232	181	237	7,0	13,7
Cambio del uso de la tierra y Bosque	496	556	752	757	22,3	52,5
<b>TOTAL</b>	<b>2.504</b>	<b>2.797</b>	<b>3.280</b>	<b>3.399</b>	<b>100</b>	<b>35,8</b>

**Cuadro 2.7 Emisiones de COVDM**

Sector	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	Gg				%	
Energía	1.022	974	860	958	44,5	-6,2
Subsector energético	337	293	248	327	15,2	-3,0
Subsector industrial	51	55	57	75	3,5	45,9
Siderurgia	24	23	22	27	1,3	16,7
Alimentos, bebidas y tabaco	14	19	22	33	1,5	135,6
Otras industrias	14	13	13	15	0,7	5,3
Subsector transportes	371	403	342	288	13,4	-22,4
Transporte viario	354	387	326	270	12,5	-23,9
Otros transportes	16	16	15	18	0,9	11,5
Subsector residencial	204	173	168	210	9,8	3,2
Otros subsectores	59	50	45	58	2,7	-0,7
Procesos Industriales	322	382	474	599	27,8	85,8
Industria química	27	31	43	49	2,3	84,8
Papel y celulosa	13	19	25	35	1,6	161,5
Producción de alimentos	112	176	223	331	15,4	195,4
Producción de bebidas	170	157	183	184	8,5	7,8
Uso de Solventes y de Otros Productos	350	435	473	595	27,7	70,2
Aplicación de tintas	227	300	331	439	20,4	93,2
Otros usos	122	135	142	156	7,3	27,7
<b>TOTAL</b>	<b>1.693</b>	<b>1.791</b>	<b>1.807</b>	<b>2.152</b>	<b>100</b>	<b>27,1</b>

## Emisiones de Efecto Estufa en CO<sub>2</sub>e

La opción de agregar las emisiones relacionadas en unidades de dióxido de carbono equivalente con el uso del Potencial de Calentamiento Global - GWP en un horizonte de tiempo de 100 años, no fue adoptada por Brasil en su Inventario Inicial. El GWP se basa en la relativa importancia de los gases de efecto invernadero, en relación al dióxido de carbono, en la producción de una cantidad de energía (por área unitaria), varios años después de un impulso de emisión. Esa variable no representa de forma adecuada la contribución relativa de los diferentes gases de efecto invernadero al cambio climático. Ya sea medida en términos del aumento en la temperatura media de la superficie terrestre, en relación al aumento del nivel del mar, o en cualquier estadística de elementos meteorológicos relacionados a los daños, el cambio del clima no es proporcional a la energía, con excepción de períodos de tiempo muy cortos. El uso del GWP, entonces, daría lugar a políticas de mitigación inadecuadas. Además, su uso enfatizaría en demasía y de forma equivocada la importancia de los gases de efecto invernadero de corto tiempo de permanencia en la atmósfera, especialmente del metano.

Esos hechos fueron inicialmente abordados en la "Propuesta Brasileña para el Protocolo de Kyoto", en 1997. Los aspectos científicos están en constante evolución. Ellos pueden, sin embargo, ser llevados en cuenta, considerando de forma convencional el conocimiento contenido en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (AR4), en base al hecho de que tal conocimiento fue adecuadamente revisado por la comunidad científica y por los gobiernos. Las estimativas, si es necesario, pueden ser revisadas cuando una nueva evaluación del IPCC sea disponibilizada. El AR4 ya examina métricas alternativas al GWP y el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5) deberá profundizar ese análisis. Entre las métricas presentadas en el AR4, está el *Global Temperature Potential - GTP*, descrito por SHINE *et al.* (2005), ZHANG *et al.* (2010) y ZHANG *et al.* (presentado para publicación). A pesar de una incertidumbre mayor en su cálculo, debido a la necesidad de utilizar la sensibilidad del sistema climático, el GTP es una métrica más adecuada para medir los efectos de los diferentes gases en el cambio climático, y su uso posibilitaría políticas de mitigación más apropiadas.

En este Inventario, se optó por continuar relatando las emisiones antrópicas por fuentes y absorciones por sumideros de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, apenas en unidades de masa de cada gas de efecto invernadero. Sin embargo, para que quede evidente la sobreestimación de la participación del metano debido al uso del GWP, se optó por presentar, apenas con un fin informativo, los resultados del Inventario utilizando diferentes métricas de conversión en CO<sub>2</sub> equivalente. Por lo tanto, a partir de ese contexto, la utilización del GWP-100 años y del GTP-100 años se justifica por dos razones principales:

1. A pesar de que la presentación de las emisiones de los diferentes gases en unidad de masa sea suficiente para garantizar la transparencia de la información, la práctica de presentar un número total único en CO<sub>2</sub>e es común, a pesar de ser engañosa;
2. La presentación de los resultados utilizando las dos métricas coloca de forma explícita la diferencia del resultado, y demuestra como la utilización del GWP-100 años viene direccionando erróneamente las prioridades de mitigación. Hay una sobrevalorización de la reducción de las emisiones de metano y de algunos gases industriales de corto tiempo de permanencia en la atmósfera, retirando el foco de la necesidad de una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> de origen fósil y del control de algunos gases industriales de largo tiempo de permanencia en la atmósfera.

**Cuadro 2.8 Factores GTP-100 y GWP-100**

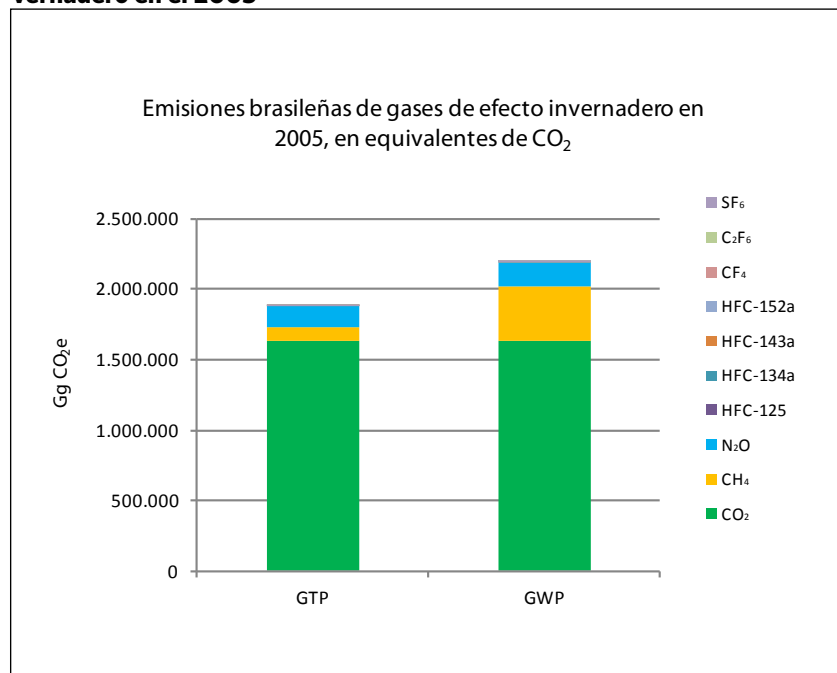
Gas	GTP-100 <sup>1</sup>	GWP-100 <sup>2</sup>
CO <sub>2</sub>	1	1
CH <sub>4</sub>	5	21
N <sub>2</sub> O	270	310
HFC-125	1.113	2.800
HFC-134 <sup>a</sup>	55	1.300
HFC-143 <sup>a</sup>	4.288	3.800
HFC-152a	0,1	140
CF <sub>4</sub>	10.052	6.500
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	22.468	9.200
SF <sub>6</sub>	40.935	23.900

Fuentes:

<sup>1</sup> GTP-100 de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O - SHINE *et al.* (2005); de HFCs - ZHANG *et al.* (2010) y de PFCs y SF<sub>6</sub> -ZHANG *et al.* (presentado para publicación);

<sup>2</sup> GWP-100 - Según Decisión 2/CP.3.

**Figura 2.10 Diferencias entre dos métricas posibles para el cálculo de la equivalencia en CO<sub>2</sub>e para las emisiones brasileñas de gases de efecto invernadero en el 2005**

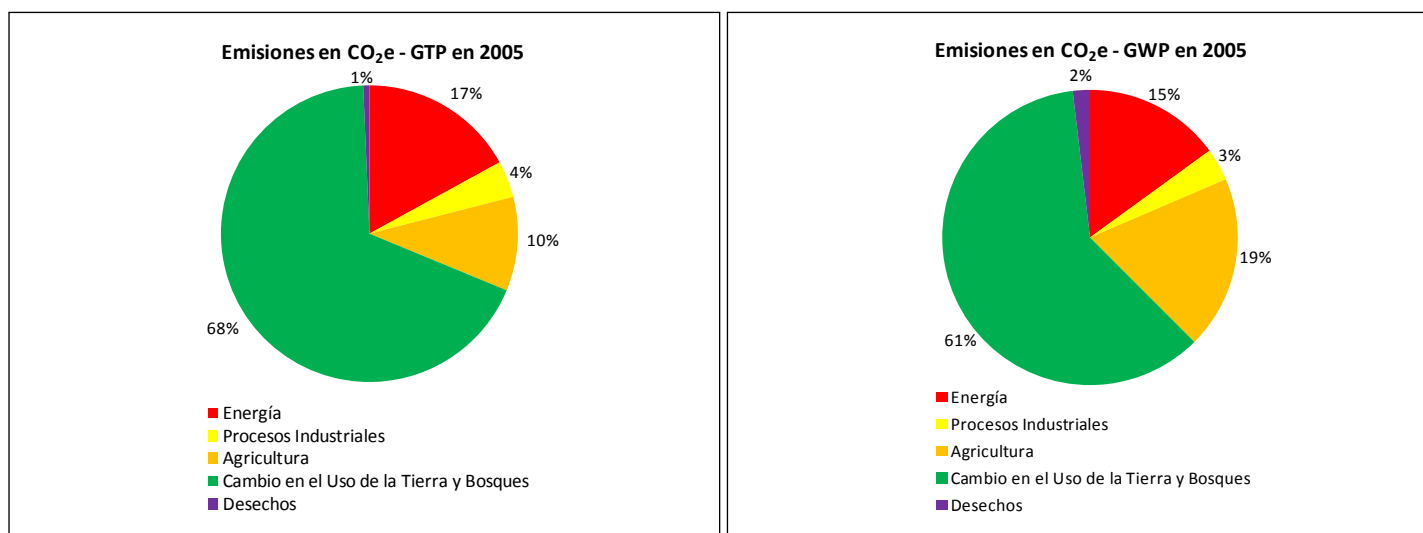




**Cuadro 2.9 Emisiones antrópicas por fuentes y absorciones por sumideros de gases de efecto invernadero en CO<sub>2</sub>e convertidas por medio de las métricas GTP y GWP - en el año 2005 y por sector**

Sector	GTP		GWP	
	2005	Participación 2005	2005	Participación 2005
	Gg CO <sub>2</sub> e	%	Gg CO <sub>2</sub> e	%
Energía	319.667	17,0	328.808	15,0
Procesos Industriales	74.854	4,0	77.939	3,6
Agricultura	192.411	10,2	415.754	18,9
Cambio en el Uso de la Tierra y Bosque	1.279.501	68,1	1.329.053	60,6
Desechos	12.596	0,7	41.048	1,9
<b>TOTAL</b>	<b>1.879.029</b>	<b>100</b>	<b>2.192.601</b>	<b>100</b>

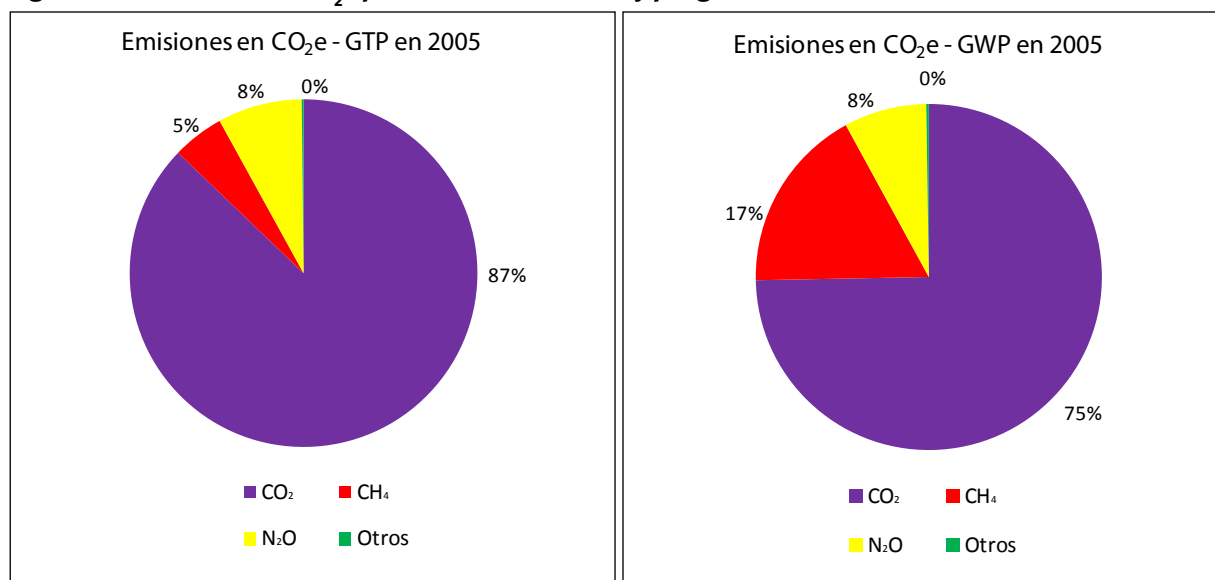
**Figura 2.11 Emisiones en CO<sub>2</sub>e por diferentes métricas y por sector en el 2005**



**Cuadro 2.10 Emisiones antrópicas por fuentes y absorciones por sumideros de gases de efecto invernadero en CO<sub>2</sub>e convertidas por medio de las métricas GTP y GWP, en el año 2005 y por gas**

Gas	GTP		GWP	
	2005	Participación 2005	2005	Participación 2005
	Gg CO <sub>2</sub> e	%	Gg CO <sub>2</sub> e	%
CO <sub>2</sub>	1.637.905	87,2	1.637.905	74,7
CH <sub>4</sub>	90.534	4,8	380.241	17,3
N <sub>2</sub> O	147.419	7,8	169.259	7,7
HFC-125	139	0,0	350	0,0
HFC-134a	126	0,0	2.966	0,1
HFC-143a	398	0,0	353	0,0
HFC-152a	0,0175	0,0	24	0,0
CF <sub>4</sub>	1.245	0,1	805	0,0
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	233	0,0	95	0,0
SF <sub>6</sub>	1.031	0,1	602	0,0
Total	1.879.029	100	2.192.601	100

**Figura 2.12 Emisiones en CO<sub>2</sub>e por diferentes métricas y por gas en el 2005**









# Capítulo 3

Emisiones Antrópicas por Fuentes y Absorciones por Sumideros de Gases de Efecto Invernadero por Sector

- Energía
- Procesos Industriales
- Uso de Solventes y otros Productos
- Agricultura
- Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura
- Desechos



Caio Coronei - Itaipu Binacional



# Energía

## 3 Emisiones Antrópicas por Fuentes y Absorciones por Sumideros de Gases de Efecto Invernadero por Sector

### 3.1 Energía

#### 3.1.1 Características de la matriz energética brasileña

La matriz energética brasileña se caracteriza por la gran participación de las fuentes renovables, lo que se debe, en parte, a su estado actual de desarrollo y a la carencia, hasta la década de 1970, de recursos energéticos fósiles. La fuerte dependencia del petróleo importado colocó al país en una posición de vulnerabilidad debido a las crisis del petróleo. Ese hecho, aliado a la disponibilidad de tierras, posibilitó el uso comercial de la biomasa, principalmente del alcohol en el transporte viario y del carbón vegetal en la siderurgia, colocando a Brasil en una posición de destaque en la búsqueda de alternativas a las fuentes de combustibles fósiles.

Para comprender la política brasileña en relación a las energías fósiles, el comportamiento de la demanda de combustibles y las emisiones de gases de efecto invernadero, es preciso considerar la variación de los precios del petróleo, en términos reales y a lo largo de los años. Las dos primeras crisis del petróleo ocurrieron en 1973 y en 1979, causando, especialmente la segunda, graves impactos en la economía brasileña, que en esa época era fuertemente dependiente de la exportación de *commodities* en general y de la importación de petróleo. En la primera mitad de la década del 2000, hubo una tercera crisis, caracterizada por un cambio estructural de los precios. Las crisis de 1979 y de inicio del 2000 tuvieron el efecto de reducir la demanda de petróleo

y aumentar la demanda de biomasa. En la tercera crisis, la reducción en la demanda de petróleo fue intensificada por la entrada del gas natural de Bolivia en el mercado.

La segunda crisis de petróleo marca el inicio de un período de recesión. En la década de 1990 hubo un bajo crecimiento de la economía, habiendo, inclusive, una disminución del PBI por habitante en los dos primeros años. A partir del 2004, el crecimiento del PBI per capita pasó a ser superior al crecimiento de la población. Entre el año 1990 y el 2005, se registró un crecimiento del PBI/hab de 1,1% al año.

La ausencia de reservas considerables de energía fósil en Brasil puede ser comprendida a partir del Cuadro 3.1, donde la oferta interna bruta<sup>45</sup>, tomada como aproximación de la demanda, es presentada. La importación líquida<sup>46</sup> de energía fósil dividida por la demanda es una medida de la dependencia externa, y muestra que Brasil pasó de una dependencia de cerca del 70% a menos del 20% en tres décadas (de 1970 al 2005).

En el año 2005, las fuentes primarias de origen fósil representaron un 55% de la oferta interna bruta de energía. De esas fuentes, el petróleo y sus derivados fueron responsables por la mayor contribución, seguidos por el gas natural, cuya participación aumentó del 3,1%, en 1990, al 9,6% en el 2005. El carbón metalúrgico es casi todo importado y tiene su mayor parte destinada al sector siderúrgico. El carbón vapor brasileño posee un bajo poder calorífico y un alto tenor de cenizas, lo que limita, por cuestiones económicas, su utilización en las áreas próximas a los lugares de extracción. Es utilizado predominantemente en la generación termoeléctrica.

45 La oferta interna bruta es tomada como una aproximación de la demanda y equivale a la producción de combustibles fósiles, sumada a la importación y sustraída de las variaciones de stock, exportaciones, energía no aprovechada y reinyección. La oferta interna bruta es un buen indicador para evaluar la demanda energética a nivel de los combustibles primarios, ya que los stocks particulares son pequeños frente a la demanda total.

46 Importación menos exportación de combustibles fósiles.

**Cuadro 3.1 Oferta interna bruta de energía, por fuente**

Fuente	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	(10 <sup>3</sup> tep <sup>a</sup> )				%	
Energía - origen fósil	71.640	83.123	110.556	117.476	55	64
Petróleo y derivados	57.749	66.692	86.743	83.229	38,9	44,1
Gas natural	4.337	5.128	10.256	20.526	9,6	373,3
Carbón mineral y derivados	9.555	11.304	13.557	13.721	6,4	43,6
Energía - origen no fósil	68.019	71.539	76.234	96.265	45	41,5
Uranio - U <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	598	43	1.806	2.549	1,2	326,4
Hidráulica <sup>b</sup>	17.770	20.864	26.168	29.021	13,6	63,3
Leña	28.537	24.858	23.058	28.420	13,3	-0,4
Productos da caña de azúcar	18.988	22.773	20.761	29.907	14	57,5
Carbón vegetal	-	-3	2	49	0	-
Otras primarias	2.126	3.004	4.439	6.320	3	197,2
<b>Oferta Interna Bruta</b>	<b>139.659</b>	<b>154.662</b>	<b>186.789</b>	<b>213.742</b>	<b>100</b>	<b>53</b>

<sup>a</sup> tep (1 tonelada equivalente de petróleo)  $\cong 41,868 \times 10^3 \text{TJ}$  (en base al poder calorífico inferior medio del petróleo consumido en Brasil)<sup>47</sup>.

<sup>b</sup> Factor de conversión de energía hidráulica y electricidad para tep: 1 MWh = 0,086 tep<sup>48</sup>.

Fuente: BRASIL, 2008.

47 Las ediciones del BEN hasta el año 2001 consideraban el poder calorífico superior (PCS). Las ediciones más recientes son presentadas en base al poder calorífico inferior (PCI), corrigiendo toda la serie histórica, evitando la necesidad de conversión del "tep antiguo" (equivalente a 10.800 Mcal) al "tep nuevo" (10.000 Mcal). Se adopta en los cálculos el poder calorífico inferior (PCI) de cada combustible, conservando el tratamiento de la electricidad por el equivalente mecánico del tep en la generación termoeléctrica a aceite combustible, o sea o, por el contenido calórico de la masa de aceite consumido en la generación de 1 unidad de energía eléctrica (MWh). La conversión de los datos extraídos del BEN en unidades naturales para tep, fue hecha mediante la aplicación de factores de conversión disponibilizados por la Empresa de Investigación Energética (EPE, de su sigla en portugués), que varían para algunos combustibles en el período de 1990 al 2005, y consecuentemente generan una pequeña distorsión entre los datos utilizados en este Inventario y aquellos presentados en el BEN.

48 Para la conversión de energía hidráulica y electricidad en toneladas equivalentes de petróleo, el BEN-2008 adopta el principio de "equivalencia en el consumo" basado en la primera ley de la termodinámica (1 MWh = 0,086 tep), como es hecho en la mayoría de los países. En la Comunicación Nacional Inicial fue adoptado el principio de "equivalencia en la producción", que establece la cantidad de petróleo necesaria para generar 1 MWh en una usina termoeléctrica (1 MWh = 0,29 tep). De esa forma, se sobreestimaba la oferta interna bruta de energía hidráulica, electricidad y energía nuclear, así como el consumo final de electricidad, en relación al criterio adoptado internacionalmente, generando distorsiones en las comparaciones con otros países.



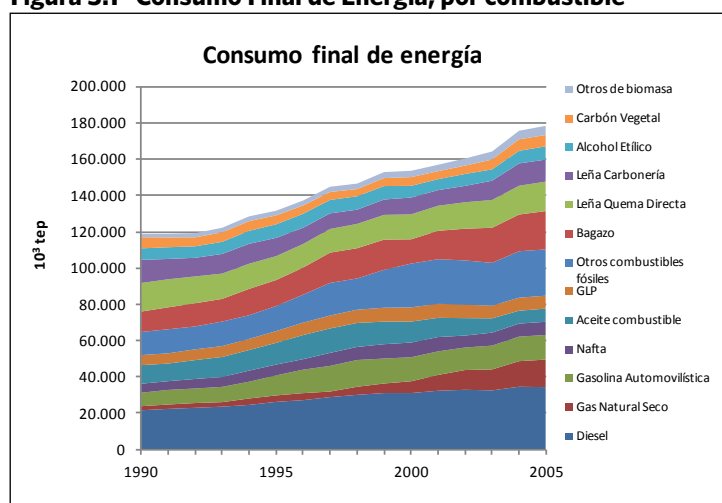
En el período de 1990 al 2005, la hidroelectricidad fue responsable por cerca del 90% de la energía eléctrica generada en el país. El etanol producido a partir de la caña de azúcar también tuvo una participación importante, como resultado del Programa Nacional del Alcohol - Proalcool, política gubernamental para incrementar la producción de alcohol hidratado para uso automovilístico y la adición de alcohol anhidro a la gasolina. Otro ejemplo de la participación de las fuentes renovables en la generación de energía es el bagazo, producido de la caña de azúcar, y que es utilizado principalmente en calderas en el sector industrial.

La evolución del consumo final de energía para fines energéticos puede ser observada en el Cuadro 3.2. En el período de 1990 al 2005, se observa una retracción del uso de carbón vapor, aceite combustible, alquitrán y gasolina de aviación, apenas para citar los casos más relevantes, acompañada por un aumento más importante de uso del coque de petróleo, de gas natural, solventes, gasolina, otras fuentes primarias fósiles y lixivia. El consumo de gas canalizado concluyó en el 2002, y el de querosén iluminante, cuyo consumo ya no era representativo en 1990, presentó una reducción del 82%. La Figura 3.1 exhibe el comportamiento del consumo final de energía, discriminado por combustible, correspondiente al período de 1990 al 2005.

**Cuadro 3.2 Consumo final de energía, por fuente**

Fuente	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	(10 <sup>3</sup> tep)					
Gasolina automovilística	7.436	9.235	13.261	13.595	7,6	82,8
Gasolina de aviación	49	52	58	43	0,0	-12,7
Querosén de aviación	1.133	1.218	1.722	1.771	1,0	56,3
Querosén iluminante	272	154	118	48	0,0	-82,3
Diesel	21.515	24.470	31.009	34.277	19,2	59,3
Aceite combustible	10.266	11.359	11.573	7.270	4,1	-29,2
GLP	5.525	6.124	7.844	7.121	4,0	28,9
Nafta	4.958	6.140	8.102	7.277	4,1	46,8
Asfalto	1.234	1.278	1.727	1.461	0,8	18,4
Lubricantes	697	639	822	856	0,5	22,7
Solventes	223	355	424	1.005	0,6	351,4
Otros productos no energéticos de petróleo	1.079	880	1.478	1.179	0,7	9,2
Coque de petróleo	391	542	3.317	3.821	2,1	877,3
Carbón vapor	1.945	1.939	2.643	1.183	0,7	-39,2
Carbón metalúrgico	0	258	2.482	3.169	1,8	-
Alquitrán	252	294	242	210	0,1	-16,8
Coque de carbón mineral	196	266	441	353	0,2	80,3
Gas natural húmedo	801	60	1.291	2.016	1,1	151,6
Gas natural seco	2.245	3.552	6.502	15.205	8,5	577,2
Gas de refinera	1.819	2.343	3.015	3.905	2,2	114,7
Otros energéticos de petróleo	960	1.194	2.196	2.149	1,2	123,9
Gas canalizado	280	141	85	0	0,0	-100,0
Gas de coquería	1.078	1.133	1.127	1.122	0,6	4,1
Leña quema directa	15.757	13.893	13.774	16.247	9,1	3,1
Leña carbón vegetal	12.780	10.965	9.284	12.173	6,8	-4,8
Carbón vegetal	6.137	5.333	4.814	6.248	3,5	1,8
Bagazo	11.266	14.546	13.381	21.147	11,8	87,7
Residuos vegetales	426	462	593	819	0,5	92,0
Otras fuentes primarias fósiles	347	321	955	1.249	0,7	260,3
Lixivia	1.313	2.183	2.891	4.252	2,4	223,7
Alcohol etílico	6.346	7.182	6.457	7.321	4,1	15,4
Total	118.727	128.508	153.629	178.491	100	50,3

Fuente: BRASIL, 2008.

**Figura 3.1 Consumo Final de Energía, por combustible**

Sectorialmente, fue verificado un crecimiento superior al promedio en el consumo energético de las centrales termoeléctricas y de los subsectores industrial y de transporte, este último impulsado por los modales viario y aéreo. Aunque no se note un cambio importante en el perfil de consumo de los combustibles en el subsector industrial, algunas alteraciones se verifican en los subsectores que lo componen. Ese es el caso del subsector de cemento, en el cual se observa un aumento del consumo energético total de 23% en el período de 1990 al 2005, marcado por la fuerte reduc-

ción del consumo de aceite combustible (cuya participación en el total cayó del 49% en 1990 al 0,9% en el 2005), en gran parte compensado por el aumento del consumo de coque de petróleo (participación del 0,2% en el consumo total de 1990 y de 76% en el 2005).

El subsector industrial aumentó su participación en el consumo energético total del 24% al 29,0% entre 1990 y el 2005. El subsector de transportes aumentó su participación en el consumo energético total de un 27% a un 29% en el período inventariado. El aumento del consumo de gas natural gana destaque en el modal viario, aunque su participación en el consumo total de combustibles aún fuese modesta en el 2005.

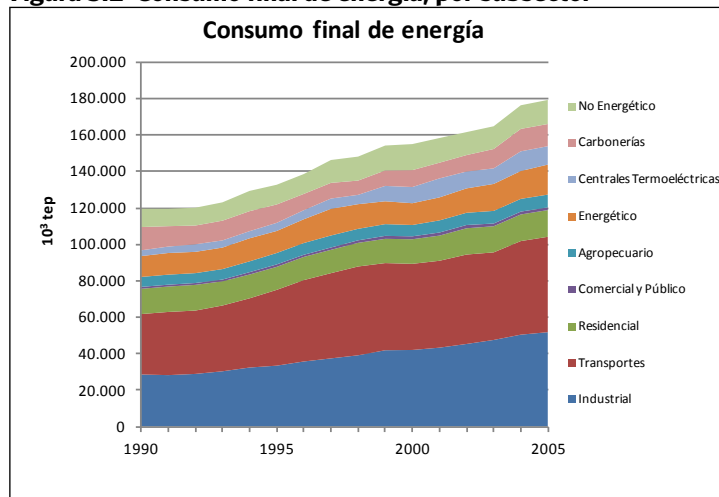
El crecimiento del consumo de las centrales termoeléctricas es el que más se destaca, siendo el gas natural el combustible más consumido por el sector en el 2005 (con un 35% de participación en el total), seguido por el diesel (con el 19% de participación). Aún así, la participación de las centrales termoeléctricas en el consumo total en el 2005 fue de apenas el 5,7% al final del período inventariado. Las fuentes energéticas de origen renovable mantienen, a lo largo de todo el período, una participación próxima a 40% del total, pero con una tendencia de reducción a largo plazo. El Cuadro 3.3 presenta el consumo final energético para los años 1990, 1994, 2000 y 2005, por subsector.

**Cuadro 3.3 Consumo final de energía, por subsector**

Subsector	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	(10³ tep)				%	
Industrial	28.557	32.367	42.013	51.781	29,0	81,3
Transportes	32.375	37.163	45.876	51.574	28,9	59,3
Residencial	13.864	13.069	13.501	14.672	8,2	5,8
Comercial y público	1.061	1.306	1.616	1.488	0,8	40,2
Agropecuario	5.454	5.931	6.217	7.009	3,9	28,5
Energético	11.454	12.652	11.942	16.479	9,2	43,9
Centrales termoeléctricas	3.167	3.914	8.884	10.092	5,7	218,7
Carbonerías	12.780	10.965	9.284	12.173	6,8	-4,8
No energético	10.014	11.139	14.297	13.222	7,4	32,0
<b>Total</b>	<b>118.727</b>	<b>128.508</b>	<b>153.629</b>	<b>178.491</b>	<b>100</b>	<b>50,3</b>

La evolución del consumo final de energía, por subsector, puede ser visualizada en la Figura 3.2, para el período de 1990 al 2005.

**Figura 3.2 Consumo final de energía, por subsector**



En la sección a seguir son estimadas las emisiones de gases de efecto invernadero debido a la producción, transformación, transporte y consumo de energía, divididas en dos subsecciones: emisiones por quema de combustibles y emisiones fugitivas.

### 3.1.2 Emisiones por Quema de Combustibles

El proceso de combustión genera esencialmente  $\text{CO}_2$  por la oxidación del carbono contenido en los combustibles, liberando energía. Esa quema es, sin embargo, imperfecta, y como consecuencia, también son producidos  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$  y  $\text{COVDM}$ . Como efecto secundario, hay también una generación de  $\text{N}_2\text{O}$  y  $\text{NO}_x$ .

#### 3.1.2.1 Emisiones de $\text{CO}_2$ por quema de combustibles

Las emisiones de  $\text{CO}_2$  de Brasil, originadas por la quema de combustibles, fueron estimadas utilizando las dos metodologías del IPCC (IPCC, 1997): el abordaje de referencia o *Top-down*, en el cual las emisiones de  $\text{CO}_2$  son calculadas a partir de la oferta de combustible; y el abordaje sectorial, o *Bottom-up*, en el cual las emisiones de  $\text{CO}_2$  son calculadas a partir del consumo final energético de cada sector. Apenas las emisiones de  $\text{CO}_2$  correspondientes a los combustibles fósiles son consideradas en este capítulo y contabilizadas en el total nacional. Las emisiones resultantes de la quema de biomasa como combustible son consideradas nulas por el IPCC, ya que derivan del proceso de fotosíntesis, siendo aquí presentadas apenas como mera información, como puede ser observado en el Cuadro 3.4.

Las estimativas de emisión se basan en los datos de producción y consumo por fuente energética, obtenidos del Balance Energético Nacional (BRASIL, 2008), que anteriormente era publicado por el Ministerio de Minas y Energía – MME, y en años recientes pasó a ser publicado por la EPE, empresa subordinada al MME.

Específicamente para el abordaje sectorial fueron utilizadas las tres ediciones del Balance de Energía Útil – BEU, disponibles en Brasil, cuyo intervalo es de 10 años (1983, 1993 y 2003), buscando la desagregación del consumo de combustibles entre las destinaciones finales. El BEU provee el cuadro de la destinación de cada energético, en energía final, por tipo de uso para los diversos sectores, así como las respectivas eficiencias. Entre las destinaciones disponibles, son relevantes para las emisiones las relativas a calor de proceso, calentamiento directo y fuerza motriz, que indican la tecnología empleada (caldera o calentador, horno o secadores y motor o turbina, respectivamente). Una aplicación residual de combustibles para iluminación también es considerada.

Para los factores de emisión de gases no  $\text{CO}_2$ , fue introducido un conjunto de criterios de agregación por tecnología (motores, calderas, secadores, hornos, etc.), con el objetivo de identificar factores más apropiados para cada tipo de equipamiento y combustible, combinando factores específicos y *default*, y considerando características semejantes de los combustibles y equipamientos (estado físico, origen fósil o renovable, tenor de carbono, etc.). Para los factores de emisión adoptados, las principales fuentes de datos son el *Guidelines 1996* y el *Guidebook* del CORINAIR. Se buscó establecer el nivel de detalle que se puede alcanzar en la asociación de los combustibles con los equipamientos de uso más frecuente en Brasil.

#### Top-down

La metodología *Top-down* permite estimar las emisiones de  $\text{CO}_2$  considerando apenas la oferta de energía en el país, sin el detalle sobre como esa energía es consumida. Las emisiones son estimadas a partir de un balance incluyendo la producción doméstica de combustibles primarios, las importaciones líquidas de combustibles primarios y secundarios y la variación interna de los stocks de esos combustibles. La metodología determina que, una vez introducido en la economía nacional, en un determinado año, el carbono contenido en un combustible, o es liberado a la atmósfera o es retenido de alguna forma, ya sea por medio del aumento del stock del combustible, de la incorporación a productos no energéticos, o por medio de su retención parcial en los residuos de la combustión. Se considera que una pequeña

fracción (de aproximadamente el 1%) de los combustibles no es oxidada y acaba incorporándose a las cenizas o a otros subproductos. En el caso del uso no energético de los combustibles, se considera también que una fracción es retenida en el horizonte de tiempo considerado (de aproximadamente un siglo). La ventaja del método *Top-down* sobre otros métodos es, por lo tanto, no depender de informaciones detalladas sobre la utilización del combustible por el usuario final, o sobre las transformaciones intermediarias de los combustibles, para el cálculo de CO<sub>2</sub>.

En el abordaje *Top-down* las fuentes de energía son separadas por estado físico del producto primario, correspondiendo fundamentalmente a petróleo, sus derivados y líquidos de gas natural (líquidos), carbón y sus derivados (sólidos) y gas natural seco (gaseosos). En el Cuadro 3.4, son presentados los resultados de las emisiones de CO<sub>2</sub> estimadas por el método *Top-down* para los años 1990, 1994, 2000 y 2005.

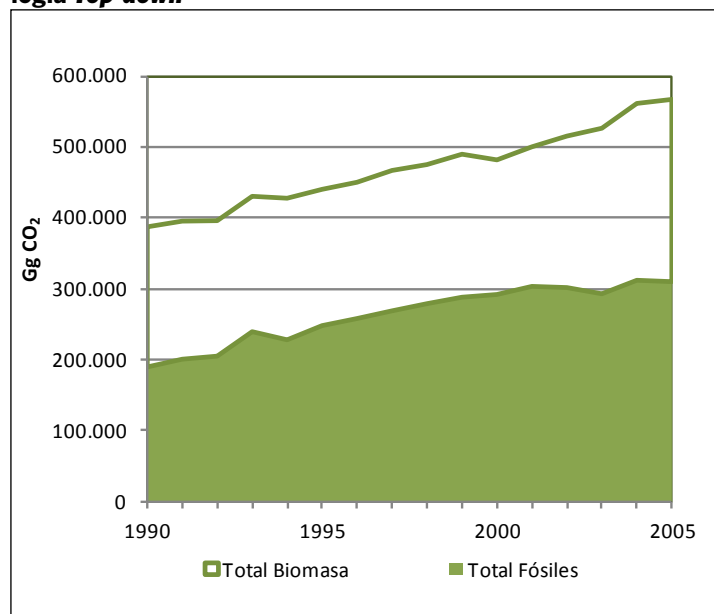
**Cuadro 3.4 Emisiones de CO<sub>2</sub> (Top-down)**

Fuente	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	Gg					
Petróleo y deriv.	151.565	175.859	228.660	221.254	71,4	46,0
Carbón y deriv.	27.725	39.886	37.774	38.407	12,4	38,5
Gas natural	9.317	11.598	23.992	48.245	15,6	395,8
Otras fuentes primarias fósiles*	614	570	1.426	2.071	0,7	237,4
<b>Total fósiles</b>	<b>189.635</b>	<b>227.913</b>	<b>291.851</b>	<b>309.978</b>	<b>100</b>	<b>63,5</b>
Biomasa líquida	24.467	28.697	28.273	35.989	14,0	47,1
Biomasa sólida	173.199	171.047	161.600	221.100	86,0	27,7
Biomasa gaseosa	-	-	-	-	0,0	NA
<b>Total biomasa**</b>	<b>197.666</b>	<b>199.744</b>	<b>189.873</b>	<b>257.089</b>	<b>100</b>	<b>30,1</b>

\*Comprende fuentes primarias con diferentes estados físicos.

\*\*Las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del uso de la biomasa como combustible son presentadas apenas para información y no deben ser contabilizadas en este Inventario.

**Figura 3.3 Emisiones de CO<sub>2</sub> calculadas de acuerdo a la metodología Top-down**



Las emisiones totales de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema de combustibles fósiles evolucionaron de 189,6 Mt CO<sub>2</sub>, en 1990, a 310,0 Mt CO<sub>2</sub>, en el 2005, lo que representa un aumento del 63,5%, o sea, un aumento medio anual del 3,3%, manteniéndose la tendencia de aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> en relación al Inventario Inicial.

Las emisiones de los derivados de petróleo se destacaron con un 71,4% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> del sector de Energía en el 2005. El consumo de petróleo fue importante en el 2005, pero perdió fuerza, abriendo espacio para una mayor inserción de los demás combustibles. El segundo lugar es ocupado por las emisiones del carbón y de sus derivados, cuya participación fue del 12,4% en las emisiones totales del 2005, y que tienen como origen principal el carbón metalúrgico importado y el carbón vapor nacional.

Las emisiones originadas del gas natural son las que más se destacan en términos de crecimiento a lo largo del período, ampliando su contribución a las emisiones totales, pasando de un 5,1% en 1990 al 15,6% en el 2005, en substitución al uso de derivados de petróleo.

### Bottom-up

El abordaje sectorial, o *Bottom-up*, permite identificar dónde y cómo ocurren las emisiones, favoreciendo el establecimiento de medidas de mitigación. Ese abordaje posibilita el conocimiento de las emisiones de otros gases de efecto invernadero cuyo comportamiento también es importante.

El cálculo de las emisiones por el abordaje *Bottom-up* considera las varias destinaciones. Además del CO<sub>2</sub>, son estimadas las emisiones de los llamados gases no CO<sub>2</sub>: CO, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub> y COVDM.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> son dependientes del contenido de carbono de los combustibles, pudiendo ser estimadas en un nivel de agregación elevado y con una razonable precisión, según es propuesto en la metodología *Top-down*. Para los gases no CO<sub>2</sub>, sin embargo, es preciso trabajar con informaciones complementares sobre su uso final, la tecnología de los equipamientos, las condiciones de utilización, etc., y debe ser hecha, por eso, en un nivel más desagregado. Igualmente, en la metodología del IPCC (IPCC, 1997) se recomienda que las emisiones de CO<sub>2</sub> también sean estimadas a partir de un nivel más desagregado de informaciones, lo que posibilita una comparación entre los dos abordajes, cuestión que será abordada más adelante. Así, las emisiones de CO<sub>2</sub> de la quema de combustibles fueron estimadas para los varios sectores de la economía.

La determinación del consumo final de los combustibles por sector exigió la adecuación de la base de datos disponible. Fue necesario un ajuste tanto de los combustibles como de los sectores de actividad. En lo referente a las emisiones, las peculiaridades de cada país están vinculadas a la diferencia de los combustibles utilizados y/o a las características de los equipamientos de uso y transformación. Considerando que, en la quema de combustibles, los factores de emisión para los gases no CO<sub>2</sub> dependen de la tecnología utilizada, se buscó establecer coeficientes adecuados para Brasil, a través de la identificación de los equipamientos utilizados por los diversos sectores.

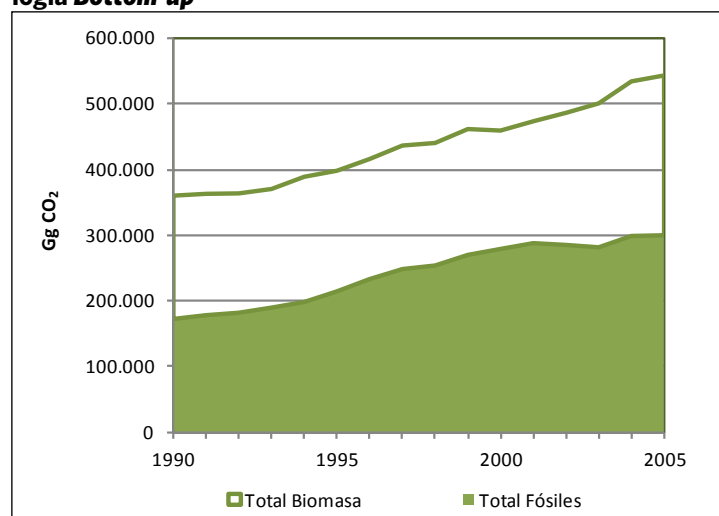
El Cuadro 3.5 y el Cuadro 3.6 presentan, respectivamente, las emisiones por combustible y por subsector de actividad para los años 1990, 1994, 2000 y 2005. Las emisiones de CO<sub>2</sub> en el 2005 fueron estimadas en 300 Mt. Esas emisiones crecieron un 74% en el período del Inventario, mientras que el crecimiento del consumo de energía fue del 50%. Eso permite concluir que hubo un aumento de la intensidad de carbono del sistema energético del país.

**Cuadro 3.5 Emisiones de CO<sub>2</sub> por combustible**

Fuente	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	Gg				%	
Gasolina automovilística	21.361	26.526	38.092	39.052	13,0	82,8
Gasolina de aviación	145	154	173	127	0,0	-12,7
Querosén de aviación	3.358	3.609	5.104	5.248	1,7	56,3
Querosén iluminante	568	365	166	74	0,0	-87,0
Diesel	66.053	75.123	95.199	105.231	35,1	59,3
Aceite combustible	32.921	36.425	37.113	23.315	7,8	-29,2
GLP	14.443	16.007	20.504	18.616	6,2	28,9
Nafta	3.768	4.665	6.157	5.530	1,8	46,8
Lubricantes	1.059	972	1.249	1.300	0,4	22,7
Coque de petróleo	1.634	2.266	13.865	15.968	5,3	877,3
Carbón vapor	7.549	7.526	10.261	4.592	1,5	-39,2
Carbón metalúrgico	0	1.003	9.635	12.302	4,1	NA
Alquitrán	667	929	531	352	0,1	-47,3
Coque de carbón mineral	869	1.182	1.959	1.567	0,5	80,3
Gas natural húmedo	1.825	139	3.018	4.711	1,6	158,2
Gas natural seco	5.176	8.479	16.448	39.299	13,1	659,2
Gas de refinería	4.350	5.879	7.862	10.371	3,5	138,4
Otros energéticos de petróleo	2.918	3.629	6.674	6.534	2,2	123,9
Gas canalizado	749	363	199	0	0,0	-100,0
Gas de coquería	1.916	2.014	2.004	1.994	0,7	4,1
Otras fuente primarias fósiles*	1.043	967	2.874	3.759	1,3	260,3
<b>Total</b>	<b>172.371</b>	<b>198.222</b>	<b>279.088</b>	<b>299.941</b>	<b>100</b>	<b>74,0</b>
Leña quema directa	67.810	59.789	59.275	69.919	28,7	3,1
Leña carbón vegetal	25.728	22.074	18.691	24.506	10,1	-4,8
Carbón vegetal	26.868	23.346	21.076	27.353	11,2	1,8
Bagazo	44.917	57.993	53.347	84.308	34,6	87,7
Residuos vegetales	1.917	2.077	2.667	3.682	1,5	92,0
Lixivia	3.992	6.636	8.786	12.924	5,3	223,7
Alcohol etílico	16.729	18.982	16.630	20.915	8,6	25,0
<b>Biomasa total**</b>	<b>187.962</b>	<b>190.896</b>	<b>180.471</b>	<b>243.606</b>	<b>100</b>	<b>29,6</b>

\*Comprende fuentes primarias con diferentes estados físicos.

\*\*Las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del uso de la biomasa como combustible son presentadas apenas para información y no deben ser contabilizadas en este Inventario.

**Figura 3.4 Emisiones de CO<sub>2</sub> calculadas de acuerdo a la metodología Bottom-up**


El diesel aparece como el combustible responsable por la mayor parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> (35%) y de consumo (19%) de combustibles fósiles en el 2005. El segundo combustible que más contribuyó a las emisiones de CO<sub>2</sub> fue el gas natural seco, que con una elevada tasa de crecimiento, amplía su participación en esas emisiones, pasando de un 3,0% en 1990 al 13% en el 2005, superando la contribución de la gasolina automovilística (13%) y del aceite combustible (7,8%). El aceite combustible, contrariamente, tuvo sus emisiones de CO<sub>2</sub> reducidas en aproximadamente un 30% en el período analizado, acompañando una reducción del consumo, también del 30%. Siguen en orden decreciente de participación, en el 2005, el GLP (6,2%) y el coque de petróleo (5,3%). Algunos de esos combustibles presentaron un significativo crecimiento en el período, como el coque de petróleo (877%) y el gas natural seco (659%), por ejemplo. El Cuadro 3.6 muestra las emisiones de CO<sub>2</sub> por subsector para los combustibles fósiles.

**Cuadro 3.6 Emisiones de CO<sub>2</sub> de los combustibles fósiles por subsector**

Subsector	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	Gg				%	
Subsector energético	22.668	25.443	43.595	48.601	16,2	74
Ctrales. eléctricas serv. público	5.979	7.215	18.581	17.365	5,8	190,5
Ctrales eléct. autoproductoras	3.273	3.785	7.468	8.621	2,9	163,4
Consumo sector energético	13.417	14.443	17.546	22.616	7,5	68,6
Residencial	13.818	15.220	17.044	15.484	5,2	12,1
Comercial	2.075	1.579	2.218	1.954	0,7	-5,9
Público	509	1.972	2.104	1.739	0,6	241,6
Agropecuario	10.052	12.527	14.051	14.809	4,9	47,3
Transportes	79.914	91.820	120.130	133.431	44,5	67,0
Aéreo	3.503	3.763	5.278	5.374	1,8	53,4
Ferroviario	1.625	1.262	1.238	1.730	0,6	6,5
Viario	71.339	83.236	110.684	122.765	40,9	72,1
Marítimo	3.448	3.560	2.931	3.561	1,2	3,3
Industrial	36.835	42.217	71.115	75.620	25,2	105,3
Cemento	5.621	4.944	10.441	8.641	2,9	53,7
Arrabio y acero	3.685	5.116	12.515	15.322	5,1	315,8
Hierro de alta liga	177	285	574	1.146	0,4	548,5
Minería y peletización	2.425	3.244	5.655	7.255	2,4	199,1
No ferrosos	3.149	3.939	6.488	8.224	2,7	161,2
Química	8.681	9.230	14.649	15.446	5,1	77,9
Alimentos y bebidas	3.268	3.684	4.496	3.873	1,3	18,5
Textil	1.619	1.364	1.307	1.246	0,4	-23,0
Papel y celulosa	2.467	2.979	4.349	3.951	1,3	60,1
Cerámica	1.706	2.550	3.430	4.022	1,3	135,7
Otros	4.037	4.884	7.212	6.495	2,2	60,9
Consumo no energético	6.499	7.444	8.832	8.303	2,8	27,8
<b>Total</b>	<b>172.371</b>	<b>198.222</b>	<b>279.088</b>	<b>299.941</b>	<b>100</b>	<b>74,0</b>

El subsector que más contribuyó a las emisiones en el 2005 fue el de transportes, responsable por un 44% de las emisiones de CO<sub>2</sub>. El modal viario, cuyo consumo creció un 72% en el período señalado, respondió, él solo, por el 41% de las emisiones totales en ese año y por el 92% de las emisiones de transportes, aumentando ligeramente su participación en las emisiones de ese subsector entre 1990 y el 2005.

El subsector industrial contribuyó con el 25% de las emisiones del sector de Energía, con destaque para el arrabio, el acero y la química, cada uno responsable por el 5,1%. El aumento del consumo energético total de ese subsector registró un 81% en el período analizado. En el Inventario Inicial, las emisiones de la siderurgia fueron contabilizadas en el sector de Energía debido a la falta de informaciones que permitiesen asignar correctamente el consumo de determinados combustibles en el sector Industria. En este segundo Inventario, sin embargo, ya fue posible estimar de forma adecuada las emisiones de la siderurgia provenientes del consumo de carbón mineral, coque de carbón mineral, gas natural y gas de coquería, contabilizándolas en el sector Industria, según las directrices del *Guidelines 1996*. El nuevo cálculo fue efectuado para el período completo de 1990 al 2005, para mantener consistente la serie temporal.

El subsector industrial de hierros de alta liga presentó el mayor crecimiento en el período señalado, en términos de emisiones de CO<sub>2</sub>, aunque represente apenas el 1,5% de las emisiones totales en el 2005. El consumo de carbón vegetal es predominante para este subsector en el período inventariado, pero tuvo su participación reducida en el total, pasando del 88% en 1990 al 60% en el 2005, debido a la entrada de otros combustibles en la matriz de consumo del subsector, entre los cuales se destacan la leña para la quema directa, el coque de petróleo y el aceite combustible. De una forma general, se observa un aumento del consumo de combustibles en la industria, con algunas excepciones (querosén iluminante, aceite combustible, carbón vapor, alquitrán y gas de refinería), registrándose un crecimiento de las en un 105%, acompañando la tasa de crecimiento del consumo energético de 81% en el período.

De los subsectores de menor contribución en el total de las emisiones, el público fue el que presentó una tasa de creci-

miento más elevada de emisiones en el período, con un 242%. El consumo total del sector aumentó aproximadamente un 268%, con predominancia de uso de GLP en el 2005. En el caso del subsector comercial, se observa una caída del 5,9% de las emisiones entre 1990 y el 2005, dada la retracción del 4,2% del consumo energético por parte del subsector.

El Cuadro 3.7 presenta la comparación entre las estimativas de las emisiones de CO<sub>2</sub> obtenidas a partir de los dos métodos. Es razonable que se encuentre alguna variación entre los dos resultados, ya que se trabaja con niveles de agregación distintos e hipótesis que eventualmente solo se aplican a una de las metodologías. También contribuye a esa diferencia el hecho de que en la metodología *Bottom-up* se utiliza un número mayor de variables.

De acuerdo al *Guidelines 1996*, puede considerarse como razonable que esa diferencia se sitúe dentro de un intervalo del 2% (negativo o positivo). En caso de que el valor encontrado supere ese límite, considerado como razonable, se deben presentar justificativas para el hecho.

Como puede ser observado en el Cuadro 3.7, el valor encontrado, empleándose el método *Top-down*, es sistemáticamente mayor al obtenido por el *Bottom-up*. Las estimativas del método *Bottom-up* no contabilizan las pérdidas de energía en la transformación y en la distribución, teniendo como resultado una estimativa un poco menor. Entre los factores que contribuyen a las divergencias de los resultados obtenidos entre el abordaje *Bottom-up* y el *Top-down*, gana destaque la asignación de las emisiones de la siderurgia en el sector de Procesos Industriales, en conformidad con las directrices del *Guidelines 1996*, y diferentemente a lo hecho en el Inventario Inicial, en que tales emisiones fueron contabilizadas en el sector de Energía. El ajuste en el *Bottom-up* es más simple, por ser hecho directamente en el consumo de los combustibles, que es uno de los datos de entrada establecido por la metodología. El ajuste es más complicado en el *Top-down*, pues el consumo aparente es resultado de la consideración sobre la producción, importación, exportación y variación de stocks. Además, no es posible destacar, del consumo total, aquel consumo que se destina al uso en la siderurgia. Las emisiones estimadas de acuerdo al abordaje *Top-down* están, por lo tanto, sobreestimadas.



**Cuadro 3.7 Emisiones de CO<sub>2</sub> de los combustibles fósiles estimadas por los métodos *Top-down* y *Bottom-up***

Abordaje	1990	1994	2000	2005
	Gg			
<i>Top-down</i> (A)	189.635	227.913	291.851	309.978
<i>Bottom-up</i> (B)	172.371	198.222	279.088	299.941
Diferencia % ((A-B)/B)	10,0	15,0	4,6	3,3

De conformidad con la Decisión 17/CP.8 complementada con las recomendaciones formuladas en el *Good Practice Guidance 2000* solamente las emisiones de los vuelos nacionales deben ser contabilizadas en el inventario nacional. Las emisiones de la quema de combustible en la actividad aérea internacional (*bunker fuels*) deberán declararse por separado. Por otra parte, solamente las emisiones del combustible adquirido en cada país deben tenerse en cuenta en su inventario.

El BEN tenía por costumbre agregar la información de *bunker fuels* para aviación (combustible provisto a las empresas de transporte aéreo para el transporte internacional) dentro de la cuenta de exportaciones (combustible exportado como mercadería), pero pasó a presentar la información de forma desagregada a partir del año 1998. En este caso, se optó por adoptar las informaciones ofrecidas por la Agencia Nacional de Aviación Civil - ANAC, por presentar los datos de *bunker fuels* separados de la exportación, desde 1990. Además, el mayor detalle de la distinción hecha entre el transporte nacional y el internacional le da más robustez a los datos presentados, garantizando la adecuación de la metodología a las directrices del IPCC. En el caso de la aviación civil, por lo tanto, fueron utilizados datos más precisos de exportación y *bunker fuels*, obtenidos, respectivamente, por medio de la Agencia Nacional de Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles - ANP, y la ANAC.

El consumo de combustible de aviación en los vuelos internacionales se consideró insignificante, teniendo en cuenta que el uso de gasolina de aviación se limita a pequeños aviones con motor de émbolo y de alcance limitado. También se consideró insignificante el consumo de combustible del tráfico internacional relacionados con las actividades de taxi aéreo y servicios aéreos especializados.

También debido a las características técnicas de las aeronaves típicamente utilizadas en taxi aéreo, servicios privados o especializados, fue considerado en este informe que las actividades no incluidos en el Anuario de Transporte Aéreo ANAC representan una parte insignificante del consumo de queroseno de aviación. También se consideró insignificante

de almacenamiento de combustible de los usuarios finales, así como la parte eventualmente perdida por las fugas, evaporación, etc. Por lo tanto, se suponía que todo el combustible entregado fue consumido realmente en las actividades de aviación en el mismo año.

El consumo de combustible es informado directamente por las empresas (ANAC, 1996-2008), en principio, incluye la cantidad relativa a sus operaciones totales, independientemente de su origen. En los vuelos domésticos, se supone que todo el combustible consumido es de origen nacional. En los vuelos internacionales, sin embargo, se espera que parte del combustible se compra fuera del país. Por lo tanto, el consumo de combustible en los vuelos internacionales informados por las líneas aéreas a la ANAC no se ha tomado directamente, pero ajustado a la distribución de los datos proporcionados por la ANP.

Para estimar las emisiones se adoptó para cada año, el enfoque (*Tier*) lo más detallado posible, en función de los datos disponibles sobre consumo de combustible y/o movimientos de aeronaves. Para los años 2005 a 2007 fue posible utilizar la metodología *Tier 2*. En los años 1990 a 2004, la metodología utilizada es *Tier 1*, ya que en esos años la información disponible es limitada.

De acuerdo con la recomendación del *Good Practice Guidance 2000* para las situaciones en las que los diferentes *tiers* se aplican a diferentes años, los resultados obtenidos con el *Tier 1* fueran ajustados para obtener una serie temporal coherente.

Se espera que el próximo Inventario contemple un estudio semejante para las emisiones provenientes del transporte marítimo internacional. Así como en el caso de la aviación civil, solo a partir de 1998 se dispone de información sobre *bunker fuels* de diesel y de aceite combustible en el BEN. Para los años anteriores, se consideró que esos combustibles fueron integralmente destinados a la exportación. El Cuadro 3.8 presenta las emisiones de CO<sub>2</sub> de *bunker fuels* para los años 1990, 1994, 2000 y 2005.

**Cuadro 3.8 Emisiones de CO<sub>2</sub> de *bunker fuels***

Fuente	1990	1994	2000	2005
	Gg			
Transporte Aéreo				
Querosén de aviación	5.231	4.339	5.708	5.805
Transporte Marítimo				
Diesel	-	-	1.922	1.821
Aceite combustible	-	-	6.997	8.136

### 3.1.2.2 Emisiones de otros gases de efecto invernadero por quema de combustibles

Los otros gases de efecto invernadero estimados son: CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO, NO<sub>x</sub> y COVDM. Esos gases son tratados de forma genérica como gases "no CO<sub>2</sub>", y sus emisiones fueron estimadas para todos los combustibles, inclusive los que son derivados de la biomasa.

Las emisiones de los gases no CO<sub>2</sub> no dependen solamente del tipo de combustible utilizado, sino también de la tecnología de combustión, de las condiciones de operación, de las condiciones de mantenimiento del equipamiento, de su edad, etc. Para aplicar la metodología *Bottom-up*, por lo tanto, los usos finales de las fuentes energéticas deben ser conocidos, así como las características de los equipamientos utilizados. Así, el cálculo más preciso de las emisiones de gases no CO<sub>2</sub> exige datos más desagregados y una metodología detallada (*Tier 2* y *Tier 3*). Sin embargo, como esas informaciones no siempre existen, fue desarrollado un método simplificado

(*Tier 1*) para evaluar tales emisiones, a partir solamente de informaciones sobre consumo de energía por sector. El método detallado *Tier 2* del *Guidelines 1996*, que utiliza factores de emisión para clases de equipamientos y combustibles por sector, fue aplicado en la mayor parte de los usos finales de combustibles. En los casos donde no había factores adecuados, fueron utilizados los factores de emisión del *Tier 2* de la versión anterior del *Guidelines 1996* (IPCC, 1995) y también de las directrices del CORINAIR. El *Tier 1* del *Guidelines 1996* fue utilizado en algunos casos donde no existían datos disponibles, tecnologías o combustibles equivalentes. Para la gasolina y el alcohol etílico consumidos en el modo de transporte viario, fueron utilizados factores de emisión específicos del país, desarrollados en el módulo de transporte de vehículos livianos, pudiendo ser clasificado como un método *Tier 3*, cuyos cálculos fueron hechos a partir de los datos obtenidos en la Cetesb (CETESB, 2006).

El Cuadro 3.9 presenta las emisiones de los otros gases de efecto invernadero por quema de combustibles para los años 1990, 1994, 2000 y 2005.

**Cuadro 3.9 Emisiones de otros gases de efecto invernadero por quema de combustibles**

Gas	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	Gg				%
CO	14.919	14.438	11.415	11.282	-24,4
CH <sub>4</sub>	336	296	267	344	2,4
NO <sub>x</sub>	1.781	1.996	2.334	2.388	34,1
N <sub>2</sub> O	8,4	9,0	9,5	11,9	41,5
COVDM	1.022	974	860	958	-6,2
Emisiones de <i>Bunker Fuels</i>					
CO	NE	NE	NE	1	NA
CH <sub>4</sub>	0,01	0,01	0,6	0,7	NA
NO <sub>x</sub>	23	19	201	221	NA
N <sub>2</sub> O	0,1	0,1	0,2	0,2	NA
COVDM	NE	NE	NE	0,1	NA

En el 2005, fueron emitidos 11.282 Gg CO; 344 Gg CH<sub>4</sub>; 2.388 Gg NO<sub>x</sub>; 11,9 Gg N<sub>2</sub>O; y 958 Gg COVDM. A pesar del aumento del consumo de combustibles en el período de 1990 al 2005, las emisiones de CO y COVDM disminuyeron debido a la caída de los factores de emisión.

Un análisis más detallado de los resultados arriba presentados se encuentra en los ítems a seguir. Para cada gas son presentados cuadros con las emisiones por combustible y sector, para el período de 1990 al 2005. Cada uno de esos cuadros presenta también la distribución en porcentajes del 2005 y la correspondiente tasa de crecimiento en el período.

## Metano

En el año 2005, fueron emitidos 344 Gg CH<sub>4</sub> debido a la quema de combustibles. Las emisiones presentaron un aumento del 2,4% en el período de 1990 al 2005.

El Cuadro 3.10 muestra que los combustibles de biomasa son las principales fuentes emisoras de CH<sub>4</sub> (96% en el 2005). Sin embargo, las emisiones de CH<sub>4</sub> derivadas del uso de la biomasa se limitaron a un crecimiento de apenas el 1,5% en el período. Por otro lado, las emisiones de los combustibles fósiles, que fueron responsables por un 4,5%

de las emisiones en el 2005, presentaron un aumento del 26% en el período de este Inventario.

El principal combustible, en términos de emisiones de CH<sub>4</sub>, fue la leña (72% de participación en las emisiones en el 2005), seguida por el carbón vegetal (15%) y por el bagazo (7,8%). Entre esos combustibles, apenas la leña presentó una reducción de las emisiones de CH<sub>4</sub> (-3,3%).

En lo referente a la quema de combustibles fósiles, se observa la predominancia de las emisiones de metano a través del uso de derivados de petróleo y gas natural.

**Cuadro 3.10 Emisiones de CH<sub>4</sub> por combustible**

Emisiones por Combustible	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
<b>Fósil</b>	<b>Gg</b>				<b>%</b>	
Gasolina	3,1	3,7	3,2	2,3	0,7	-24,1
Querosén de aviación	0,07	0,07	0,1	0,1	0,03	44,0
Querosén iluminante	0,056	0,035	0,016	0,007	0,002	-86,9
Diesel	7,2	8,3	9,4	9,3	2,7	29,1
Aceite combustible	0,86	0,93	0,95	0,69	0,2	-19,1
GLP	0,27	0,31	0,47	0,44	0,13	63,2
Coque de petróleo	0,016	0,022	0,14	0,16	0,05	884,9
Carbón vapor	0,081	0,080	0,086	0,046	0,01	-43,6
Carbón metalúrgico	-	0,010	0,049	0,034	0,01	NA
Alquitrán	0,006	0,009	0,003	0,001	0,0004	-77,4
Coque de carbón mineral	0,22	0,28	0,27	0,27	0,08	25,0
Gas natural	0,12	0,16	0,5	1,58	0,5	1261,4
Gas de refinería	0,038	0,084	0,09	0,082	0,02	121,8
Otros energéticos de petróleo	0,054	0,066	0,17	0,17	0,05	212,6
Gas canalizado	0,022	0,012	0,007	0,000	-	-100,0
Gas de coquería	0,072	0,077	0,091	0,086	0,03	19,3
Otras primarias fósiles	0,013	0,012	0,032	0,041	0,01	211,7
<b>Total fósil</b>	<b>12,17</b>	<b>14,19</b>	<b>15,66</b>	<b>15,35</b>	<b>4,5</b>	<b>26,1</b>
<b>Biomasa</b>	<b>Gg</b>				<b>%</b>	
Leña	255,7	216,0	192,2	247,4	71,9	-3,3
Carbón vegetal	51,4	44,6	40,3	52,3	15,2	1,8
Bagazo	14,3	18,5	17,1	27,0	7,8	89,0
Residuos vegetales	0,54	0,58	0,70	0,88	0,3	64,5
Lixivia	0,15	0,24	0,31	0,45	0,13	213,1
Alcohol etílico	1,61	1,45	0,79	0,65	0,2	-59,5
<b>Total biomasa</b>	<b>323,6</b>	<b>281,4</b>	<b>251,3</b>	<b>328,6</b>	<b>95,5</b>	<b>1,5</b>
<b>Total</b>	<b>335,8</b>	<b>295,6</b>	<b>267,0</b>	<b>344,0</b>	<b>100</b>	<b>2,4</b>

En términos de emisiones sectoriales en el 2005 (Cuadro 3.11), el sector energético fue el principal responsable por las emisiones de CH<sub>4</sub> (48%) debido a la participación de las carbonerías (44% en relación a las emisiones totales de CH<sub>4</sub>). Siguen, posteriormente, los sectores residencial (22%) e industrial (21%). Los sectores que presentaron las mayores tasas de crecimiento de emisiones en el período incluyen a las centrales eléctricas de servicio público y a autoprodutores (con un 834% y un 203% de crecimiento, respectivamente), aunque al ser sumadas, son responsables por apenas el 0,5% de las emisiones del 2005; seguidas de la industria de alimentos y bebidas (157%) y la de papel y celulosa (76%). Al comparar los resultados de los cuadros de emisiones por combustible (Cuadro 3.10) y por sector (Cuadro 3.11), se observa una disminución de las emisiones del sector residencial, debido a la caída del uso de la leña entre 1996 y el año 2000, con una pequeña retomada en

años recientes, derivada de la retirada de la subvención al GLP. En el sector de transformación, las emisiones están principalmente vinculadas al uso del carbón vegetal (emisión en las carbonerías).

Cruzando las tres variables - equipamiento, combustible y sector - se identifica a la leña para carbón vegetal como la principal fuente de emisión, con un 44% de las emisiones de CH<sub>4</sub>, resultantes de la quema de combustibles en el 2005, seguida de la leña de los hornos del sector residencial (21%). Aunque los demás combustibles de biomasa presenten una elevada tasa de crecimiento de las emisiones de CH<sub>4</sub> en el período, se observa una disminución del 3,3% en el caso de la leña y un pequeño aumento del 1,8% para el carbón vegetal, que juntos, en el 2005, acumularon el 87% de las emisiones de CH<sub>4</sub>, lo que explica el modesto crecimiento de las emisiones totales de CH<sub>4</sub> entre 1990 y el 2005.

**Cuadro 3.11 Emisiones de CH<sub>4</sub> por subsector**

Emisiones por Subsector		1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
		Gg				%	
Subsector energético amplio	Ctrales.eléctricas de serv. Público	0,1	0,1	0,4	1,0	0,3	833,9
	Ctrales.eléctricas autoprodutoras	0,2	0,3	0,6	0,7	0,2	202,6
	Carbonerías	161	138	117	153	44,5	-4,8
	Consumo sector energético	8,6	9,7	7,2	10,5	3,0	21,4
Industria	Cemento	3,0	2,3	2,1	2,2	0,6	-28,4
	Arrabio y acero	37	33	31	41	11,8	10,2
	Hierros Alta Liga	3,0	3,7	3,7	4,9	1,4	61,8
	Minería y peletización	0,3	0,1	0,1	0,1	0,03	-64,9
	No ferrosos	2,2	1,1	0,2	0,2	0,1	-90,0
	Química	0,8	0,7	0,4	0,5	0,1	-43,0
	Alimentos y bebidas	7,3	10,4	11,9	18,6	5,4	157,1
	Textil	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	-28,6
	Papel y celulosa	1,0	1,2	1,5	1,8	0,5	76,3
	Cerámica	2,2	2,0	2,2	2,3	0,7	4,6
	Otras	0,8	0,7	0,7	0,8	0,2	-4,1
	<b>Subtotal</b>	<b>58</b>	<b>55</b>	<b>54</b>	<b>72</b>	<b>21,0</b>	<b>24,8</b>
	Transporte	Aéreo	0,07	0,08	0,11	0,10	0,03
Viario		10,2	11,4	11,1	9,8	2,9	-3,5
Ferrovionario		0,11	0,09	0,08	0,12	0,03	6,4
Hidroviario		0,23	0,24	0,19	0,24	0,1	3,2
<b>Subtotal</b>		<b>10,6</b>	<b>11,8</b>	<b>11,5</b>	<b>10,3</b>	<b>3,0</b>	<b>-2,9</b>
Otros subsectores	Comercial	1,5	1,5	1,3	1,3	0,4	-10,4
	Público	0,07	0,09	0,06	0,04	0,01	-39,2
	Residencial	76	64	62	77	22	1,9
	Agropecuario	21	15	14	18	5,2	-13,6
<b>Total</b>	<b>336</b>	<b>296</b>	<b>267</b>	<b>344</b>	<b>100</b>	<b>2,4</b>	

## Óxido Nitroso

En el 2005, fueron emitidos 11,9 Gg N<sub>2</sub>O como resultado de la quema de combustibles. La tasa de crecimiento de las emisiones fue del 42% entre 1990 y el 2005.

El Cuadro 3.12 muestra que los combustibles de biomasa son las principales fuentes emisoras de N<sub>2</sub>O (68% en el 2005), habiendo presentado una tasa de crecimiento de las emisiones del 26% en el período, muy abajo de la tasa de crecimiento alcanzada por las fuentes fósiles (91%). Las emisiones de N<sub>2</sub>O evidencian la importancia de la gasolina para las emisiones de combustibles fósiles. Las emisiones

de N<sub>2</sub>O derivadas del consumo de gasolina representaron un 12% de las emisiones totales en el 2005, habiendo crecido un 118% entre 1990 y el 2005.

El principal combustible fue el bagazo de caña (30%), seguido de la leña (26%), la gasolina (12%), el carbón vegetal (8,2%), el diesel (7,2%) y el gas natural (3,3%). Entre esos, se verifican altas tasas de crecimiento para el bagazo (88%), la gasolina (118%), el diesel (60%) y el gas natural (3.806%), aunque la participación de este último sea de apenas un 3,3% en el 2005. En el caso de la leña, el aumento es más modesto (2,4%), así como el carbón vegetal (3,8%).

**Cuadro 3.12 Emisiones de N<sub>2</sub>O por combustible**

Emisiones por Combustible	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
<b>Fósiles</b>						
	<b>Gg</b>				<b>%</b>	
Gasolina	0,67	0,91	1,36	1,47	12,4	117,7
Querosén de aviación	0,11	0,12	0,17	0,17	1,5	58,3
Querosén iluminante	0,005	0,003	0,001	0,001	0,01	-87,0
Diesel	0,54	0,61	0,78	0,86	7,2	59,5
Aceite combustible	0,19	0,21	0,20	0,13	1,1	-32,1
GLP	0,03	0,03	0,05	0,05	0,4	71,5
Coque de petróleo	0,02	0,03	0,2	0,2	1,9	899,8
Carbón vapor	0,09	0,09	0,10	0,05	0,4	-46,1
Carbón metalúrgico	0,00	0,01	0,06	0,03	0,3	-
Alquitrán	0,003	0,005	0,002	0,001	0,1	-79,5
Coque de carbón mineral	0,30	0,39	0,38	0,38	3,2	25,0
Gas natural	0,010	0,021	0,084	0,394	3,3	3.805,5
Gas de refinería	0,007	0,009	0,012	0,016	0,1	138,4
Otros energéticos de petróleo	0,016	0,021	0,053	0,052	0,4	219,2
Gas canalizado	0,001	0,001	0,000	0,000	-	-100,0
Gas de coquería	0,006	0,006	0,006	0,006	0,05	10,8
Otras primarias fósiles	0,005	0,004	0,012	0,01	0,1	207,5
<b>Total fósiles</b>	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,8</b>	<b>32,3</b>	<b>91,3</b>
<b>Biomasa</b>						
	<b>Gg</b>				<b>%</b>	
Leña	3,04	2,72	2,69	3,12	26,2	2,4
Carbón vegetal	0,94	0,82	0,75	0,97	8,2	3,8
Bagazo	1,89	2,44	2,24	3,54	29,8	87,7
Residuos vegetales	0,07	0,08	0,09	0,12	1,0	64,5
Lixivia	0,02	0,03	0,04	0,1	0,4	223,7
Alcohol etílico	0,44	0,42	0,23	0,24	2,0	-44,6
<b>Total biomasa</b>	<b>6,39</b>	<b>6,49</b>	<b>6,04</b>	<b>8,04</b>	<b>67,7</b>	<b>25,9</b>
<b>Total</b>	<b>8,4</b>	<b>9,0</b>	<b>9,5</b>	<b>11,9</b>	<b>100</b>	<b>41,5</b>

En términos de emisiones subsectoriales (Cuadro 3.13), el subsector industrial fue el principal responsable por las emisiones de N<sub>2</sub>O en el 2005 (46%), siendo los subsectores de alimentos y bebidas (23%) y de arrabio y acero (10%) los más importantes. Les siguen posteriormente los subsectores de transporte (24%), energético (13%) y residencial (12%). De los subsectores que más contribuyeron a las emisiones, todos presentaron tasas de crecimiento altas en el período de 1990 al 2005, excepto el subsector residencial, cuyo crecimiento se limitó a un 3,0% en el período.

Las emisiones de N<sub>2</sub>O no están muy concentradas en apenas un uso, combustible o sector. Cruzando las tres variables - equipamiento, combustible y sector -, son identificados como principales emisores de N<sub>2</sub>O las calderas del subsector de alimentos y bebidas movidas a bagazo (22%), el sector energético (12%) y la quema de leña en hornos del subsector residencial (12%). Otras emisiones importantes provienen del consumo del transporte viario - gasolina (13%), alcohol etílico (2,1%) y diesel (5,6%) - y del consumo de carbón vegetal en la industria del arrabio y el acero (7,8%).

**Cuadro 3.13 Emisiones de N<sub>2</sub>O por subsector**

Emisiones por Subsector		1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005	
		Gg				%		
Subsector energético amplio	Ctrales.eléctricas de serv. público	0,05	0,05	0,13	0,09	0,7	87,3	
	Ctrales.eléctricas autoproductoras	0,04	0,05	0,08	0,08	0,7	91,6	
	Carbonerías	-	-	-	-	-	-	
	Consumo sector energético	1,18	1,31	0,97	1,4	11,8	19	
Industria	Cemento	0,12	0,09	0,17	0,16	1,3	27,7	
	Arrabio y acero	1,04	1,07	1,05	1,2	10,1	15,5	
	Hierros Alta Liga	0,06	0,08	0,09	0,13	1,1	102,4	
	Minería y peletización	0,02	0,03	0,04	0,06	0,5	159	
	No ferrosos	0,08	0,07	0,06	0,07	0,6	-16,6	
	Química	0,12	0,11	0,11	0,10	0,8	-18,2	
	Alimentos y bebidas	1,32	1,69	1,84	2,69	22,7	104,6	
	Textil	0,05	0,03	0,03	0,03	0,2	-43,2	
	Papel y celulosa	0,31	0,37	0,43	0,5	4,2	59,9	
	Cerámica	0,28	0,28	0,30	0,31	2,6	9,2	
	Otras	0,19	0,17	0,19	0,21	1,8	13,0	
	<b>Subtotal</b>	<b>3,60</b>	<b>3,98</b>	<b>4,31</b>	<b>5,45</b>	<b>45,9</b>	<b>51,5</b>	
	Transporte	Aéreo	0,11	0,12	0,17	0,18	1,5	55,4
		Viario	1,51	1,78	2,22	2,67	22,4	76,8
Ferroviano		0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	7,9	
Hidroviario		0,03	0,03	0,02	0,03	0,2	3,2	
<b>Subtotal</b>		<b>1,66</b>	<b>1,94</b>	<b>2,43</b>	<b>2,89</b>	<b>24,3</b>	<b>73,6</b>	
Otros subsectores	Comercial	0,03	0,03	0,03	0,04	0,4	46,4	
	Público	0,003	0,009	0,008	0,009	0,1	165,6	
	Residencial	1,38	1,18	1,15	1,43	12,0	3,0	
	Agropecuario	0,45	0,42	0,40	0,50	4,2	9,60	
<b>Total</b>	<b>8,40</b>	<b>8,97</b>	<b>9,49</b>	<b>11,88</b>	<b>100</b>	<b>41,5</b>		

### Monóxido de Carbono

Las emisiones de monóxido de carbono ocurren debido a la combustión imperfecta en los equipamientos. Su emisión revela en muchos casos la ineficiencia del uso de los combustibles. Es un compuesto químico nocivo a la salud, siendo un problema ambiental en los grandes conglomerados urbanos.

En el 2005 fueron emitidos 11.282 Gg CO por quema de combustibles, presentando una reducción del 24% en el período de 1990 al 2005. El Cuadro 3.14 muestra que los combustibles de biomasa fueron las principales fuentes emisoras de CO (72% en el 2005), observándose la predominancia de las emisiones provenientes del consumo de leña, responsable por un 44% de las emisiones totales de CO en el 2005. En lo referente a los combustibles fósiles,

se nota que los derivados de petróleo (gasolina y diesel) y el gas natural (en menor escala) son los principales combustibles responsables por la emisión de CO. La gasolina y el diesel, sumados, fueron responsables por el 26% de las emisiones de CO de combustibles fósiles en el 2005.

En relación a las emisiones totales, el combustible que más se destaca es la leña, independiente de la baja tasa de crecimiento presentada en el período de 1990 al 2005. Le siguen el bagazo (14%), la gasolina (24%), el carbón vegetal (10%) y el alcohol etílico (3,9%). La reducción de las emisiones en el caso de la gasolina (-58% entre 1990 y el 2005), se debe a los cambios tecnológicos en la flota de vehículos livianos, acarreado una reducción progresiva de los factores de emisión medios.

**Cuadro 3.14 Emisiones de CO por combustible**

Emisiones por Combustible	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
<b>Fósil</b>	<b>Gg</b>				<b>%</b>	
Gasolina	6.460	6.798	4.589	2.698	23,9	-58,2
Querosén de aviación	4,7	5,1	7,2	7,4	0,1	56,3
Querosén iluminante	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0003	-87,3
Diesel	188,0	201,4	243,2	242,9	2,2	29,2
Aceite combustible	47,7	51,4	41,8	42,5	0,4	-10,9
GLP	2,8	3,4	5,4	4,4	0,04	57,9
Coque de petróleo	1,3	1,7	10,6	12,2	0,1	841,6
Carbón vapor	3,9	3,7	2,7	1,8	0,02	-54,34
Carbón metalúrgico	0,0	0,8	4,6	3,9	0,03	-
Alquitrán	0,4	0,6	0,2	0,1	0,001	-81,3
Coque de carbón mineral	45,3	59,4	57,5	56,7	0,50	25,0
Gas natural	6,2	7,9	18,4	45,3	0,4	630,4
Gas de refinería	3,1	4,9	4,7	5,1	0,04	62,8
Otros energéticos de petróleo	0,4	0,5	1,3	1,3	0,01	254,2
Gas canalizado	0,4	0,1	0,1	0,0	-	-100,0
Gas de coquería	3,9	4,5	4,0	4,1	0,04	4,8
Otras primarias fósiles	0,3	0,2	0,8	0,8	0,01	195,1
<b>Total fósil</b>	<b>6.769</b>	<b>7.143</b>	<b>4.991</b>	<b>3.126</b>	<b>27,7</b>	<b>-53,8</b>
<b>Biomasa</b>	<b>1990</b>	<b>1994</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>Participación 2005</b>	<b>Variación 1990-2005</b>
	<b>Gg</b>				<b>%</b>	
Leña	4.967	4.189	3.978	4.999	44,3	0,7
Carbón vegetal	1.120	967	866	1.121	9,9	0,1
Bagazo	812	1.055	973	1.538	13,6	89,4
Residuos vegetales	38	39	45	54	0,5	41,4
Lixivia	0,8	1,4	1,8	2,7	0,02	223,7
Alcohol etílico	1.214	1.044	560	442	3,9	-63,6
<b>Total biomasa</b>	<b>8.150</b>	<b>7.295</b>	<b>6.423</b>	<b>8.156</b>	<b>72,3</b>	<b>0,1</b>
<b>Total</b>	<b>14.919</b>	<b>14.438</b>	<b>11.415</b>	<b>11.282</b>	<b>100</b>	<b>-24,4</b>

En términos de emisiones subsectoriales (Cuadro 3.15) predominan las emisiones del subsector residencial, principal responsable por las emisiones de CO en el 2005 (32%). Lo sigue el subsector de transportes con un 30% de las emisiones, siendo el transporte viario responsable por un 29%

de las emisiones totales. En el período de 1990 al 2005, las emisiones de CO del subsector de transportes disminuyeron un 57%, mientras que las emisiones del subsector industrial aumentaron un 47%.

**Cuadro 3.15 - Emisiones de CO por subsector**

Emisiones por Subsector		1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
		Gg				%	
<b>Subsector energético amplio</b>	Centrales eléctricas de servicio público	7	9	20	31	0,3	314,7
	Centrales eléctricas autoproductoras	13	14	24	24	0,2	87,3
	Carbonerías	1.070	918	777	1.019	9,0	-4,8
	Consumo sector energético	492	551	411	596	5,3	21,1
<b>Industria</b>	Cemento	68	51	52	48	0,4	-28,5
	Arrabio y acero	781	715	679	867	7,7	11,1
	Hierros alta liga	61	74	78	105	0,9	71,9
	Minería y peletización	10	3	4	6	0,1	-36,8
	No ferrosos	47	25	6	9	0,1	-81,6
	Química	18	17	6	7	0,1	-61,1
	Alimentos y bebidas	366	550	627	1.014	9,0	177,0
	Textil	6	5	4	4	0,04	-30,4
	Papel y celulosa	33	36	42	54	0,5	61,3
	Cerámica	144	136	146	154	1,4	6,9
	Otras	40	32	33	39	0,3	-2,7
	Subtotal	1.573	1.645	1.677	2.307	20,5	46,7
	<b>Transporte</b>	Aéreo	35	38	44	34	0,3
Viario		7.783	7.967	5.303	3.302	29,3	-57,6
Ferrovionario		22	17	17	24	0,2	7,1
Hidroviario		46	47	39	47	0,4	3,2
Subtotal		7.886	8.069	5.402	3.407	30,2	-56,8
<b>Otros subsectores</b>	Comercial	33	33	32	32	0,3	-0,6
	Público	1	1	0,4	0,3	0,002	-79,1
	Residencial	3.522	2.976	2.874	3.602	31,9	2,3
	Agropecuario	321	223	198	263	2,3	-18,3
<b>Total</b>	<b>14.919</b>	<b>14.438</b>	<b>11.415</b>	<b>11.282</b>	<b>100</b>	<b>-24,4</b>	

Al cruzar las informaciones sobre emisiones subsectoriales y emisiones por combustibles, se constata que la leña quemada en los hornos del subsector residencial es responsable por la mayor parte de las emisiones de CO (31%), seguida por la gasolina, consumida en el transporte viario, cuya participación en las emisiones totales en el 2005 fue del 24%.

### Óxidos de Nitrógeno

Las emisiones de NO<sub>x</sub>, gas de efecto invernadero indirecto, son también un factor importante de contaminación, causando una serie de efectos negativos a la salud, inclusive contribuyendo a la formación de lluvia ácida.



Diferentemente de lo que se observó en el comportamiento de las emisiones de los demás gases no CO<sub>2</sub> hasta ahora considerados, las emisiones de NO<sub>x</sub> están más directamente relacionadas a los combustibles fósiles por tener altas temperaturas de quema (90% de participación en las emisiones totales en el 2005). Se nota la predominancia de las emisiones de derivados de petróleo (las emisiones del die-

sel contribuyen con el 49,3% para las emisiones totales) y gas natural (14,7% de participación).

En el 2005, fueron emitidos 2.388 Gg NO<sub>x</sub> por quema de combustibles. La tasa de crecimiento de las emisiones fue del 34% en el período de 1990 al 2005.

**Cuadro 3.16 Emisiones de NO<sub>x</sub> por combustible**

Emisiones por Combustible	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
<b>Fósil</b>	<b>Gg</b>				<b>%</b>	
Gasolina	167	211	202	152	6,4	-9,3
Querosén de aviación	12	13	19	19	0,8	53,5
Querosén iluminante	1	1	0,5	0,2	0,01	-87,5
Diesel	900	999	1.168	1.166	48,8	29,6
Aceite combustible	172	187	164	124	5,2	-27,8
GLP	16	22	41	30	1,3	81,6
Coque de petróleo	9	11	71	82	3,4	847,7
Carbón vapor	54	55	88	36	1,5	-32,6
Carbón metalúrgico	0	5	23	14	0,6	-
Alquitrán	3	4	1	1	0,02	-80,1
Coque de carbón mineral	7,5	9,9	10	9	0,39	25,0
Gas natural	81	99	201	359	15,0	341,6
Gas de refinería	42	64	60	66	2,8	58,4
Otros energéticos de petróleo	6	8	20	20	0,8	232,7
Gas canalizado	3	0,5	0,3	-	-	-100,0
Gas de coquería	51	59	51	52	2,2	3,0
Otras primarias fósiles	3	3	8	10	0,4	204,7
<b>Total fósil</b>	<b>1.528</b>	<b>1.752</b>	<b>2.129</b>	<b>2.140</b>	<b>89,6</b>	<b>40,0</b>
<b>Biomasa</b>	<b>Gg</b>				<b>%</b>	
Leña	87	76	75	88	3,7	1,1
Carbón vegetal	26	22	20	26	1,1	1,8
Bagazo	32	42	38	61	2,5	88,1
Residuos vegetales	1,3	1,4	1,7	2,0	0,1	55,2
Lixivia	10	16	21	31	1,3	226,0
Alcohol etílico	97	87	48	40	1,7	-59,0
<b>Total biomasa</b>	<b>253</b>	<b>245</b>	<b>205</b>	<b>248</b>	<b>10,4</b>	<b>-2,0</b>
<b>Total</b>	<b>1.781</b>	<b>1.996</b>	<b>2.334</b>	<b>2.388</b>	<b>100</b>	<b>34,1</b>

El Cuadro 3.16 confirma que las principales fuentes emisoras de NO<sub>x</sub> son los combustibles fósiles, con una elevada tasa de crecimiento en el período de 1990 al 2005 (40%). El principal combustible en términos de emisiones es el diesel (49%). Lo siguen el gas natural (15%), la gasolina (6,4%) y el aceite combustible (5,2%). Presentaron un crecimien-

to significativo en el período el coque de petróleo (848%), aunque represente apenas el 3,4% de las emisiones en el 2005; el gas natural (342%), elevando su participación en el total de emisiones del 4,3% en 1990 al 14,7% en el 2005; otros energéticos de petróleo (233%) y la lixivia (226%).

**Cuadro 3.17 - Emisiones de NO<sub>x</sub> por subsector**

Emisiones por Subsector		1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
		Gg				%	
Subsector energético amplio	Centrales eléctricas de servicio público	61	72	161	147	6,2	141,3
	Centrales eléctricas autoproductoras	17	21	44	45	1,9	157,8
	Carbonerías	3	2	2	3	0,1	-4,8
	Consumo sector energético	141	165	199	262	11,0	86,2
Industria	Cemento	38	33	55	44	1,8	15,5
	Arrabio y acero	95	113	128	142	5,9	49,1
	Hierros alta liga	3	3	5	7	0,3	168,6
	Minería y peletización	9	11	24	29	1,2	210,6
	No ferrosos	17	20	35	54	2,3	219,9
	Química	41	45	52	34	1,4	-16,7
	Alimentos y bebidas	42	49	56	72	3,0	72,0
	Textil	5	4	4	5	0,2	-1,8
	Papel y celulosa	21	28	37	46	1,9	116,7
	Cerámica	20	27	42	59	2,5	200,8
	Otras	29	33	48	50	2,1	72,3
	<b>Subtotal</b>	<b>320</b>	<b>366</b>	<b>486</b>	<b>542</b>	<b>22,7</b>	<b>69,5</b>
	Transporte	Aéreo	13	14	20	20	0,8
Viario		1.066	1.206	1.283	1.203	50,4	12,9
Ferrovionario		26	21	20	28	1,2	7,8
Hidroviario		68	71	58	71	3,0	3,2
<b>Subtotal</b>		<b>1.173</b>	<b>1.311</b>	<b>1.381</b>	<b>1.322</b>	<b>55,4</b>	<b>12,6</b>
Otros subsectores	Comercial	4	3	4	3	0,1	-24,7
	Público	1	3	3	2	0,1	150,9
	Residencial	53	48	48	55	2,3	3,4
	Agropecuario	8	6	6	8	0,3	-5,9
<b>Total</b>	<b>1.781</b>	<b>1.996</b>	<b>2.334</b>	<b>2.388</b>	<b>100</b>	<b>34,1</b>	

En términos de emisiones subsectoriales en el 2005 (Cuadro 3.17), el subsector transportes fue el principal responsable por las emisiones de NO<sub>x</sub> (55%), siendo un 50% referente al transporte viario. Lo siguen los subsectores industrial (23%) y energético (19%). Los subsectores que más contribuyeron a las emisiones presentaron altas tasas de crecimiento en el período de 1990 al 2005: transportes (13%), industrial (70%) y energético (106%).

Cruzando las tres variables - equipamiento, combustible y subsector -, se identifica que las emisiones están muy

concentradas en el uso motor del transporte viario: diesel (42%), gasolina (6,4%) y alcohol etílico (1,7%).

### Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano

Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles, excluyendo al metano (COVDM), están cuantificadas en el Cuadro 3.18, que indica una reducción del 6,2% de las emisiones totales en el período de 1990 al 2005. En el 2005, fueron emitidos 958 Gg COVDM por quema de combustibles.

**Cuadro 3.18 Emisiones de COVDM por combustible**

Emisiones por Combustible	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
<b>Fósil</b>	<b>Gg</b>				<b>%</b>	
Gasolina	183	222	194	140	14,6	-23,9
Querosén de aviación	2,4	2,5	3,6	3,7	0,4	56,3
Querosén iluminante	0,04	0,03	0,01	0,01	0,001	-87,1
Diesel	59	65	82	91	9,5	54,6
Aceite combustible	8,4	9,1	7,7	8,1	0,8	-3,6
GLP	1,2	1,3	1,6	1,5	0,2	28,9
Coque de petróleo	0,1	0,1	0,7	0,8	0,1	877,3
Carbón vapor	1	0,9	0,8	0,5	0,05	-55,0
Carbón metalúrgico	0,0	0,2	1,0	0,7	0,1	-
Alquitrán	0,03	0,04	0,02	0,007	0,001	-76,9
Coque de carbón mineral	3,4	4,5	4,4	4,3	0,45	25,0
Gas natural	0,5	0,6	1,4	3,2	0,3	580,7
Gas de refinería	0,3	0,4	0,6	0,8	0,1	138,4
Otros energéticos de petróleo	0,1	0,2	0,5	0,4	0,05	224,8
Gas canalizado	0,1	0,0	0,0	-	-	-100,0
Gas de coquería	0,3	0,3	0,3	0,3	0,03	10,8
Otras primarias fósiles	0,1	0,1	0,2	0,2	0,02	212,3
<b>Total fósil</b>	<b>260</b>	<b>307</b>	<b>298</b>	<b>255</b>	<b>26,7</b>	<b>-1,9</b>
<b>Biomasa</b>	<b>Gg</b>				<b>%</b>	
Leña	590	504	453	582	60,7	-1,4
Carbón vegetal	26	22	20	26	2,7	1,8
Bagazo	24	31	29	45	4,7	89,2
Residuos vegetales	1	1	1	1	0,2	64,5
Lixivia	0,3	0,5	1	1	0,1	223,7
Alcohol etílico	121	108	58	48	5,0	-60,5
<b>Total biomasa</b>	<b>761</b>	<b>667</b>	<b>562</b>	<b>703</b>	<b>73,3</b>	<b>-7,7</b>
<b>Total</b>	<b>1.022</b>	<b>974</b>	<b>860</b>	<b>958</b>	<b>100</b>	<b>-6,2</b>

El Cuadro 3.18 muestra que predominan las emisiones derivadas del uso de fuentes de la biomasa (73%), las cuales presentan una reducción del 7,7% en el período de 1990 al 2005. La mayor contribución de los combustibles de la biomasa para las emisiones de COVDM es de la leña, que tuvo un 61% de las emisiones totales en el 2005. En lo referente a las emisiones de los combustibles fósiles, en el mismo período

se verifica también una reducción, en ese caso del 1,9%. En el 2005 predominaron las emisiones del diesel, que participa con un 9,5% de las emisiones totales, y de la gasolina, con un 15% de las emisiones. Se observa, en el período de 1990 al 2005, una reducción de las emisiones de COVDM derivadas del consumo de la gasolina, pasando de 183 a 140 Gg, y en el caso del diesel, un aumento de 59 a 91 Gg.

**Cuadro 3.19 Emisiones de COVDM por subsector**

Emisiones por Subsector		1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
		Gg				%	
Subsector energético amplio	Centrales eléctricas de serv. público	0,4	0,4	1,1	1,2	0,1	246,2
	Centrales eléctricas autoproductoras	0,6	0,7	1,2	1,4	0,1	122,8
	Carbonerías	321	275	233	306	31,9	-4,8
	Consumo sector energético	15	17	13	19	1,9	24,0
Industria	Cemento	2,2	1,7	1,6	1,5	0,2	-33,3
	Arrabio y acero	22	21	21	25	2,6	12,7
	Hierros alta liga	1,5	1,9	2,0	2,7	0,3	74,6
	Minería y peletización	0,3	0,3	0,6	0,9	0,1	148,2
	No ferrosos	1,3	0,9	0,6	0,7	0,1	-49,7
	Química	1,4	1,3	1,0	0,9	0,1	-34,6
	Alimentos y bebidas	14	19	22	33	3,4	135,6
	Textil	0,8	0,7	0,6	0,6	0,1	-23,4
	Papel y celulosa	2,5	2,9	3,5	4,2	0,4	68,3
	Cerámica	3,6	3,5	3,8	4,0	0,4	11,7
	Otras	1,7	1,5	1,7	1,9	0,2	11,3
	<b>Subtotal</b>	<b>51</b>	<b>55</b>	<b>57</b>	<b>75</b>	<b>7,8</b>	<b>45,9</b>
Transporte	Aéreo	3,0	3,2	4,3	4,2	0,4	42,1
	Viario	354	387	326	270	28,1	-23,9
	Ferrovionario	4,4	3,4	3,4	4,7	0,5	7,9
	Hidroviario	9,1	9,4	7,8	9,4	1,0	3,2
	<b>Subtotal</b>	<b>371</b>	<b>403</b>	<b>342</b>	<b>288</b>	<b>30,0</b>	<b>-22,4</b>
Otros subsectores	Comercial	3,3	2,7	2,3	2,3	0,2	-30,4
	Público	0,1	0,2	0,2	0,1	0,01	20,2
	Residencial	204	173	168	210	21,9	3,2
	Agropecuario	55	47	42	56	5,8	1,0
<b>Total</b>	<b>1.022</b>	<b>974</b>	<b>860</b>	<b>958</b>	<b>100</b>	<b>-6,2</b>	

En términos de emisiones subsectoriales, en el 2005 (Cuadro 3.19), el sector energético fue el principal responsable por las emisiones de COVDM (34%), con una predominancia de las carbonerías (32%). Lo siguen los subsectores de transporte, debido al transporte viario (28%), y el sector residencial (22%). Se observa un pequeño aumento en las emisiones del subsector residencial (3,2%) y una reducción en el subsector de transporte del 22%. El sector energético, por su lado, presentó una caída del 3% en sus emisiones entre 1990 y el 2005. Cruzando las tres variables - equipamiento, combustible y subsector - se identifica que los vehículos a gasolina (15%), la leña consumida en las carbonerías (32%), los vehículos viarios a alcohol etílico (5,0%), los hornos a leña del sector residencial (22%) y los vehículos viarios a diesel (8,6%) fueron los principales emisores de COVDM.

### 3.1.3 Emisiones fugitivas

#### 3.1.3.1 Emisiones fugitivas de la minería de carbón

En esta sección son presentadas las estimativas de las emisiones de gases de efecto invernadero de la industria del carbón mineral, en las operaciones de minería y de beneficio, para el período de 1990 al 2005. Las estimativas comprenden las emisiones fugitivas de CH<sub>4</sub> de las minas a cielo abierto y subterráneas, y de las actividades post minería (tanto de las minas subterráneas como de las minas a cielo abierto). Son también estimadas las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema espontánea en las pilas de residuos. En el período comprendido entre 1990 y el 2005 no fueron registrados en Brasil casos incluyendo la recuperación de gases y conversión térmica en empresas de minería de carbón, siendo desconsiderada esta categoría para la aplicación de la metodología del *Guidelines 1996*.

El carbón mineral es formado a partir del entierro y descomposición de materia vegetal. Gradualmente, esos materiales, al sufrir el entierro y compactación en recipientes de descomposición, presentan un enriquecimiento del tenor de carbono. Factores externos, tales como la presión, temperatura, y tiempo de exposición, determinan las características del carbón, incluyendo el grado de carbonificación de esos combustibles.

La producción de carbón mineral en Brasil ocurre en los tres estados del sur del país, Rio Grande do Sul, Santa Catarina y Paraná, donde están localizadas las principales reservas minerales de carbón. Rio Grande do Sul es el estado que posee las mayores reservas geológicas, seguido por Santa Catarina y después por Paraná. El perfil de la calidad del

carbón brasileño varía entre el sur y el norte, con la disminución del tenor de cenizas - aumento del poder calorífico y aumento del tenor de azufre, con la necesidad de control ambiental debido a las emisiones de SO<sub>x</sub> (óxidos de azufre - SO<sub>2</sub> y SO<sub>3</sub>).

Es inherente al proceso de formación de carbón la generación de CH<sub>4</sub>, que es liberado para la atmósfera en el proceso de extracción. La cantidad de CH<sub>4</sub> liberada durante el proceso de minería depende de la función inicialmente de la clasificación del carbón, de la profundidad en que el mismo se encuentra, de su contenido de gas y del método de extracción. Las emisiones de CO<sub>2</sub> también pueden ocurrir como consecuencia de la quema de carbón en depósitos y pilas de residuos.

De los tipos de carbón mineral son producidos en Brasil: el carbón energético, también denominado como carbón vapor, de aplicación industrial en la generación de vapor y energía; y el carbón metalúrgico, de aplicación industrial en las industrias siderúrgicas. Lo que se observa es que hubo un aumento significativo de la producción de carbón energético en el período de 1990 al 2005. El carbón metalúrgico, por su lado, ya es en su mayor parte importado.

La dependencia brasileña del carbón metalúrgico importado pasó del 77,8% en 1990, al 80,1% en el 2005. A comienzos de los años 80, en el ámbito de la siderurgia, se dio inicio a la substitución del carbón metalúrgico nacional por el carbón importado. En 1990, debido a la desregulación de las importaciones, fueron cerradas las actividades del mayor productor de carbón metalúrgico nacional, cuya producción se basaba en el carbón de las minas de Santa Catarina.

Las emisiones son presentadas para los estados productores (Rio Grande do Sul, Santa Catarina y Paraná) y en su totalidad en el país. En Brasil están siendo realizados actualmente estudios referentes al tenor de metano en el carbón, con la intención de desarrollar tecnologías más limpias para la obtención de energía a partir del carbón mineral. El interés está orientado a la cantidad de metano que puede ser extraída de la capa de carbón (*in situ*), sin pasar por la remoción física de la capa de carbón, favoreciendo el aprisionamiento del CO<sub>2</sub> en el lecho.

La producción total de carbón ROM en Brasil es presentada en el Cuadro 3.20. Puede observarse el aumento de este valor en el 2005, siendo el 60,1% de la producción de carbón mineral proveniente de las minas subterráneas, y el 39,9%, de las minas a cielo abierto. Los datos utilizados para el desarrollo de este trabajo y aplicación de la metodología del IPCC fueron obtenidos junto a fuentes oficiales de los ór-

ganos nacionales de gobierno, específicamente el Departamento Nacional de Producción Mineral - DNPM, vinculado al Ministerio de Minas y Energía - MME. Esas publicaciones fueron extintas en el 2000, lo que motivó la revisión de la base de datos y la realización de una consulta al Informe Anual de Labra - RAL, informado por el sector al DNPM.

Los datos de producción de carbón ROM fueron obtenidos de los Informativos Anuales de la Industria Carbonífera / DNPM, con el detalle de cada mina. Sin embargo, para el año 1997, no existen datos detallados por minas para los estados do Rio Grande do Sul y Paraná y para el año 2000 no hay datos de ninguno de los estados. El Anuario Mineral

Brasileño del DNPM ofrece la producción de carbón ROM por estado, para el período de 1996 al 2000 y de los productos beneficiados en el período de 1996 al 2005. Considerando que los datos de ROM del Anuario para 1999 y el 2000 aumentaron mucho en relación a los años anteriores y no hay continuidad a partir de entonces, se decidió no utilizar los valores de producción de ROM de ese Anuario.

La participación del carbón mineral y de sus subproductos en la oferta de energía primaria en Brasil pasó del 6,8% en 1990 al 6,4% en el 2005. La participación del carbón mineral en la oferta de energía primaria supera la producción nacional, debido a la importación por diversos sectores.

**Cuadro 3.20 Producción de carbón run-of-mine**

Carbón Run-Of-Mine (ROM)	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	Producción (t)				%
<b>Minas a cielo abierto</b>					
Rio Grande do Sul	3.577.545	3.643.478	5.950.038	4.250.367	18,8
Santa Catarina	21.970	397.972	383.873	131.720	499,5
Paraná	0	0	0	0	NA
Total minas a cielo abierto	3.599.515	4.041.450	6.333.911	4.382.087	21,7
<b>Minas subterráneas</b>					
Rio Grande do Sul	213.527	111.134	53.058	0	-100,0
Santa Catarina	6.231.261	5.255.499	5.571.109	6.300.417	1,1
Paraná	239.313	304.657	108.225	287.573	20,2
Total minas subterráneas	6.684.101	5.671.290	5.732.392	6.587.990	-1,4
<b>Total Brasil</b>	<b>10.283.616</b>	<b>9.712.740</b>	<b>12.066.303</b>	<b>10.970.077</b>	<b>6,7</b>

### Emisiones de Metano

El tenor de metano presente en el carbón está relacionado a factores como el *rank* (grado de carbonificación de la materia vegetal de origen), profundidad de la capa y propiedades físico-químicas, entre otras. Sin embargo, existen factores geológicos relevantes que afectan el equilibrio dinámico del metano presente en la capa de carbón.

Para este Inventario, hubo un esfuerzo inicial en busca de factores de emisión que reflejasen mejor la realidad brasileña de la minería y del proceso de beneficio del carbón mineral. Los factores de emisión sugeridos por el IPCC fueron confrontados con mediciones realizadas en algunas capas de carbón tanto de Rio Grande do Sul, como de Santa Catarina. Fue hecha una correlación entre las características geológicas de las minas/capas muestreadas, con sus características referentes a la cantidad y calidad del carbón ROM (*run-of-mine*) y también del carbón energético producido en el país.

Los resultados obtenidos a través del desarrollo de la parte experimental muestran que el carbón brasileño presenta un factor de emisión de metano menor que los factores mínimos indicados por el IPCC. Sin embargo, aún se considera la necesidad de definir valores efectivamente representativos para las minas de Brasil, orientados específicamente en las emisiones fugitivas derivadas de la extracción de carbón.

Por lo que fue observado, no se detectó la correlación que esperaba ser encontrada entre un carbón con mayor *rank* y las emisiones. En virtud de los resultados considerablemente inferiores a los intervalos de los factores de emisión del abordaje *Tier 1* del *Guidelines 1996*, y el hecho de ser las primeras investigaciones sobre los factores de emisión nacionales para el carbón mineral, se optó por adoptar los factores de emisión mínimos del abordaje *Tier 1*, no solo para la post minería, sino también, de forma coherente, para la propia minería. Tal medida tienen por objetivo resguardar la confiabilidad de los valores a ser calculados, considerando que la parte experimental mostró divergencias entre el

comportamiento previsto conceptualmente para las emisiones de metano y los resultados efectivamente encontrados en las minas muestreadas. Para el caso de las minas a cielo abierto, el valor mínimo nulo para la post minería fue descartado, habiendo sido utilizado un valor arbitrado, para que las emisiones medidas no fuesen desconsideradas. Así, se buscó adoptar los factores de emisión que más se aproximaban a la realidad nacional. Los factores adoptados en este Inventario están en el cuadro 3.21.

**Cuadro 3.21 Factores de emisión para emisiones fugitivas de CH<sub>4</sub>**

Factores de emisión para emisiones fugitivas de metano del carbón mineral	BAJO NIVEL DE EMISIÓN	
	Minería	Post minería
	(m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /t carbón)	
Minas subterráneas	10	0,9
Minas a cielo abierto	0,3	0,05

Las emisiones totales de CH<sub>4</sub> son exhibidas en el Cuadro 3.22. De ese total, las minas subterráneas contribuyeron con un 89,8%, las minas a cielo abierto con un 1,8%, y las emisiones de las actividades post minería con un 8,4%.

**Cuadro 3.22 Emisiones de CH<sub>4</sub> de las minas de carbón**

Emisiones de la minería y post minería del carbón	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	Gg				%	
<b>Minería a cielo abierto</b>						
Rio Grande do Sul	0,72	0,73	1,2	0,85	1,7	18,8
Santa Catarina	0,004	0,080	0,077	0,026	0,1	499,5
Paraná	-	-	-	-	0,0	NA
<b>Total</b>	<b>0,72</b>	<b>0,81</b>	<b>1,27</b>	<b>0,88</b>	<b>1,8</b>	<b>21,7</b>
<b>Minería minas subterráneas</b>						
Rio Grande do Sul	1,43	0,74	0,36	0,00	0,0	-100,0
Santa Catarina	41,75	35,21	37,33	42,21	85,9	1,1
Paraná	1,60	2,04	0,73	1,93	3,9	20,2
<b>Total</b>	<b>44,78</b>	<b>38,00</b>	<b>38,41</b>	<b>44,14</b>	<b>89,8</b>	<b>-1,4</b>
<b>Post minería</b>						
Rio Grande do Sul	0,25	0,19	0,23	0,14	0,3	-42,7
Santa Catarina	3,76	3,18	3,37	3,80	7,7	1,2
Paraná	0,14	0,18	0,07	0,17	0,4	20,2
<b>Total</b>	<b>4,15</b>	<b>3,56</b>	<b>3,67</b>	<b>4,12</b>	<b>8,4</b>	<b>-0,8</b>
<b>Total Brasil</b>	<b>49,66</b>	<b>42,37</b>	<b>43,35</b>	<b>49,14</b>	<b>100</b>	<b>-1,0</b>

### Emisiones de dióxido de carbono

El carbono presente en el carbón mineral puede ser convertido en emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de la combustión espontánea en el almacenado y en los desechos, así como en el consumo final. Se considera en este Inventario que todo el carbón ROM extraído fue procesado, teniendo como resultado carbón lavado y desechos. Para la evaluación de las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de la combustión espontánea en pilas de desechos, se estimó la cantidad de desechos por medio de los registros en las empresas, los balances de masa y del tenor medio de carbono en el carbón mineral ROM y los productos beneficiados. En esa evaluación fue

considerado el carbón ROM como un producto que no permanece como tal en la mina después de la extracción, siendo inmediatamente beneficiado o vendido.

Un factor limitante para los cálculos de las emisiones de CO<sub>2</sub> es el desconocimiento del tiempo de stock de los carbones *run-of-mine* y lavado, así como de las pilas de desechos. Se consideró, para este trabajo, que las minas solo producen carbón bajo encomienda o con mercado consumidor garantizado, y por lo tanto, no administran stocks. Se consideró, también, que todo el carbono presente en el carbón ROM fue transferido tanto para los productos beneficiados como

para los desechos, siendo las pérdidas del proceso contabilizadas en los desechos. Como en Santa Catarina también hubo un proceso de beneficio de desechos, fueron estimados los porcentajes de carbono presentes en esos desechos, y el carbono así calculado fue acrecentado al carbono en el carbón *run-of-mine* para el balance de masa. Para el cálculo

de las emisiones de CO<sub>2</sub>, se utilizó un factor de oxidación de 50% para los desechos.

Las estimativas de las emisiones de CO<sub>2</sub> de los depósitos de carbón y pilas de desechos pueden ser observadas en el Cuadro 3.23 separadamente y para los estados productores.

**Cuadro 3.23 Emisiones de CO<sub>2</sub> de las minas de carbón**

Cálculo de las emisiones de CO <sub>2</sub> de las pilas de desechos	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
<b>Carbono en el carbón Run-of-Mine (t)</b>					<b>%</b>
Rio Grande do Sul	890.966	915.713	1.437.521	903.529	1,4
Santa Catarina	1.438.429	1.386.489	1.390.053	1.396.938	-2,9
Paraná	58.870	69.271	24.892	66.142	12,4
Brasil	2.388.265	2.371.473	2.852.467	2.366.608	-0,9
<b>Carbono en los productos (t)</b>					<b>%</b>
Rio Grande do Sul	785.152	808.804	1.110.518	935.743	19,2
Santa Catarina	812.407	768.842	1.013.524	910.669	12,1
Paraná	52.684	58.549	24.167	30.429	-42,2
Brasil	1.650.244	1.636.195	2.148.209	1.876.842	13,7
<b>Carbono en los desechos (t)</b>					<b>%</b>
Rio Grande do Sul	105.814	106.909	327.004	0	-100
Santa Catarina	626.022	617.647	376.529	486.268	-22,3
Paraná	6.186	10.722	725	35.712	477,3
Brasil	738.022	735.278	704.258	521.981	-29,3
<b>Emisiones (Gg CO<sub>2</sub>)</b>	<b>1.353,0</b>	<b>1.348,0</b>	<b>1.291,1</b>	<b>957,0</b>	<b>-29,3</b>

### 3.1.3.2 Emisiones fugitivas del petróleo y del gas natural

En esta categoría están incluidas las emisiones de la producción, procesamiento, transporte y uso del petróleo y del gas natural y de la combustión no relacionada a la producción. Son estimadas, por lo tanto, las emisiones antrópicas de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O debido a las actividades de petróleo y gas natural. Las áreas cuyas fuentes de emisiones fugitivas están contempladas son: Exploración y Producción (E&P), Refino y Transporte.

Las emisiones asociadas al petróleo y al gas natural incluyen las emisiones fugitivas de CH<sub>4</sub> durante la extracción de petróleo y gas natural (*venting*), durante el transporte y distribución en conductos y navíos y durante su procesamiento en las refinerías. Son también consideradas las emisiones de CO<sub>2</sub> por combustión no útil (*flaring*) en las plataformas

de extracción de petróleo y gas natural y en las unidades de refinerías. Fueron contemplados los siguientes procesos y equipamientos:

- E&P: Ventilación de gas, tanques de *flash* de metano, proceso de deshidratación a glicol, proceso de remoción de CO<sub>2</sub> del gas (MEA/DEA), pasajes de *pig* en líneas, fugitivas en componentes de líneas (flanges, conectores, válvulas, sellos de bomba y compresor, drenados y otros) y *flare*;
- Refino: Regenerador del FCC, Unidades de Generación de Hidrógeno (UGH), fugitivas en componentes de líneas (flanges, conectores, válvulas, sellos de bomba y compresor, drenados y otros) y *flare* y;
- Transporte: descompresión de líneas, fugitivas en componentes de líneas (flanges, conectores, válvulas, sellos de bomba y compresor, drenados y otros), gasoducto y *flare*.



El uso de petróleo y gas natural, o de sus derivados, para uso interno en la producción de energía y transporte, es considerado como combustión, y por lo tanto, tratado en otra sección del sector energético.

Los datos de producción de petróleo condensado y líquidos de gas natural – LGN, fueron utilizados en los cálculos de emisiones fugitivas del área de Exploración y Producción (E&P) y para las estimativas de emisiones del área de Refino, fueron utilizados datos de volumen de carga procesada

en las refinerías. Los datos fueron obtenidos en el SIGEA para los años del 2003 al 2005. En años anteriores al 2003 el SIGEA aún no estaba implementado. De este modo, fue hecha una extrapolación de las emisiones, tomándose como base los datos de producción de petróleo y gas para el área de E&P y carga de petróleo procesado para el Refino. Los datos de producción de petróleo y gas fueron obtenidos en la página de Internet de la Petrobras para el período completo del Inventario, y son presentados en el Cuadro 3.24 para los años 1990, 1994, 2000 y 2005.

**Cuadro 3.24 Producción de Petróleo Condensado y Líquidos de Gas Natural**

Producción	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	(Mbpd <sup>1</sup> )				%	
Petróleo condensado	631.256	668.024	1.234.454	1.604.413	95,3	154,2
LGN	22.372	24.809	36.270	79.642	4,7	256,0
<b>Total</b>	<b>653.628</b>	<b>692.832</b>	<b>1.270.725</b>	<b>1.684.054</b>	<b>100</b>	<b>157,6</b>

La carga procesada en las refinerías fue obtenida en la página de Internet de la Petrobras entre los años 1998 y 2008. Para los años entre 1990 y 1997 el volumen de carga procesada fue obtenido en el BEN. Los datos para los años 1990, 1994, 2000 y 2005 pueden ser observados en el Cuadro 3.25.

**Cuadro 3.25 Volumen de petróleo procesado en las refinerías de la Petrobras**

1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
(Mbpd)				%
1.174	1.266	1.626	1.829	55,8

El Cuadro 3.26 muestra las emisiones estimadas de acuerdo a la metodología *Tier 2* (IPCC, 1997). Las emisiones de CH<sub>4</sub> incluyen las que son liberadas durante la producción de petróleo y gas natural (*venting*), transporte, refino y stock. En lo relativo a las emisiones de CH<sub>4</sub>, se nota una participación mayor del área de E&P en las emisiones totales del subsector, habiendo aumentado su participación de un 84% en 1990 al 90% en el 2005. Las emisiones de CO<sub>2</sub> son aquellas relacionadas a las actividades de *flaring*. Como consecuencia del aumento de la producción, se observa, en el período de 1990 al 2005, un aumento del 110% en las emisiones totales de CO<sub>2</sub>. En el caso de las emisiones fugitivas de N<sub>2</sub>O, también hay una participación mayor de E&P. En el período del Inventario, la E&P aumentó su participación, aproximándose al 90% en el 2005.

**Cuadro 3.26 Emisiones fugitivas de petróleo y gas natural**

Gas	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	Gg				%
CO <sub>2</sub>	6.224,7	6.680,2	9.578,6	12.797,5	105,6
CH <sub>4</sub>	41,7	44,4	78,2	147,9	254,5
N <sub>2</sub> O	0,069	0,073	0,126	0,218	217,6

La producción de petróleo condensado presentó un crecimiento del 154% en el período de 1990 al 2005, mientras que la de LGN creció un 256%, lo que se refleja en un aumento de emisiones fugitivas del área de E&P. En relación a las actividades de E&P, las emisiones fugitivas de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y de N<sub>2</sub>O aumentaron, respectivamente, 243%, 278% y 256% en el período entre 1990 y el 2005.

Las emisiones referentes a las actividades de refino también presentan crecimiento en el intervalo de 1990 al 2005. En términos de producción, se observa un aumento del 56% del volumen de carga procesada en las refinerías de la Petrobras, aumentando de 68.136 x 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/año en 1990 a 106.138 x 10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>/año en el 2005. Por consecuencia, las emisiones fugitivas del área de Refino aumentaron un 53,5% para el CO<sub>2</sub>, un 62,8% para el CH<sub>4</sub> y un 64,1% para el N<sub>2</sub>O.



Marcos Teixeira



# Procesos Industriales

## 3.2 Procesos Industriales

El sector industrial es responsable por una parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles fósiles. Además de esas emisiones, que son incluidas en el ítem 3.1.2, referente al sector de Energía, algunas industrias generan gases de efecto invernadero como subproducto de sus procesos productivos.

Los principales procesos industriales que generan emisiones de CO<sub>2</sub> en Brasil son la siderurgia, la producción de cemento, la producción de cal, la producción de aluminio y la producción de amonio. Las emisiones de N<sub>2</sub>O ocurren principalmente en el proceso de producción de ácido adípico. Durante la producción de aluminio pueden ocurrir emisiones de PFCs (CF<sub>4</sub> y C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>). Las emisiones de HFCs se dan durante su utilización en el sector de refrigeración y durante la producción de HCFC-22. Durante la producción de aluminio, también hay emisiones de CO. El principal proceso generador de NO<sub>x</sub> es la producción de papel y celulosa. El subsector de alimentos y bebidas es responsable por la gran mayoría de las emisiones de COVDM por los procesos industriales.

### 3.2.1 Productos minerales

#### 3.2.1.1 Producción de cemento

En el 2007, Brasil ocupaba la 10ª posición en la producción de cemento en el mundo, con el 1,7% de la producción mundial, siendo el mayor productor de cemento de América Latina, con un 30% de la producción de la región. El cemento es producido en diversas Unidades de la Federación, siendo Minas Gerais el mayor estado productor, con un 24,3% del total producido en el país en el 2008. São Paulo quedó en segundo lugar, con el 15,7%, seguido por Paraná, con el 10,2%, y Rio de Janeiro, con el 6,0%. Los demás estados produjeron el 43,7%.

El cemento Portland es, básicamente, una mezcla de clinker con yeso. El clinker es obtenido a partir de la calcinación de calcáreo (CaCO<sub>3</sub>), proceso donde hay emisiones de CO<sub>2</sub>. En el 2005, la producción de cemento fue de 39 millones de toneladas y la de clinker alcanzó los 26 millones de toneladas. Cuadro 3.27 presenta un resumen de los datos para el período de 1990 al 2005.

**Cuadro 3.27 Producción de cemento y clinker**

Producto	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	(10 <sup>3</sup> t)				%
Cemento	25.848	25.230	39.901	38.706	49,7
Clinker	20.161	18.412	29.227	26.307	30,5

Fuente: Sindicato Nacional das Indústrias de Cimento - SNIC, 2009

A escala mundial, aproximadamente el 90% de las emisiones de CO<sub>2</sub> oriundas de la fabricación de cemento se dan durante la producción de clinker, ya sea en la calcinación/descarbonatación de la materia prima, o con la quema de combustibles en el interior del horno. La parte restante es resultado del transporte de materias primas y de las emisiones por el consumo de energía eléctrica en la fábrica. Las emisiones relatadas en este Sector de Procesos Industriales son apenas las de la calcinación/descarbonatación de la materia prima.

La industria del cemento nacional tiene tradición en el uso de cementos con adiciones, con el aprovechamiento de subproductos de otras actividades (como residuos siderúrgicos y cenizas de termoeléctricas) y materias primas alternativas. Esa adición es realizada hace más de 50 años en el país, práctica que solo más recientemente pasó a ser adoptada en el mundo, y que además de diversificar las aplicaciones y características específicas del cemento, posibilita la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, tanto por la disminución de la producción de clinker, como por la reducción del uso de combustibles fósiles.

Más del 90% del cemento brasileño se presenta mezclado a otros compuestos, debiendo destacarse una reducción en el contenido medio de clinker en el cemento, pasando del 78%, en 1990, al 68% en el 2005, siendo una substitución superior al promedio mundial. El valor *default* del IPCC para el contenido de clinker en el cemento es de 98%.

Por ese motivo, las emisiones de CO<sub>2</sub> en la industria del cemento fueron estimadas a partir de la producción de clinker y no a partir de la producción de cemento. En el presente inventario fue utilizada una metodología más detallada, a partir de estudios realizados desde el 2001 en base a la metodología sectorial adoptada por la *Cement Sustainability Initiative - CSI*, y compatible con el abordaje *Tier 3* del *Guidelines 2006*. Los resultados están resumidos en la Cuadro 3.28.

**Cuadro 3.28 Emisiones de CO<sub>2</sub> del proceso de descarbonatación del calcáreo en la producción de clinker de la industria del cemento**

Fuente de CO <sub>2</sub>	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	Gg				%
Producción de clinker	11.062	10.086	16.047	14.349	29,7

### 3.2.1.2 Producción de cal y otros usos del calcáreo y de la dolomita

En el 2005, Brasil era responsable por el 5,1% de la producción mundial de cal, siendo el sexto mayor productor, antecedido por China, Estados Unidos, Japón, Rusia y Alemania, en ese orden. En ese año, la producción de cal en Brasil estaba localizada, principalmente, en los estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro y Espírito Santo.

La cal es un producto con diversas aplicaciones, entre las cuales se pueden destacar la metalurgia, la construcción civil, la industria de papel y celulosa, el tratamiento de agua y de efluentes, el control de pH y la estabilización de suelos.

El término cal es utilizado, en la literatura brasileña y en las normas de la Asociación Brasileña de Normas Técnicas, para designar el producto compuesto por óxido de calcio (CaO) y por óxido de calcio y magnesio (CaO.MgO), resultantes de la calcinación de calcáreos, calcáreos magnesia-

nos y dolomíticos. La cal es clasificada según el porcentaje de óxido de calcio total.

Así, al referirse a un tipo de cal, se hace referencia en realidad a una gama de productos, con composiciones de CaO y CaO.MgO variables.

La cal es formada por el calentamiento del calcáreo para descomponer los carbonatos, en un proceso denominado como calcinación o descarbonatación. Eso es hecho a altas temperaturas en un horno rotativo, proceso que libera CO<sub>2</sub>. La cal hidratada es obtenida a partir de la cal virgen, con operaciones de adición de agua. La dolomita (CaCO<sub>3</sub>.MgCO<sub>3</sub>) puede también ser procesada a altas temperaturas para obtenerse cal dolomítica (y liberación de CO<sub>2</sub>).

El Cuadro 3.29 presenta la producción de cal virgen y cal hidratada (Ca(OH)<sub>2</sub> o Ca(OH)<sub>2</sub>.Mg(OH)<sub>2</sub>), para algunos años del período 1990-2005.

**Cuadro 3.29 Producción de cal en Brasil**

Producto	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	(10 <sup>3</sup> t)				%
Cal virgen - asociados a la ABPC	1.335	1.498	1.595	2.189	64,0
Cal virgen - producción cautiva	1.048	1.378	1.546	1.392	32,8
Cal virgen - no asociados a la ABPC	646	599	1.491	1.521	135,3
Cal virgen total	3.029	3.475	4.632	5.102	68,4
Cal hidratada - asociados a la ABPC	978	1.122	1.244	1.165	19,1
Cal hidratada - no asociados a la ABPC	893	828	682	720	-19,3
Cal hidratada total	1.871	1.950	1.926	1.885	0,8
<b>Total</b>	<b>4.900</b>	<b>5.425</b>	<b>6.558</b>	<b>6.987</b>	<b>42,6</b>

Fuente: ABPC

De manera similar a los procesos de producción del cemento y de cal, hay otros procesos donde el calcáreo y la dolomita son sometidos a altas temperaturas, siendo liberado CO<sub>2</sub>, al mismo tiempo en que la cal también producida entra en diversas otras reacciones. En ese ítem, están englobados los procesos que incluyen la calcinación de calcáreo y dolomita, además de los procesos relativos al cemento y a la cal, habiendo sido analizadas la siderurgia, la producción de vidrio y la producción de magnesio.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción de cal y las vinculadas a otros usos del calcáreo y de la dolomita están presentadas en el Cuadro 3.30.

**Cuadro 3.30 Emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción de cal y otros usos del calcáreo y de la dolomita**

Fuente de CO <sub>2</sub>	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	Gg				%
Producción de cal	3.688	4.098	5.008	5.356	45,2
Otros usos del calcáreo y de la dolomita	1.630	1.480	1.756	1.812	11,2

### 3.2.1.3 Producción y consumo de barrilla

La barrilla (carbonato neutro de sodio, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) es usado como insumo en un gran número de industrias, incluyendo la manufactura de vidrio, jabón y detergente, producción de papel y de pulpa de celulosa y tratamiento de agua.

Cuatro diferentes procesos pueden ser usados comercialmente para producir barrilla. Tres de ellos son denominados como procesos naturales y usan trona como insumo básico. El cuarto, el proceso Solvay, es clasificado como proceso sintético. Los procesos naturales son los únicos que producen emisiones de CO<sub>2</sub> durante la fabricación de barrilla. La producción brasileña, descontinuada a partir del 2002, usaba el proceso sintético, y por lo tanto, ninguna emisión líquida fue producida.

Hay emisiones de CO<sub>2</sub> cuando la barrilla es consumida en la industria. Los datos sobre producción, importación y exportación de barrilla en Brasil son mostrados en el Cuadro 3.31.

**Cuadro 3.31 Producción, importación, exportación y consumo de barrilla**

Producto	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	t				%
Producción	195.893	219.471	190.616	0	-100,0
Importación	242.788	231.827	393.845	597.888	146,3
Exportación	0	255	4	2	NA
Consumo	438.681	451.043	584.457	597.886	36,3

Fuente: ABIQUIM.

Las estimativas de las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron hechas basándose en el valor default del IPCC y son presentadas en el Cuadro 3.32.

**Cuadro 3.32 Emisiones de CO2 por el consumo de barrilla**

Fuente de CO <sub>2</sub>	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	Gg				%
Uso de barrilla	182	187	243	248	36,3

### 3.2.2 Industria química

Varios procesos productivos de la industria química nacional tienen como resultado emisiones de gases de efecto invernadero - CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O - como también de gases de efecto invernadero indirecto - CO, NO<sub>x</sub> y COVDM.

Con el avance de las tecnologías de producción de biocombustibles, la industria química nacional ha comenzado a

sustituir los combustibles fósiles, utilizados como materia prima en sus procesos productivos, por combustibles de origen renovable. Tal acción tiene como objetivo la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el proceso. Adicionalmente, nuevas tecnologías de control de N<sub>2</sub>O han sido adoptadas, principalmente para la producción de los ácidos adípico y nítrico, que eran responsables por las mayores emisiones de este tipo de gases de efecto invernadero.

Los gases de efecto invernadero directo fueron estimados a partir del *Guidelines 2006*, y los de efecto invernadero indirecto fueron calculados por el *Guidelines 1996*.

#### 3.2.2.1 Producción de amonio

El amonio es uno de los productos químicos básicos, producido en grandes cantidades, utilizado como fuente de nitrógeno. Es materia prima para la fabricación de urea, el principal fertilizante nitrogenado, y para la producción de ácido nítrico, intermediario en la producción de nitrato de amonio fertilizante y nitrato de amonio explosivo.

La producción de amonio requiere una fuente de hidrógeno y otra de nitrógeno. La fuente de nitrógeno es el aire atmosférico. El hidrógeno puede ser obtenido de diferentes materias primas como, listadas a seguir: residuo asfáltico, gas residual de refinería, gas natural, nafta petroquímica y hasta etanol.

Como subproducto de la fabricación de amonio, es generado CO<sub>2</sub>, liberado a la atmósfera. Cuando están integradas con una planta de urea o de metanol, una parte del CO<sub>2</sub> es utilizada como materia prima en la producción de esos productos; alternativamente, el CO<sub>2</sub> también puede ser recuperado para su utilización como fluido refrigerante, en la carbonatación de líquidos y como gas inerte. Sin embargo, en todos esos casos, el CO<sub>2</sub> utilizado no es descontado de las emisiones de la producción del amonio, pues esas retenciones en productos tienen una vida corta.

Las emisiones relativas a la producción de amonio fueron estimadas en base a la medición de los combustibles utilizados como materias primas en el proceso.

Considerando las materias primas utilizadas en Brasil y sus respectivos factores de emisión (residuo asfáltico: 2,0 t CO<sub>2</sub>/t amonio, gas de refinería: 1,3 t CO<sub>2</sub>/t amonio y gas natural: 1,2 t CO<sub>2</sub>/t amonio), se obtuvo un valor medio para el factor de emisión nacional de 1,46 t CO<sub>2</sub>/t amonio. Ese factor fue aplicado a todos los años del período de 1990 al 2005.

La producción de amonio es presentada en Cuadro 3.33, y las correspondientes emisiones de CO<sub>2</sub> aparecen en el Cuadro 3.34.

### 3.2.2.2 Producción de ácido nítrico

El ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) es un compuesto inorgánico usado principalmente en la fabricación de fertilizantes sintéticos. Es el compuesto más importante como insumo en la fabricación de ácido adípico, como intermediario en la producción de ácido nítrico concentrado, para agente de nitración de compuestos orgánicos, y también en la fabricación de explosivos.

El proceso de producción tradicional y comercialmente disponible del ácido nítrico incluye la oxidación catalítica de amonio con el aire y las reacciones subsiguientes de los productos de la oxidación con el agua, a través del proceso de Ostwald, con generación de N<sub>2</sub>O como subproducto. Además, puede haber emisiones de NO<sub>x</sub> no derivadas de combustión.

En las unidades de producción en Brasil, que comprenden plantas de baja y media presión y al vacío, hay un control de las emisiones de NO y NO<sub>2</sub> (óxido nítrico y dióxido de nitrógeno, genericamente denominados como NO<sub>x</sub>), de acuerdo a los estándares establecidos por los órganos de control del medio ambiente. Las tecnologías utilizadas en el país para el control de esas emisiones son: absorción extendida; destrucción catalítica no selectiva, y destrucción catalítica selectiva.

A partir del fin del año 2006 comenzaron a ser desarrolladas en Brasil actividades de proyecto de MDL, que incluyeron la instalación de catalizadores secundarios para la destrucción de N<sub>2</sub>O.

Las emisiones de N<sub>2</sub>O fueron estimadas con diferentes métodos, dependiendo de la planta.

Para aquellas plantas que realizaron actividades de proyecto de MDL, fue posible la aplicación del método más exacto, con mediciones directas de emisiones, que tienen como resultado factores de emisiones específicos para cada planta. Para las demás fue utilizado el método simplificado, con aplicación de factores de emisión *default* del *Guidelines 2006*.

Para las emisiones de NO<sub>x</sub> fue aplicado el factor de emisión específico del país, 1,75 kg NO<sub>x</sub>/t ácido nítrico, según dispone la ABIQUIM, debido al control de emisiones de esos gases en el país.

La producción de ácido nítrico es presentada en el Cuadro 3.33, y las emisiones de N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub> correspondientes aparecen en el Cuadro 3.34.

### 3.2.2.3 Producción de ácido adípico

El ácido adípico es un sólido cristalino blanco que es utilizado como intermediario en la fabricación de fibras sintéticas, plásticos, poliuretanos, elastómeros y lubricantes sintéticos. Comercialmente es el más importante ácido alifático dicarboxílico, usado en la fabricación de poliéster y *nylon* 6.6.

La única planta de ácido adípico en Brasil, utiliza la tecnología de producción de dos fases. La primera de ellas incluye la oxidación del ciclohexano para formar la mezcla ciclohexanona/ciclohexanol. La segunda fase incluye el proceso de oxidación del ciclohexanol por medio del ácido nítrico. En esta última fase, es emitido el N<sub>2</sub>O. La producción de ácido adípico también tiene como resultado emisiones de CO y NO<sub>x</sub>.

En el final del año 2005 fue registrado en el Consejo Ejecutivo del MDL un proyecto para destrucción del N<sub>2</sub>O de esa fábrica. Fue construida una instalación dedicada a la conversión, a alta temperatura, de óxido nitroso en nitrógeno, en el proceso de descomposición térmica del N<sub>2</sub>O.

El factor de emisión de N<sub>2</sub>O medido corresponde a 0,270 t N<sub>2</sub>O/t ácido adípico, aplicado al período de 1990 al 2006. Después de la implementación del proyecto de MDL, en el 2007, hubo una reducción significativa en las emisiones, donde el nuevo factor de emisión, también obtenido por mediciones, fue de 0,00625 t N<sub>2</sub>O/t ácido adípico.

En relación a los gases de efecto invernadero indirecto, los mismos fueron estimados con factores de emisión nacionales, debido al control de emisiones de esos gases en el país. Las emisiones de CO fueron estimadas con el factor de 16 kg CO /t ácido adípico, mientras que para las emisiones de NO<sub>x</sub> fue aplicado el factor de emisión de 5 kg NO<sub>x</sub>/t ácido adípico.

La producción de ácido adípico es presentada en el Cuadro 3.33 y las emisiones de N<sub>2</sub>O, CO y NO<sub>x</sub> correspondientes, aparecen en el Cuadro 3.34.

### 3.2.2.4 Producción de caprolactama

El uso industrial primario de la caprolactama es como monómero en la producción de *nylon*-6. Ese producto químico también es usado en la fabricación de plásticos, cerda, film, coberturas, alfombras, cuero sintético, plastificantes y pinturas automovilísticas. Una de sus características es la de ser biodegradable, alcanzando una remoción de hasta el 94% de la demanda química de oxígeno en sistemas de lodos activados.

La producción brasileña de caprolactama parte de la hidrogenación del benceno a ciclohexano, oxidación a ciclohexanol y ciclohexanona con ácido nítrico, etapa en que es generado el  $N_2O$ , seguida por la deshidrogenación del ciclohexanol producido y la posterior reacción con sulfato.

Las emisiones de  $N_2O$  se basan en mediciones de las plantas, adoptándose el valor medio resultante de 6 kg  $N_2O$  / t caprolactama.

La producción de caprolactama es presentada en el Cuadro 3.33, y las correspondientes emisiones de  $N_2O$  aparecen en el Cuadro 3.34.

### 3.2.2.5 Producción y uso de carburo de calcio

El carburo de calcio ( $CaC_2$ ) es producido a partir de la calcinación del calcáreo y de la subsiguiente reducción de la cal con coque de petróleo o carbón vegetal. Esos dos tipos de agentes reductores son utilizados en Brasil. Las emisiones relativas a la producción de cal son informadas en el ítem específico de la cal. De la reacción de producción del carburo de calcio, apenas son consideradas las emisiones relativas al uso del coque de petróleo, de origen fósil.

Cerca del 67% del carbono contenido en el coque de petróleo queda retenido en el producto final ( $CaC_2$ ). El uso posterior del carburo de calcio, tanto en la siderurgia como en la producción de acetileno, acaba resultando en más emisiones de  $CO_2$ .

Las emisiones de  $CO_2$  asociadas a la producción de carburo de calcio -  $CaC_2$ , fueron estimadas a partir de los datos de consumo de coque de petróleo, utilizándose el factor de emisión *default* de 1,7 t  $CO_2$  / t coque consumido. Para el consumo, fue usado el factor de emisión 1,10 t  $CO_2$  / t  $CaC_2$  consumido, desconsiderándose las emisiones que ocurren después de la exportación del producto, que es de cerca del 15% de la producción nacional.

Los datos de la producción de carburo de calcio están protegidos por sigilo industrial. Sin embargo, las emisiones correspondientes están presentadas en el Cuadro 3.34.

### 3.2.2.6 Producción de dióxido de titanio

El dióxido de titanio, también conocido como óxido de titanio (IV), se encuentra en la naturaleza. Cuando es usado como pigmento, es llamado de titanio blanco o pigmento blanco. Tal compuesto es utilizado en una gran variedad de aplicaciones, como en pinturas y tintas, en protectores solares, e inclusive como colorante alimentario.

Para la producción de dióxido de titanio existen dos rutas tecnológicas: la del ácido sulfúrico y la del cloro. Apenas la segunda ruta genera gases de efecto invernadero. Como la industria instalada en el país utiliza la primera ruta, que es la más antigua y tiene como materias primas la ilmenita y la escoria, no fueron contabilizadas emisiones de esa fuente.

**Cuadro 3.33 Producción de amonio, ácido nítrico, ácido adípico y caprolactama**

Producto Químico	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	t				%
Amonio	1.152.563	1.156.830	1.139.109	1.316.154	14,2
Ácido Nítrico	295.824	326.489	336.025	363.422	22,9
Ácido Adípico	31.951	51.825	64.862	75.147	135,2
Caprolactama	42.059	50.838	56.005	49.655	18,1

Fuente: ABIQUIM.

**Cuadro 3.34 Emisiones de gases de efecto invernadero de la producción de amonio, carburo de calcio, ácido nítrico, ácido adípico y caprolactama**

Gas	Producto Químico	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
		t				%
$CO_2$	Amonio	1.682.742	1.688.972	1.663.099	1.921.585	14,2
	Carburo de Calcio	0	0	50.613	34.938	NA
$N_2O$	Ácido Nítrico	1.805	2.004	2.089	2.236	23,9
	Ácido Adípico	8.627	13.993	17.513	20.290	135,2
	Caprolactama	252	305	336	298	18,1
CO	Ácido Adípico	511	829	1.038	1.202	135,2
$NO_x$	Ácido Nítrico	518	571	588	636	22,9
	Ácido Adípico	160	259	324	376	135,2

### 3.2.2.7 Producción de petroquímicos y negro de carbón

La industria petroquímica utiliza como materias primas combustibles fósiles como el gas natural o productos de refinería como la nafta. Como parte del proceso productivo se obtiene una especie de hollín conocida como negro de carbón, a pesar de este no ser considerado como un producto petroquímico.

#### Metanol

El principal uso del metanol se da en la producción del formaldehído, aplicado en la producción de resinas para uso en la industria de móviles y compensados. También es usado en la producción de biodiesel, aunque, en esta aplicación, el metanol sea reciclable.

Las tecnologías de producción de metanol precisan hidrógeno, CO y CO<sub>2</sub>. En Brasil, el proceso utilizado es la síntesis a bajas y altas presiones, cuyas materias primas son el CH<sub>4</sub> y el CO<sub>2</sub>.

El gas natural, alimentado en el reactor de síntesis, utiliza la reforma primaria como proceso para la generación de hidrógeno y CO. La materia prima CO<sub>2</sub> es obtenida reciclando parcialmente el gas producido en la etapa de conversión del CO. Alternativamente, el CO<sub>2</sub> puede ser obtenido como subproducto de otro proceso productivo, como la producción de amonio, por ejemplo.

Los principales gases de efecto invernadero emitidos son: CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>, con emisiones estimadas con factores *default* de 0,267 t CO<sub>2</sub> / t metanol, y de 2,3 kg CH<sub>4</sub> / t metanol.

#### Etileno

El etileno es el hidrocarburo primario producido en mayor cantidad en el país y uno de los principales productos de la cadena de valor de la industria petroquímica. Es utilizado en el proceso de producción de plásticos, incluyendo los polietilenos de alta y baja densidad, cloruro de polivinilo, siendo también usado como materia prima para fabricación de cloruro de vinilo, óxido de etileno, etilbenceno y dicloroetano.

Universalmente, el etileno es producido a través del craqueamiento de materias primas petroquímicas. La producción de etileno también genera, como sustancias secundarias, propileno, butadieno y compuestos aromáticos. La ruta tecnológica utilizada en Brasil es el tradicional proceso de craqueamiento de nafta. Sin embargo, en el 2004 fue introducido, por primera vez, el gas natural como materia prima del proceso de pirólisis.

Los principales gases emitidos son CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>, además del COVDM. Las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron estimadas con el factor de emisión *default* de 1,73 t CO<sub>2</sub> / t etileno, corregido con el factor de 1,1 para considerar el mix de producción de la línea del proceso de craqueamiento a vapor, que incluye, además del etileno, propileno, butadieno, aromáticos y otros productos químicos. Para los otros gases fueron también utilizados factores *default* de 3 kg CH<sub>4</sub> / t etileno y de 1,4 kg COVDM / t etileno.

#### Dicloroetano y cloruro de vinilo (MVC)

El dicloroetano (1,2 dicloroetano) fue uno de los primeros hidrocarburos clorados, sintetizado en 1795, presentándose como un líquido oleoso de color claro con un olor endulzado de cloroformo. Es utilizado como intermediario en la producción de cloruro de vinilo - MVC, solventes, hidrocarburos policlorados, etilenglicol y otros. También es utilizado como solvente para grasas y aceites, para la limpieza industrial, como aditivo para combustibles y en formulaciones de solventes. El material es también bastante difundido en la extracción de productos naturales como esteroides, vitamina A, cafeína y nicotina.

El MVC es aplicado como intermediario en la producción del cloruro de polivinilo, ampliamente usado en la fabricación de materiales y cables eléctricos, material de construcción civil, tubos, conexiones y embalajes.

La producción de MVC y dicloroetano en Brasil utiliza la ruta tecnológica de cloración directa y oxiclación del etileno, siendo usado el cloruro de hidrógeno generado en el craqueamiento del dicloroetano. La planta de producción de MVC y dicloroetano puede operar como "proceso balanceado" entre los dos productos. Como el proceso no alcanza el 100% de conversión del etileno, un pequeño porcentaje de la materia prima no es convertida. Así, los gases exhaustos son tratados para eliminar los compuestos clorados formados en reacciones secundarias. El etileno no reaccionado es convertido en CO<sub>2</sub> y los compuestos clorados sufren un proceso de reducción catalítica. Así, los gases limpios son enviados para la atmósfera, cumpliendo las exigencias del órgano de control ambiental.

Los principales gases de efecto invernadero son el CO<sub>2</sub> y el CH<sub>4</sub>, además del COVDM, con emisiones estimadas con factores *default* de 0,294 t CO<sub>2</sub> / t cloruro de vinilo, de 0,0226 kg CH<sub>4</sub> / t cloruro de vinilo y de 8,5 kg COVDM / t cloruro de vinilo. Los cálculos valen para la producción integrada de los dos productos químicos.



### Óxido de etileno

El principal uso de óxido de etileno, es usado en el mundo para la producción de etilenglicol, comunmente conocido por su uso como un refrigerante automovilístico y como anticongelante. Ese producto químico también es utilizado en la producción de polímeros de poliéster, como intermediario en la producción de éteres, alcoholes superiores y aminas. En Brasil, el principal uso se da en la producción de glicoles. Adicionalmente, el óxido de etileno es largamente aplicado en la esterilización de provisiones médicas tales como ataduras, suturas, e instrumentos quirúrgicos.

El producto puede ser producido por dos rutas tecnológicas. La primera se inicia con la reacción del cloro sobre el etileno en la presencia de agua, seguida de la deshidrocloración de la clorhidrina de etileno formada. La segunda utiliza la oxidación directa del etileno por medio del aire. Esta última forma es el proceso adoptado en la producción del óxido de etileno en Brasil.

Los principales gases emitidos son CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>. Las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron estimadas por el balance de masa del carbono total de las materias primas utilizadas, teniendo como resultado el factor de 0,52 t CO<sub>2</sub> / t óxido de etileno; para el metano se usó el factor *default* de 1,79 kg CH<sub>4</sub> / t óxido de etileno.

### Acrilonitrilo

El acrilonitrilo es utilizado en la manufactura de fibras acrílicas, síntesis orgánicas, fumigantes, surfactantes y coloran-

tes. Los compuestos más conocidos que la utilizan son las gomas de NBR, las resinas ABS y la mezcla ABS/PA. Los principales gases emitidos en su producción en Brasil son el CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>, además de COVDM. Las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron estimadas por el balance de masa del carbono total de las materias primas utilizadas, teniendo como resultado el factor de 0,2325 t CO<sub>2</sub> / t acrilonitrilo; para los demás, se usaron los factores *default* de 0,18 kg CH<sub>4</sub> / t acrilonitrilo y 1 kg COVDM / t acrilonitrilo.

### Negro de carbón

El principal uso del negro de carbón es como aditivo en la goma para la fabricación de neumáticos. Otro uso importante es como pigmento en la fabricación de tintas y pinturas. En Brasil, ese hollín utiliza como principal materia prima el residuo aromático, asociado con aceite combustible pesado (nafténico), y gas natural o aceite combustible, como materia prima secundaria.

Los principales gases emitidos son el CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>. Las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron estimadas por el balance de masa del carbono total de las materias primas utilizadas, teniendo como resultado el factor de 0,52 t CO<sub>2</sub> / t óxido de etileno; para el metano, se usó el factor *default* de 1,79 kg CH<sub>4</sub> / t óxido de etileno.

Los datos de la producción de petroquímicos y negro de carbón son presentados en el Cuadro 3.35 y las emisiones correspondientes aparecen en el Cuadro 3.37.

**Cuadro 3.35 - Producción de petroquímicos y negro de carbón**

Producto Químico	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	t				%
Metanol	168.557	222.310	211.584	240.360	42,6
Etileno	1.499.714	1.895.754	2.633.818	2.699.831	80,0
Cloruro de Vinilo	480.415	409.757	424.732	609.207	26,8
Óxido de Etileno	127.221	163.473	256.035	297.183	133,6
Acrilonitrilo	78.000	76.522	87.361	76.780	-1,6
Negro de carbón	178.395	204.301	229.860	280.140	57,0

### 3.2.2.8 Ácido fosfórico

El ácido fosfórico es utilizado principalmente para la producción de fertilizantes fosfatados, siendo los más representativos el fosfato monoamónico, el fosfato diamónico, el superfosfato simple y el superfosfato triple.

Las materias primas utilizadas para la producción de ácido fosfórico son el ácido sulfúrico y la roca fosfática. Esta última contiene, en menor o mayor concentración, carbono inorgánico en la forma de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) que es parte integrante del mineral. El carbonato contenido en la roca reacciona con el ácido sulfúrico, produciendo como subproductos yeso agrícola y CO<sub>2</sub>.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron estimadas en base a la cantidad de carbono en el concentrado fosfático, estimada en 0,6%. El uso de concentrado fosfático es presentado en el Cuadro 3.36 y las emisiones de CO<sub>2</sub> correspondientes son mostradas en el Cuadro 3.37.

**Cuadro 3.36 Cantidad de roca fosfática consumida en la producción primaria de ácido fosfórico**

Materia 1 prima	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	t				%
Concentrado fosfático	2.817.000	3.937.000	4.725.106	5.631.000	99,9

**Cuadro 3.37 Emisiones de gases de efecto invernadero de petroquímicos, negro de carbón y ácido fosfórico**

Gas	Producto Químico	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
		t				%
CO <sub>2</sub>	Metanol	45.005	59.357	56.493	64.176	42,6
	Etileno	2.849	3.602	5.004	5.130	80,1
	Cloruro de vinilo	141.242	120.469	124.871	179.107	26,8
	Óxido de etileno	66.155	85.006	133.138	154.535	133,6
	Acrilonitrilo	18.135	17.791	20.311	17.677	-2,5
	Negro de carbón	354.827	406.355	457.191	453.266	27,7
	Ácido fosfórico	61.974	86.614	103.952	123.882	99,9
CH <sub>4</sub>	Metanol	388	511	487	553	42,5
	Etileno	4.499	5.687	7.901	8.099	80,0
	Cloruro de vinilo	10,9	9,3	9,6	13,8	26,6
	Óxido de etileno	228	293	458	532	133,3
	Acrilonitrilo	14,0	13,8	15,7	13,8	-1,4
	Negro de carbón	10,7	12,2	13,8	16,8	57,0
NO <sub>x</sub>	Negro de carbón	25	29	32	39	57,0
COVDM	Etileno	2.100	2.654	3.687	3.780	80,0
	Cloruro de vinilo	4.084	3.483	3.610	5.178	26,8
	Acrilonitrilo	78	77	87	77	-1,3

### 3.2.2.9 Producción de otros productos químicos

Para los productos químicos de esta sección, con su producción presentada en Cuadro 3.38, fueron calculadas las emisiones de gases de efecto invernadero indirecto con

factores de emisión *default*, listados en el Cuadro 3.39. Para la goma de butadieno estireno (SBR), el factor de emisión fue estimado por la ABIQUIM en 5,8 kg COVDM / t SBR. Las emisiones de COVDM correspondientes son presentadas en el Cuadro 3.40.

**Cuadro 3.38 Datos de actividad para otros productos químicos**

Producto Químico	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	t				%
ABS	27.000	32.100	33.000	33.000	22,2
Anhídrido ftálico	65.645	91.390	87.595	84.579	28,8
Goma de butadieno estireno (SBR)	184.692	209.409	236.627	212.205	14,9
Cloruro de vinilo monómero (MVC)	480.415	409.757	424.732	456.364	-5,0
Dicloroetano	538.183	499.934	541.335	581.366	8,0
Estireno	306.217	261.613	406.225	405.205	32,3
Etileno	1.499.714	1.895.754	2.633.818	2.699.831	80,0
Etilbenceno	441.007	345.514	436.577	395.024	-10,4
Formaldehído	177.391	261.775	357.262	508.680	186,8
Policloruro de vinilo PVC (Cloro de Polivinilo)	504.330	593.413	648.199	640.319	27,0
Poliestireno	134.332	153.641	175.575	317.434	136,3
Polietileno PEAD	322.219	478.549	891.050	812.160	152,1
Polietileno PEBD	626.028	609.248	646.832	681.686	8,9
Polietileno PELBD	-	133.433	333.756	442.274	NA
Polipropileno	303.841	521.540	847.639	1.212.200	299,0
Propeno	793.544	1.086.330	1.409.375	1.731.428	118,2

\* La producción de polietileno PELBD comenzó en el país en el año 1993.

**Cuadro 3.39 Factores de emisión de COVDM para otros productos químicos**

Producto químico	(kg COVDM / t producto químico)
ABS	27,2
Anhídrido ftálico	1,3
Goma de butadieno estireno (SBR)	5,8
Cloruro de vinilo monómero (MVC)	8,5
Dicloroetano	2,2
Estireno	18
Etileno	1,4
Etilbenceno	2
Formaldehído	5
Policloruro de vinilo PVC	1,5
Poliestireno	3,3
Polietileno PEAD	6,4
Polietileno PEBD	3
Polietileno PELBD	2
Polipropileno	12
Propeno	1,4

\*ABIQUIM.

**Cuadro 3.40 Emisiones de COVDM de la producción de otros productos químicos**

Producto Químico	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	t				%
ABS	734	873	898	898	22,2
Anhídrido ftálico	85	119	114	110	28,8
Goma de butadieno estireno (SBR)	1.071	1.215	1.372	1.231	14,9
Cloruro de vinilo monómero (MVC)	4.084	3.483	3.610	3.879	-5,0
Dicloroetano	1.184	1.100	1.191	1.279	8,0
Estireno	5.512	4.709	7.312	7.294	32,3
Etileno	2.100	2.654	3.687	3.780	80,0
Etilbenceno	882	691	873	790	-10,4
Formaldehído	887	1.309	1.786	2.543	186,8
Policloruro de vinilo PVC (Cloruro de Polivinilo)	756	890	972	960	27,0
Poliestireno	443	507	579	1.048	136,3
Polietileno PEAD	2.062	3.063	5.703	5.198	152,1
Polietileno PEBD	1.878	1.828	1.940	2.045	8,9
Polietileno PELBD	0	267	668	885	NA
Polipropileno	3.646	6.258	10.172	14.546	299,0
Propeno	1.111	1.521	1.973	2.424	118,2

\* La producción de polietileno PELBD comenzó en el país en el año 1993.

### 3.2.3 Industria metalúrgica

#### 3.2.3.1 Producción de hierro y acero

Brasil ocupó, en el 2006, la décima posición en el *ranking* de la industria de acero mundial, con una producción de 30,9 millones de toneladas, lo que representó aproximadamente un 2,5% de la producción mundial de acero, según muestra el Cuadro 3.41.

**Cuadro 3.41 Producción de acero bruto**

Producción de acero bruto	1970	1980	1990	2000	2005	2006
	(10 <sup>6</sup> t)					
Mundial - (A)	595,4	715,6	770,5	848,9	1.144,3	1.246,9
América Latina - (B)	13,2	28,9	38,2	56,1	62,9	62,7
Brasil - (C)	5,4	15,3	20,8	28,7	31,6	30,9
C/A %	0,9	2,1	2,7	3,4	2,8	2,5
C/B %	40,9	52,9	54,5	51,1	50,2	49,3
Posición relativa de Brasil en el mundo	18°	10°	9°	8°	9°	10°

Fuente: WSA/ILAF/IABr

Brasil es el mayor productor de acero en América Latina (59,3% de la producción total de acero bruto de la región), seguido por México y Argentina, con el 26 y el 8,9 %, respectivamente.

El parque brasileño cuenta con 11 usinas integradas y 14 semi-integradas, siendo que en el 2006, el 78,6% de la producción brasileña de acero bruto fue proveniente de las usinas integradas. La producción de esas usinas está resumida en el Cuadro 3.42.

**Cuadro 3.42 Producción de acero de las usinas integradas y semi-integradas**

Producción	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	(10 <sup>3</sup> t)				%
Acero bruto	20.340	24.764	28.148	31.025	52,5
Aceros especiales	474	572	510	625	32,0
<b>Total</b>	<b>20.814</b>	<b>25.336</b>	<b>28.658</b>	<b>31.650</b>	<b>52,1</b>

La siderurgia usa el carbono para la generación de energía y como agente reductor del mineral de hierro (ese último en el caso de usinas integradas). Una fracción de este carbono es incorporada a los productos y la otra parte es emitida como CO<sub>2</sub>, ya sea directamente en los gases siderúrgicos o después de la quema de los mismos.

Hasta un 75% de las emisiones de CO<sub>2</sub> oriundas de la fabricación de acero ocurren durante la producción de arrabio en altos hornos, o sea, en la etapa de reducción del mineral de hierro. El porcentaje restante es resultado del transporte de materias primas, de la generación de energía eléctrica y calor.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> oriundas de las plantas de producción de coque y cal son contabilizadas en el sector de Energía y en el subsector de producción mineral, respectivamente. Las emisiones provenientes del uso de combustibles para la producción de energía (centrales termoeléctricas) son incluidas en el sector de Energía. Las emisiones relativas al uso de la dolomita y calcáreo están englobadas en el subsector de producción mineral. En ese ítem son contabilizadas las emisiones de la sinterización/peletización y alto horno/acería.

Las usinas semi-integradas no tienen la etapa de reducción, y en consecuencia, consumen carbono básicamente con el objetivo de ajustes metalúrgicos y energéticos. El peso total del carbón vegetal en la fase de producción arrabio en las usinas integradas fue del 34,4% en el 2006. Además de las 25 usinas citadas, existen innumerables productores independientes de arrabio que utilizan apenas carbón vegetal para la reducción del mineral. Las emisiones de CO<sub>2</sub> del carbón vegetal no son aquí consideradas.

El consumo energético de las usinas siderúrgicas brasileñas es de aproximadamente 21 GJ/t acero. Ese número es cercano a la media mundial y coloca a las usinas brasileñas en el mismo nivel de las siderúrgicas de Europa y Japón.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron estimadas basándose en el balance de carbono de cada fase considerada, o sea, el carbono que entra en el proceso, menos el carbono que sale en los productos y/o gases energéticos, según un levantamiento hecho en cada usina. El resultado está resumido en el Cuadro 3.43.

**Cuadro 3.43 Emisiones de CO<sub>2</sub> de la sinterización, alto horno y acería**

Fuente de CO <sub>2</sub>	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	Gg				%
Sinterización	3.888	4.143	4.066	4.610	18,6
Alto horno y acería	20868	24.285	31.371	33.673	61,4
<b>Total siderurgia</b>	<b>24.756</b>	<b>28.428</b>	<b>35.437</b>	<b>38.283</b>	<b>54,6</b>

Fuente: Instituto Aço Brasil - IABr.  
Obs: Excluidas las emisiones de la coquería generación de energía, fabricación de cal y uso de calcáreo y dolomita.

### 3.2.3.2 Producción de hierros de alta liga

La denominación de hierros de alta liga está relacionada a la descripción de la concentración de hierro y uno o más metales, tales como el silicio, manganeso, cromo, molibdeno, vanadio y tungsteno. Tales ligas son usadas para desoxidar y alterar las propiedades físicas del acero. Las fábricas de hierros de alta liga producen compuestos concentrados que son despachados para las acerías para ser incorporados a las diversas ligas de acero. La producción de hierros de alta liga incluye el proceso metalúrgico de reducción, que tiene como resultado emisiones de CO<sub>2</sub>.

En la producción de hierros de alta liga, el mineral es derretido junto al coque y escoria a alta temperatura. Durante la fusión de los hierros de alta liga, la reacción de reducción ocurre a alta temperatura. El carbono captura el oxígeno de los óxidos metálicos para formar CO<sub>2</sub>, mientras que los minerales son reducidos a metales básicos derretidos. Consecuentemente, los metales presentes se combinan en la solución.

La metodología más adecuada es la de estimar las emisiones a partir de las cantidades usadas de agente reductor. Las emisiones también pueden ser estimadas a partir del volumen de producción. El IPCC sugiere valores *default*, suponiendo solamente la utilización de carbono fósil.

Los datos de producción nacional están dispuestos en el Cuadro 3.44.

**Cuadro 3.44 Producción brasileña de hierros de alta liga**

Producción	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	t				%
Hierros de alta liga (no incluye Si-metálico)	807.663	846.336	736.622	1.171.583	30,2

Fuente: Associação Brasileira dos Produtores de Ferroligas e de Silício Metálico - ABRAFE.

En Brasil, la producción de hierros de alta liga utiliza carbón vegetal predominantemente, llegando al 98% de la utilización según la ABRAFE.

A partir de esas informaciones, sería posible estimar la parte de la producción de hierros de alta liga que utiliza carbón mineral y coque, y que por lo tanto, emite CO<sub>2</sub>, el cual debe ser contabilizado. En este Inventario, dada la imposibilidad de separar las emisiones por combustión de las emisiones por reducción del mineral, todas fueron estimadas conjuntamente en el sector de Energía (sección 3.1).

### 3.2.3.3 Producción de aluminio

Brasil posee la tercera mayor reserva de bauxita del mundo. Ese factor, aliado al gran potencial hidráulico, a las condiciones geográficas favorables y a la tradición industrial brasileña en el área de la metalurgia, colocó al país en la sexta posición entre los mayores productores mundiales de aluminio primario en el 2008.

El aluminio primario es producido por medio de un proceso de reducción electrolítica. La reacción ocurre en un recipiente de carbono que actúa como cátodo y que contiene una solución electrolítica. El ánodo de carbono es

parcialmente sumergido en la solución y consumido a lo largo del proceso.

La electrólisis del óxido de aluminio produce aluminio fundido, que se deposita en el cátodo, y oxígeno, que se deposita en el ánodo y reacciona con el carbono, produciendo emisiones de CO<sub>2</sub>. Una cantidad de CO<sub>2</sub> es también producida cuando el ánodo reacciona con otras fuentes de oxígeno (como el aire). El proceso de producción de aluminio primario puede utilizar dos tipos principales de tecnología: Soderberg y Prebaked Anode. La distinción entre esas tecnologías está relacionada al tipo de ánodo utilizado. La producción brasileña de aluminio por tipo de tecnología está en el Cuadro 3.45.

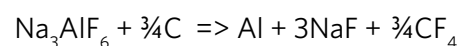
**Cuadro 3.45 Producción de aluminio primario por tipo de tecnología**

Tecnología	Tipo	Fábrica	Localidad	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
				t				%
Soderberg	VSS+HSS	Novelis	Aratu - BA	56.382	29.890	56.631	57.033	1,2
	HSS	Novelis	Ouro Preto - MG	50.896	42.580	50.302	50.593	-0,6
	VSS	Alcoa	Poços Caldas - MG	88.512	90.401	91.733	95.267	7,6
	VSS	CBA	Aluminio - SP	174.013	221.804	240.078	370.368	112,8
	Total Soderberg			369.803	384.675	438.744	573.261	55,0
Prebaked Anode	CWPB	Albras	Barcarena - PA	193.997	347.419	369.209	449.520	131,7
	CWPB	Alumar	São Luís - MA	264.324	362.630	369.059	380.967	44,1
	CWPB	Valesul	Santa Cruz - RJ	92.749	90.696	92.572	94.007	1,4
	Total Prebaked Anode			551.070	800.745	830.840	924.494	67,8
<b>Total</b>				<b>920.873</b>	<b>1.185.420</b>	<b>1.269.584</b>	<b>1.497.755</b>	<b>62,6</b>

Fuente: empresas productoras

En la industria del aluminio, las principales emisiones son de gases PFCs, que son producidos, eventualmente, cuando no se puede controlar adecuadamente la relación entre las sustancias en el recipiente electrolítico, durante la producción primaria del aluminio. Esos hechos son indeseables también desde el punto de vista de la industria, pues implican una pérdida en la productividad.

En la producción primaria del aluminio, la alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) es disuelta en una combinación de flúor con otro cuerpo simple, fundido, que consiste principalmente en criolita (Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>). Cuando una célula electrolítica de aluminio está operando normalmente, las mediciones demuestran que no hay producción de PFCs. Sin embargo, si el óxido de aluminio contenido en la solución se diluye mucho, abajo del 1,5%, hay un rápido aumento de voltaje (efecto anódico) y la solución pasa a reaccionar con el carbono, produciendo gases PFCs, de acuerdo a las siguientes reacciones:



Por lo tanto, la emisión de PFCs durante los efectos anódicos depende de la frecuencia y duración de esos efectos.

Hubo un esfuerzo grande de las empresas para informar sus emisiones de la forma más precisa posible, con una evolución en relación al Inventario Inicial. La metodología del IPCC prevé tres niveles de detalle: un básico, el *Tier 1*, con factores *default*; otro detallado, el *Tier 2*, con el balance de carbono teniendo en cuenta todos los componentes del proceso; y uno más preciso, el *Tier 3*, con mediciones específicas para esos componentes. El Cuadro 3.46 presenta el nivel de detalle para la estimativa de las emisiones de la industria del aluminio.

**Cuadro 3.46 Abordajes aplicados en las estimativas de emisiones de CO<sub>2</sub> y PFCs por planta para el período 1990-2005**

Ruta tecnológica		Planta	CO <sub>2</sub>	PFCs
Tipo	Subdivisión			
Soderberg	VSS y HSS	Novelis (BA)	Tier 2	Tier 2
	HSS	Novelis (MG)	Tier 2	Tier 2
	VSS	Alcoa (MG)	Tier 2	Tier 3
	VSS	CBA (SP)	Tier 3	Tier 3
Prebaked Anode	CWPB	Albras (PA)	Tier 1	Tier 1 (1990-1996) Tier 3 (1997-2007)
	CWPB	Alumar (MA)	Tier 3	Tier 2
	CWPB	Valesul (RJ)	Tier 2	Tier 1

En la producción de aluminio también hay emisiones de gases de efecto invernadero indirecto, CO y NO<sub>x</sub> que pueden ser estimadas a partir de factores de emisión sugeridos por el IPCC.

Las emisiones referentes al cocimiento del ánodo están presentes apenas en el proceso Prebaked Anode, donde los ánodos son preparados previamente.

El Cuadro 3.47 resume las estimativas de emisiones de CO<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub> y C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> para la industria del aluminio en Brasil, además de los gases indirectos.

**Cuadro 3.47 Emisiones de gases de efecto invernadero directo e indirecto de la industria del aluminio**

Gas	Tecnología	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
		Gg				%
CO <sub>2</sub>	Soderberg	672	692	791	1.002	49,1
	Prebaked Anode	902	1.264	1.325	1.471	63,0
	<b>Total</b>	<b>1.574</b>	<b>1.955</b>	<b>2.116</b>	<b>2.472</b>	<b>57,1</b>
CF <sub>4</sub>	Soderberg	0,1407	0,1316	0,0743	0,0636	-54,8
	Prebaked Anode	0,1615	0,1916	0,0722	0,0603	-62,7
	<b>Total</b>	<b>0,3022</b>	<b>0,3231</b>	<b>0,1465</b>	<b>0,1239</b>	<b>-59,0</b>
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	Soderberg	0,0092	0,0084	0,0051	0,0042	-54,0
	Prebaked Anode	0,0171	0,0195	0,0066	0,0061	-64,3
	<b>Total</b>	<b>0,0263</b>	<b>0,0279</b>	<b>0,0117</b>	<b>0,0104</b>	<b>-60,7</b>
CO	Soderberg	50	52	59	77	55,0
	Prebaked Anode	295	428	444	495	67,8
	<b>Total</b>	<b>345</b>	<b>480</b>	<b>504</b>	<b>572</b>	<b>65,9</b>
NO <sub>x</sub>	Soderberg	0,80	0,83	0,94	1,23	55,0
	Prebaked Anode	1,18	1,72	1,79	1,99	67,8
	<b>Total</b>	<b>1,98</b>	<b>2,55</b>	<b>2,73</b>	<b>3,22</b>	<b>62,6</b>

### 3.2.3.4 Producción de magnesio

El SF<sub>6</sub> es usado como gas de cobertura para evitar la oxidación del magnesio fundido durante la producción y la fundición de productos de magnesio metálico, y normalmente escapa a la atmósfera. El SF<sub>6</sub> es considerado un gas no

reactivo y se adapta idealmente a este tipo de protección, como "cobertura" para el magnesio fundido (por eso el término "gas de cobertura"). El consumo del gas es usado, por lo tanto, como estimativa de las emisiones. El Cuadro 3.48 presenta las emisiones de SF<sub>6</sub> en este subsector.

**Cuadro 3.48 Emisiones de SF<sub>6</sub> de la industria del magnesio**

Fuente de SF <sub>6</sub>	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	t				%
Uso de SF <sub>6</sub> en la industria del magnesio	5,75	9,87	10,30	19,05	231,0

### 3.2.4 Industria de papel y celulosa

El sector de Papel y Celulosa está compuesto por 220 empresas que operan 255 unidades industriales localizadas en 16 estados brasileños.

Esa industria cuenta con 1,4 millón de hectáreas de forestación propia, principalmente de los géneros *Eucalyptus* (62%) y *Pinus* (35%) La producción de celulosa es hecha, exclusivamente, a partir de madera oriunda de bosques plantados.

La preparación de la pasta celulósica para papeles y otras finalidades, consiste en la separación de las fibras de los demás componentes de la madera, principalmente a lignina, que le da la rigidez a la madera.

Algunos tipos de madera, tales como el pino y la araucaria, poseen fibras largas (3 a 5 mm), mientras que las de eucalipto poseen fibras más cortas y finas (0,8 a 1,2 mm). Las del primer grupo son denominadas coníferas ou *softwood*

**Cuadro 3.49 Producción brasileña de pastas de celulosa**

Tipo de celulosa / proceso químico	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	t				%
Celulosa química y semiquímica	3.914.688	5.376.271	6.961.470	9.852.462	151,7
Sulfato	3.593.547	5.127.981	6.639.971	9.397.450	161,5
Otros procesos	321.141	248.290	321.499	455.012	41,7
Pastas de Alto Rendimiento	436.455	452.599	501.796	499.651	14,5
<b>TOTAL</b>	<b>4.351.143</b>	<b>5.828.870</b>	<b>7.463.266</b>	<b>10.352.113</b>	<b>137,9</b>

Fuente: Associação Brasileira de Celulose e Papel - BRACELPA.

Para el proceso sulfato fue considerada la misma participación de 1994 para los años siguientes

En este Inventario, los factores de emisión sugeridos por el IPCC para el proceso Kraft fueron utilizados para el proceso Sulfato, responsable por la mayor parte de la producción, no habiendo información disponible sobre emisiones para los otros procesos. Las emisiones de gases de efecto invernadero del sector son presentadas en la Cuadro 3.50.

(madera blanda), mientras que las del segundo grupo son conocidas como frondosas o *hardwood* (madera dura).

Los procesos de preparación de la pasta celulósica son muchos y varían desde los puramente mecánicos hasta los químicos, en los cuales la madera es tratada con productos químicos, presión y calor (temperaturas mayores a 150°C) para disolver la lignina. El uso de productos químicos en el proceso es el que genera emisiones de gases de efecto invernadero.

La producción de papel y pasta de celulosa posee tres fases principales: la respectiva al tratamiento de la pulpa, el blanqueamiento y la producción de papel. El tipo de pulpa y la cantidad de blanqueamiento usados dependen de la naturaleza de la materia prima y la calidad deseada del producto final. El tratamiento de la pulpa, conocido como tipo Kraft es el proceso más comúnmente utilizado.

En Brasil, el proceso más utilizado es una variación del Kraft, conocido como Sulfato, que utiliza los mismos productos químicos, utilizando, sin embargo, mayores dosis de sulfato de sodio y soda cáustica, con la posibilidad de extender por más tiempo el cocimiento, a temperaturas más elevadas. El proceso es considerado como el más adecuado para la obtención de pastas químicas provenientes de eucalipto. Durante el proceso hay emisiones de CO, NO<sub>x</sub> y COVDM.

El Cuadro 3.49 presenta un resumen de la producción brasileña de pastas de celulosa, evidenciando el proceso sulfato, generador de gases de efecto invernadero indirecto.

**Cuadro 3.50 Emisiones relativas a la producción de celulosa en Brasil**

Gas	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	Gg				%
CO	20,1	28,7	37,2	52,6	161,5
NO <sub>x</sub>	5,4	7,7	10,0	14,1	161,5
COVDM	13,3	19,0	24,6	34,8	161,5



### 3.2.5 Alimentos y bebidas

En el procesamiento industrial de alimentos y en la producción de bebidas puede haber emisión de COVDM. El IPCC presenta factores de emisión para algunos subsectores. Debido a la ausencia de información adicional, tales factores fueron adoptados en este Inventario. El Cuadro 3.51 presenta la producción brasileña de los alimentos para los cuales existen emisiones asociadas, para el período de 1990 al 2005. Los procesos de extracción de aceites vegetales son tratados en el sector de Uso de Solventes y Otros Productos (ítem 3.3).

**Cuadro 3.51 Producción brasileña de alimentos**

Producto	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	10 <sup>3</sup> t				%
Carnes, peces y aves	5.837	7.510	11.241	17.484	199,5
Azúcar	7.365	12.618	16.256	25.906	251,7
Margarinas y grasas sólidas para cocina	453	466	602	759	67,5
Tortas, bizcochos y cereales matinales	460	632	729	829	80,2
Panes	2.896	3.977	4.585	5.218	80,2
Raciones animales	8.258	9.832	12.935	16.225	96,5
Café torrado	584	651	890	1.134	94,3

Fuentes: Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação - ABIA; União da Indústria de Cana-de-açúcar - UNICA; Sindicato da Indústria de Panificação e Confeitaria de São Paulo - SINDIPAN; Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria - ABIP; IBGE; Associação Brasileira da Indústria do Café - ABIC

En la producción de bebidas alcohólicas hay emisiones de COVDM, durante la fermentación de cereales y frutas. Para la estimativa de esas emisiones fueron también utilizados los factores de emisión *default* del IPCC. El Cuadro 3.52 presenta la producción brasileña de bebidas correspondiente al período de 1990 al 2005.

**Cuadro 3.52 Producción brasileña de bebidas**

Producto	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	10 <sup>3</sup> L				%
Vino	308.954	245.158	319.161	378.272	22,4
Cerveza	3.749.150	4.276.950	9.023.303	9.214.807	145,8
Destilados (cachaça)	1.125.000	1.035.000	1.200.000	1.200.000	6,7

Fuentes: União Brasileira de Vitivinicultura - UVIBRA; Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação - ABIA; Associação Brasileira de Bebidas - ABRABE, con estimativa por la capacidad de producción a partir de 1994.

Las emisiones del subsector de alimentos y bebidas son presentadas en el Cuadro 3.53 correspondiente al período de 1990 al 2005.

**Cuadro 3.53 Emisiones de COVDM de la producción de alimentos y bebidas**

Fuente de COVDM	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	Gg				%
Industria de alimentos	112,1	175,7	222,8	331,3	195,4
Industria de bebidas	170,3	156,9	183,4	183,5	7,8
<b>Total</b>	<b>282,4</b>	<b>332,7</b>	<b>406,2</b>	<b>514,8</b>	<b>82,3</b>

### 3.2.6 Emisiones relacionadas a la producción de hidrofluorocarbonos

En Brasil, de 1990 al 2005, no hubo producción de HFCs, habiendo solamente emisión del gas HFC-23, generado como subproducto de la producción de HCFC-22, terminada en 1999. Las emisiones fueron estimadas utilizando los factores de emisión *default* establecidos por el IPCC, según muestra el Cuadro 3.54.

**Cuadro 3.54 Emisiones potenciales de HFC-23 debido a la producción de HCFC-22**

Descripción	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	t				%
Producción HCFC-22	3.006	3.915	-	-	-100
Emisiones de HFC-23	120,24	156,60	-	-	-100

### 3.2.7 Emisiones relacionadas al consumo de hidrofluorocarbonos

En Brasil, en este sector, fueron identificadas apenas emisiones de HFCs para los siguientes subsectores: refrigeración y aire acondicionado; extintores de incendio y protección de explosiones; y aerosoles, sin registro para solventes y espumas.

En el ámbito de la refrigeración y aire acondicionado, los gases HFCs son utilizados como las principales alternativas para los CFCs, como fluidos refrigerantes, habiendo una completa substitución en nuevos productos de 1996 al 2000. Para ese subsector fue hecha una estimativa de las

emisiones reales, en base a la metodología *Tier 2b* del IPCC según la siguiente fórmula:

$$\text{Emisiones} = (\text{Ventas Anuales de Nuevas Sustancias Químicas}) - (\text{Carga Total en Equipamientos Nuevos}) + (\text{Carga Total Original de Equipamientos Usados/Chatarra})$$

Dentro de la refrigeración y el aire acondicionado fueron analizadas las producciones de:

- Refrigeración doméstica y comercial (refrigeradores domésticos, congeladores verticales y refrigeradores y congeladores horizontales)
- Automóviles

- Ómnibus
- Unidades de enfriamiento (chillers)
- Camiones frigoríficos
- Bebederos

Para el subsector de refrigeración y aire acondicionado, apenas a partir de 1994 comenzó a haber una utilización significativa de HFCs en Brasil. No hay registro de producción o destrucción del gas en el período de 1990 al 2005.

Las cargas medias de refrigerante en nuevos productos consideradas en este Inventario son presentadas en el Cuadro 3.55.

**Cuadro 3.55 Cargas medias de refrigerante en nuevos productos**

Equipamiento	Carga media de refrigerante	
	kg	por
Refrigeradores domésticos	0,15	unidad
Congeladores ( <i>freezers</i> ) verticales	0,4	unidad
Congeladores ( <i>freezers</i> ) horizontales	0,25	unidad
<i>Chillers</i> centrífugo y alternativo	0,34	kW de resfriamiento
Vehículos nuevos	0,96	unidad
Ómnibus	5	unidad
Camiones frigoríficos	6	unidad
Bebederos	0,05	unidad
Aerosoles	0,006	tubo

Para el mantenimiento de vehículos, fue estimado un número medio de mil talleres instalando dos unidades por mes, en el período de 1996 al 2005. Para los aerosoles, las emisiones se dan para la mitad de la producción del año anterior y la mitad de la producción del año actual.

El Cuadro 3.56 muestra los productos nacionales fabricados con el refrigerante HFC-134a. El Cuadro 3.57 presenta las estimativas de emisiones de HFCs debido al consumo en refrigeración, aire acondicionado y aerosoles.

**Cuadro 3.56 Productos nacionales fabricados con el refrigerante HFC-134a**

Año	Producción de Refrigeradores	Producción de congeladores (freezers) verticales	Producción de congeladores (freezers) y refrigeradores horizontales	Compresor Convencional	Compresor Centrifugo	Vehiculos nuevos con aire acondicionado	Ómnibus nuevos con aire acondicionado	Camiones frigoríficos	Bebederos	Aerosoles
	unidad			kW-refrigeración		unidad			tubo	
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	17.500	24.500	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	17.500	27.300	370.593	1.884	953	-	842.693
1997	1.159.947	161.475	219.504	17.500	29.750	494.240	2.513	570	161.057	758.457
1998	1.469.024	165.396	225.805	17.500	35.875	423.112	2.151	592	194.776	586.943
1999	1.210.518	126.610	144.121	23.975	43.750	423.346	2.153	621	154.809	451.450
2000	3.230.689	302.880	332.458	37.800	58.975	580.093	2.949	648	404.043	319.279
2001	3.649.331	184.830	252.198	40.250	69.125	705.272	3.586	675	427.078	1.072.764
2002	3.488.098	179.762	277.310	35.000	78.750	777.748	3.954	702	356.391	1.369.169
2003	4.321.992	222.737	343.606	33.250	78.750	828.809	4.214	726	266.734	1.340.746
2004	4.791.913	246.955	380.966	36.750	86.625	1.091.338	5.549	755	247.003	2.073.784
2005	4.683.262	241.356	372.328	39.375	95.550	1.239.648	6.303	780	340.474	1.585.596

**Cuadro 3.57 Emisiones de HFC-134a debido al consumo en refrigeración, aire acondicionado y aerosoles**

		1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
		t				%
Importación de HFC-134 <sup>a</sup>		0,87	136,91	1.814,41	4.491,01	519.092
Ventas	Aerosoles	-	-	1,92	9,51	NA
	Refrigeración y aire acondicionado	0,87	136,91	1.812,49	4.481,50	517.992
Cargas (refrigeración y aire acondicionado)		-	-	1.343,49	2.210,61	NA
Emisiones reales	Aerosoles	-	-	2,31	10,98	NA
	Refrigeración y aire acondicionado	0,43	68,45	469,01	2.270,88	524.960
	Total	0,43	68,45	471,32	2.281,86	527.498

Otra forma de presentar las emisiones de ese subsector es por las emisiones potenciales, usando la siguiente fórmula:

Potencial de Emisiones = Producción + Importación - Exportación - Destrucción

Además del HFC-134a, fueron identificadas importaciones de HFC-125, HFC-143a y HFC-152a, que engloban el uso en extintores de incendio. En relación a las exportaciones, fueron considerados los refrigeradores exportados con el refrigerante HFC-134a. El Cuadro 3.58 muestra las emisiones potenciales de HFCs.

**Cuadro 3.58 Emisiones potenciales de HFCs**

HFC		1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
		t				%
HFC-134a	Importación	0,87	136,91	1.814,41	4.491,01	519.092
	Exportación	-	-	62,05	166,33	NA
	Emisiones potenciales	0,87	136,91	1.752,36	4.324,68	499.863
HFC-125	Importación	-	-	7,07	124,90	NA
	Emisiones potenciales	-	-	7,07	124,90	NA
HFC-143a	Importación	-	-	7,48	92,87	NA
	Emisiones potenciales	-	-	7,48	92,87	NA
HFC-152a	Importación	-	-	0,14	174,76	NA
	Emisiones potenciales	-	-	0,14	174,76	NA

### 3.2.8 Emisiones relacionadas al consumo de hexafluoreto de azufre

El SF<sub>6</sub>, debido a sus excelentes propiedades como aislante inerte, no tóxico, de alta rigidez dieléctrica, refrigerante no inflamable, termicamente estable y con poder de autoregeneración, permitió el desarrollo de equipamientos eléctricos de alta capacidad y desempeño, que además son más compactos, livianos y seguros. Se destacan, entre los equipamientos eléctricos que fueron desarrollados en relación al SF<sub>6</sub>, los disyuntores y las subestaciones blindadas, que comparativamente utilizan cerca del 10% del espacio físico de las subestaciones convencionales equivalentes.

En Brasil no hay producción de SF<sub>6</sub>, aunque hay emisiones debido a escapes de gas en subestaciones blindadas y aisladas con SF<sub>6</sub>.

Se inició en el 2009 una investigación con todas las empresas generadoras y distribuidoras de energía eléctrica vinculadas a la ANEEL, que utilizan SF<sub>6</sub>, a partir de informaciones recibidas *on-line* en la página del MCT, con el objetivo de

mejorar la base de datos para la estimativa de las emisiones. El índice de respuesta fue del 74%, referente a 387 empresas, permitiendo una estimativa preliminar del conjunto de equipamientos conteniendo SF<sub>6</sub>.

El Cuadro 3.59, a seguir, muestra los primeros resultados en términos de capacidad instalada de SF<sub>6</sub> en equipamientos, y una estimativa de escapes y fugas anuales basada en el factor *default*, según el *Good Practice Guidance 2000*, en el valor de un 2% al año.

**Cuadro 3.59 Capacidad instalada de SF<sub>6</sub> en equipamientos y estimativa de escapes anuales**

Descripción	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	t				%
Capacidad instalada	208,85	204,16	248,31	306,32	46,7
Emisiones de SF <sub>6</sub>	4,18	4,08	4,97	6,13	46,7



## Utilización de Disolventes y Otros Productos

### 3.3 Utilización de Disolventes y Otros Productos

En este ítem son presentadas las series de emisiones de COVDM provenientes del uso de solventes en Brasil, para el período de 1990 al 2005. En algunos sectores, las emisiones pueden eventualmente incluir el CH<sub>4</sub>, siendo entonces representadas como compuestos orgánicos volátiles - VOC.

Siguiendo el abordaje de la metodología CORINAIR (1996), son enfocadas las siguientes actividades: aplicación en tintas, desengrase de metales, limpieza a seco, procesamiento de espumas de poliestireno y de poliuretano, industria de impresión, extracción de aceites vegetales comestibles, uso doméstico, aeración de asfalto y preservación de madera.

Cabe de antemano, destacar dos obstáculos en la generación de estimativas: la precariedad de los datos estadísticos, particularmente, en los niveles de desagregación de información requeridos, y la inexistencia de factores de emisiones apropiados para los gases COVDM y las actividades abarcadas en ese sector.

Así, al abordarse una actividad específica que pueda tener alguna relevancia para el caso brasileño, aun con la ausencia de informaciones estadísticas, se consideran en este Inventario, como primera aproximación, los factores de emisión *per capita* observados en un conjunto de países, aplicados a la población económicamente activa de Brasil.

Los datos relativos a las ventas internas e importaciones de productos químicos fueron extraídos del Anuario de la ABIQUIM (ABIQUIM, 1995 y 1997, 2005, 2007 y 2008). El Cuadro 3.60 consolida las emisiones de COVDM y VOC en las diversas actividades, para el período de 1990 al 2005.

**Cuadro 3.60 Evolución de las emisiones de COVDM y VOC, por actividad**

Aplicación	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	Gg				%	
<b>COVDM</b>						
Aplicaciones de tintas	227,2	299,9	330,9	438,9	73,8	93,2
Desengrase de metales	15,1	15,6	8,6	0,9	0,1	-94,3
Industria gráfica	48,2	52,7	59,0	67,1	11,3	39,3
Producción de espumas de poliestireno	0,6	0,9	1,0	1,2	0,2	120,4
Lavado a seco	0,7	0,7	1,8	0,2	0,0	-71,8
<b>VOC</b>						
Extracción de aceites vegetales comestibles	13,7	16,6	18,0	25,4	4,3	85,7
Disolventes de utilización doméstica	44,1	48,2	53,9	61,4	10,3	39,3
Total (VOC + COVDM)	349,6	434,6	473,2	595,1	100	70,2

#### 3.3.1 Aplicación en tintas

Esta actividad es desagregada en cuatro subactividades: producción de vehículos automotores; construcción y edificios; uso doméstico; y otras aplicaciones industriales.

##### 3.3.1.1 Producción de automotores

La industria brasileña de vehículos automotores es de gran porte e intensivamente consumidora de tintas y pinturas. Su producción es presentada en el Cuadro 3.61.

La actividad comprende tanto el revestimiento como la protección contra la corrosión. Las estadísticas de producción brasileña de vehículos automotores utilizadas para estimar las emisiones son presentadas en el Cuadro 3.61.

**Cuadro 3.61 Producción brasileña de automotores**

Tipo de vehículo	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	(10 <sup>3</sup> unidades)				%
Automóviles	663,1	1.248,8	1.361,7	2.011,8	203,4
Comerciales livianos	184,8	251,0	235,1	365,6	97,8
Comerciales pesados	66,6	81,5	94,3	153,4	130,3
Camiones	51,6	64,1	71,7	118,0	128,7
Ómnibus	15,0	17,4	22,6	35,4	136,0

Fuente: ANFAVEA, 1997.

El Cuadro 3.62 presenta los factores de emisión en pintura de automotores utilizados en este Inventario.

**Cuadro 3.62 Factores de emisión correlacionados con el tamaño del área pintada**

Tipo de automotor	Superficie pintada	Factor de emisión de COVDM
	(m <sup>2</sup> )	(g / m <sup>2</sup> )
Coche pequeño	65	203
Van	120	120
Camión	171,5	120
Ómnibus	271,5	500

Fuente: CORINAIR (1996)

Para compatibilizar el Cuadro 3.61 con el Cuadro 3.62, los automóviles fueron equiparados a coches pequeños y todos los comerciales livianos fueron equiparados a las *vans*. En el Cuadro 3.64 son presentadas las emisiones de COVDM para esa subactividad.

### 3.3.1.2 Construcción y edificios

Este punto se refiere al uso de tintas y pinturas en aplicaciones arquitectónicas por empresas de construcción y pintores profesionales. Para estimar las emisiones de COVDM, se utilizó el factor de emisión medio *per capita* de 1,2 kg/persona/año, asociado a la evolución de la población económicamente activa - PEA, en Brasil, en el período de 1990 al 2005. En el Cuadro 3.64 son presentadas las emisiones de COVDM para esa subactividad.

### 3.3.1.3 Uso doméstico

Esa subactividad considera el uso de tintas en aplicaciones domésticas. De modo análogo a la subactividad anterior, se usó un factor medio de emisión de 0,73 kg /persona/año, en asociación a la evolución de la PEA. En el Cuadro 3.64 se presentan las emisiones de COVDM para esa subactividad.

### 3.3.1.4 Otras aplicaciones industriales

Esta subactividad comprende la utilización de tintas en la construcción de navíos, en la manufactura de artículos metálicos, en productos de madera y en la producción de artículos de plástico.

Para estimar las emisiones de esa subactividad se utilizó la razón entre la participación de esa subactividad en las emisiones totales de COVDM, y la subactividad producción de automotores en 28 países. Esa razón es presentada en el Cuadro 3.63.

**Cuadro 3.63 Razón entre las medias de participación en las emisiones de COVDM totales de "Otras Aplicaciones Industriales" y de "Producción de Automotores" en 28 países**

Subactividad	Contribución en las emisiones totales de COVDM
A - Producción de automotores	0,6%
B - Otras aplicaciones industriales	3,3%
Razón ( B / A )	5,5

El Cuadro 3.64 presenta las emisiones totales de COVDM en la utilización de solventes en tintas, para el período de 1990 al 2005.

**Cuadro 3.64 Emisiones de COVDM - aplicación en tintas**

Descripción	Unidad	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
						%	
PEA	(10 <sup>6</sup> hab)	68,9	75,3	84,2	95,9	NA	39,3
Producción de automotores	Gg	14,5	23,8	25,9	39,0	8,9	169,1
Construcción de edificios		82,6	90,4	101,1	115,1	26,2	39,3
Uso doméstico		50,3	55,0	61,5	70,0	16,0	39,3
Aplicaciones industriales		79,8	130,8	142,4	214,7	48,9	169,1
Total		227,2	299,9	330,9	438,9	100	93,2

### 3.3.2 Desengrase de metales

Esta actividad consiste en el proceso de la remoción de la suciedad provocada por agentes como la grasa, aceites, ceras, depósitos de carbono, en metales, plásticos, fibra de vidrio, circuitos impresos y otras superficies, empleándose, principalmente, solventes clorados.

El tetracloroetileno (también conocido como percloroetileno - PER); el cloruro de metileno; el tricloroetileno; el 1,1,1-tricloroetano y el triclorotrifluoroetano, son indicados como los solventes clorados más utilizados en esa actividad. En el período de 1990 al 2005 fue apenas identificado el consumo de PER.

De los productos arriba mencionados, fueron identificados dos que son elaborados localmente (ABIQUIM, 1995 y 1997):

- 1,1,1-tricloroetano, producido hasta 1991, tuvo su producción descontinuada debido al Protocolo de Montreal. No fue posible obtener cual era la destinación del producto en el mercado interno.
- percloroetileno, regularmente producido en el país, siendo aplicado para el desengrase de metales en el 93% de las ventas.

Debido a lo expuesto anteriormente, la estimativa de las emisiones de COVDM para esa actividad fue basada en el consumo brasileño de percloroetileno, presentado en el Cuadro 3.65, considerando que el desengrase de metales representó un 93% de las ventas de PER (ABIQUIM, 1997) para el período 1990 a 1996. Según la ABIQUIM (2010) y el Centro de Investigaciones y Desarrollo (CEPED) (2006), se puede continuar asumiendo esa predominancia del PER en el desengrase de metales, considerando que a partir del 2000 los porcentajes anuales de sus cantidades disponibles en el mercado, aplicados en esa actividad, pasaron a ser mensurados, siendo presentados en el Cuadro 3.65, abajo. Para el período de 1997 a 1999, fue adoptada la media de los porcentajes de 1996 y del 2000, o sea, el equivalente al 78%. Actualmente, Brasil comenzó a dejar de fabricar el PER. Las emisiones fueron estimadas a partir del consumo aparente de PER, o sea, a partir de la suma de la producción interna más las importaciones, descontadas las exportaciones, y adoptándose el factor de emisión *default* de 1,0 kg COVDM/1,0 kg de solvente usado (CORINAIR, 1996), conforme muestra el Cuadro 3.60.

**Cuadro 3.65 Consumo de percloroetileno para desengrase de metales**

Percloroetileno	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	t				%
Producción	30.853	33.855	36.239	24.040	-22,1
Importación	-	5.319	2.269	1.671	NA
Exportación	14.583	22.453	24.912	24.486	67,9
Consumo aparente	16.270	16.721	13.596	1.224	-92,5
Uso en desengrase	15.131	15.551	8.565	857	-94,3
Uso de PER en desengrase	93%	93%	63%	70%	-

Fuente: ABIQUIM, 1995, 1997, 2005 y 2008.

### 3.3.3 Limpieza a seco

Esta actividad está relacionada al proceso para la limpieza de diversos materiales como pieles, cueros, productos textiles y fibras, a partir de la utilización de solventes clorados. El principal solvente empleado en la limpieza a seco es el percloroetileno. Para estimar la utilización de este solvente en Brasil será considerado el mismo porcentaje de *market share* verificado en Europa, donde el PER representa un 90% del consumo total de solventes para la limpieza a seco (CORINAIR, 1996), debido a la producción local de este insumo en el país. Fue considerado además que un 4% del consumo de PER fue destinado a las lavanderías (ABIQUIM, 1997), asumiendo el factor de emisión de 100% del solvente usado. El Cuadro 3.66 presenta el consumo de solventes en la limpieza a seco en el período de 1990 al 2005, teniendo como resultado emisiones de COVDM, las cuales son presentadas en el Cuadro 3.60.

**Cuadro 3.66 Consumo de solventes - limpieza a seco**

Descripción	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	t				%
Consumo total PER	16.270	16.721	13.596	1.224	-92,5
Uso de PER en lavandería	651	669	1.632	184	-71,8
Uso total de solventes	723	743	1.813	204	-71,8

Fuente: ABIQUIM, 1995, 1997, 2005 y 2008.



### 3.3.4 Procesamiento de espumas de poliestireno

La producción de espumas ocurre por la acción de un agente de expansión. En el caso de las espumas de poliestireno - EPS, utilizadas principalmente en los sectores de aislamiento y embalajes, el agente es el pentano. Para las espumas flexibles, por otro lado, se utiliza agua como agente de expansión.

De acuerdo al CORINAIR (1996), el agente de expansión es incorporado a las espumas en la proporción del 6%, antes de la expansión. Así, para estimar las emisiones de COVDM en esa actividad, se utilizó la producción de espumas EPS, presentada en el Cuadro 3.67. Las emisiones de COVDM son presentadas en el Cuadro 3.60.

**Cuadro 3.67 Producción de espumas de poliestireno - EPS**

Descripción	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	t				%
Producción - espumas EPS	9.393	14.588	17.073	20.706	120,4

Fuente: ABIQUIM, 1995 y 1997; estimado por crecimiento lineal a partir de 1997.

### 3.3.5 Industria de impresión

La metodología propuesta para estimar las emisiones de COVDM en esta actividad demanda el conocimiento de las series históricas del consumo de tintas verificadas en los sectores de prensa, publicación/edición, embalajes y otros. A ejemplo de lo que fue hecho en otros sectores, fue utilizada la media de los factores de emisión *per capita* observados en otros países, asociándola a la PEA.

Fue utilizado un factor de emisión medio de 0,7 kg/persona/año. Las emisiones de COVDM de esa actividad son presentadas en el Cuadro 3.60.

### 3.3.6 Extracción de aceites vegetales comestibles

Esa actividad incluye la extracción, por medio de solventes, de aceites comestibles oriundos de semillas/granos oleaginosos. Aunque en otros países los solventes puedan, eventualmente, ser utilizados en el secado de los residuos provenientes de la tritura de los granos/semillas, ese proceso no es utilizado en Brasil.

De acuerdo a la metodología (CORINAIR, 1996), el factor de emisión de VOC se sitúa en un amplio intervalo, de 0,85 a

19 kg VOC/t semilla/grano triturado. Es razonable suponer que esos factores dependen de variables como tecnología, eficiencia en el control de las emisiones y tipo de semilla/grano procesado. Como Brasil tiene una industria moderna de procesamiento de soja, exportadora y de tecnología de punta, se optó por el límite inferior del intervalo (0,85 kg VOC/t semilla/grano triturado).

El Cuadro 3.68 muestra los datos sobre la industria de aceites comestibles contenidos en la semilla/granos oleaginosos para el período de 1990 al 2005. Se consideró que la participación de la soja en el total de semillas/granos triturados es del 96%. Las emisiones de VOC correspondientes son presentadas en el Cuadro 3.60.

**Cuadro 3.68 Datos sobre la industria de aceites comestibles**

Descripción	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	t				%
Soja triturada	15.435	18.736	21.180	29.862	93,5
Total de granos triturados	16.078	19.517	22.063	31.106	93,5

Fuente: Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais - ABIOVE.

### 3.3.7 Uso doméstico

Esa actividad abarca las siguientes categorías de productos: cosméticos y de toilette (aerosoles de todos los tipos, perfumes, lociones para después de afeitar, desodorantes, removedores de esmalte), productos para el hogar (aerosoles de todos los tipos, limpiadores, desinfectantes, ceras y pulidores), construcción (adhesivos para alfombras y ladrillos, solventes, removedores de tinta, adhesivos para construcción) y automóviles (aerosoles de todos los tipos, fluidos para frenos, ceras y pulidores).

La metodología para estimar las emisiones resultantes de esa actividad sugiere el factor medio anual de emisión de 2.566 g VOC/persona. Tal factor resulta de la media de los factores de emisión de países seleccionados. La utilización directa de este factor medio (oriundo de economías altamente desarrolladas) acarrea una sobreestimación de las emisiones, aun siendo utilizada apenas la PEA. Los especialistas brasileños, teniendo en cuenta el PBI *per capita*, sugirieron el valor anual de 640 g VOC/persona. Los valores estimados de VOC son presentados en el Cuadro 3.60.



# Agricultura

### 3.4 Agricultura

La agricultura y la ganadería son actividades económicas de gran importancia en Brasil. Debido a su gran extensión de tierras aptas para la agricultura y disponible para pastaje, el país ocupa un lugar de destaque en el mundo en relación a la producción en ese sector.

Las actividades agropecuarias generan emisiones de gases de efecto invernadero que ocurren por diversos procesos. La fermentación entérica en los rumiantes es una de las fuentes de emisión de CH<sub>4</sub> más importantes en el país, con el 63,2% de participación en la generación de este gas en el 2005. En la ganadería, los sistemas de manejo de desechos de animales son responsables por la emisión de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

La emisión de CH<sub>4</sub> por cultivo de arroz inundado, que es una de las principales fuentes de emisión de este gas en el mundo, no es tan expresiva en Brasil, ya que una gran parte del arroz es producida en áreas no inundadas.

La quema imperfecta de residuos agrícolas produce emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, y además libera NO<sub>x</sub>, CO y COVDM. En Brasil, la quema de residuos es aplicada en los cultivos de caña de azúcar y algodón.

La emisión de N<sub>2</sub>O en suelos agrícolas ocurre principalmente por el excremento animal en los pastajes y también por las prácticas de fertilización del suelo, que incluyen el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos y el manejo del excremento de los animales. La utilización de suelos orgánicos para el cultivo también genera emisiones de N<sub>2</sub>O.

#### 3.4.1 Ganadería

En la actividad de cría de animales, existen varios procesos causadores de emisiones de gases de efecto invernadero. La producción de CH<sub>4</sub> es parte del proceso de digestión de los herbívoros rumiantes (fermentación entérica); el manejo del excremento animal genera emisiones tanto de CH<sub>4</sub> como de N<sub>2</sub>O; la utilización de estiércol animal como fertilizante y la presencia en el suelo de los pastajes de excrementos animales que también producen N<sub>2</sub>O.

La ganadería, principalmente los herbívoros rumiantes, constituye una fuente importante de emisiones de metano. Las categorías de animales considerados por la metodología del IPCC (1996) incluyen: animales rumiantes (ganado lechero, ganado de corte, búfalos, ovejas y cabras) y animales no rumiantes (caballos, mulas, asnos y porcinos). La categoría de aves es incluida apenas en la estimativa de las emisiones por el manejo de excremento animal.

En el 2005, el total de cabezas del rebaño nacional fue estimado en 276 millones, además de las aves, que contabilizan más de mil millones de cabezas. El país posee también cantidades significativas de porcinos y ovinos, conforme es presentado en el Cuadro 3.69.

**Cuadro 3.69 Tamaño de los diferentes rebaños**

Categorías de animales	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	(10 <sup>3</sup> cabezas)				%
Bovinos de corte	128.306	138.175	151.991	186.531	45
Vacas lecheras	19.167	20.068	17.885	20.626	8
Porcinos	33.687	35.142	31.562	34.064	1
Ovinos	20.049	18.466	14.785	15.588	-22
Caprinos	11.901	10.879	9.347	10.307	-13
Equinos	6.161	6.382	5.832	5.787	-6
Asininos	1.343	1.313	1.242	1.192	-11
Mulares	2.034	1.987	1.348	1.389	-32
Bubalinos	1.398	1.571	1.103	1.174	-16
Gallinas	174.714	207.539	183.495	186.573	7
Gallos, pollitos y pollos	372.066	473.549	659.246	812.468	118
Codornices	2.464	2.424	5.775	6.838	178

Fuente: IBGE

En el 2005, un 94% del total de emisiones de metano de la ganadería brasileña fueran atribuidos a la fermentación entérica, como ilustra el Cuadro 3.70. Considerando además el año 2005, las categorías de ganado bovino contribuyeron con un 97% de las emisiones de metano por fermentación entérica y un 91% de las emisiones totales de metano de la ganadería.

**Cuadro 3.70 Emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes de la ganadería**

Fuente de CH <sub>4</sub>	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	Gg				%
Fermentación entérica	8.419	8.995	9.599	11.487	36,4
Manejo de estiércol	635	675	678	723	13,8
Emisiones totales	9.054	9.670	10.277	12.210	34,8

Las estimativas detalladas de las emisiones por fermentación entérica y manejo de desechos son presentadas a se-

guir. Las emisiones de  $N_2O$  debido a la adición de estiércol al suelo, de forma intencional o debido al excremento de los animales en el pastaje, son tratadas en conjunto con los otros tipos de fertilizantes en el ítem 3.4.4 (emisiones directas de  $N_2O$  por suelos agrícolas).

### 3.4.1.1 Fermentación entérica

La producción de  $CH_4$  es proveniente del proceso digestivo de los animales rumiantes, ocurriendo en cantidades bien menores en otros herbívoros. La contribución de animales no rumiantes a las emisiones globales de metano es considerada no significativa, representando apenas cerca del 5% de las emisiones totales de metano por animales domésticos y silvestres.

La intensidad de la emisión depende del tipo de animal, del tipo y de la cantidad de alimento, de su grado de digestibilidad y de la intensidad de la actividad física del animal, debido a las diversas prácticas de cría.

La estimativa de los factores de emisión es fundamentada en el reconocimiento de estos parámetros, lo que permitirá la evaluación de las emisiones. En Brasil, debido a la gran extensión territorial y a la gran dispersión de la actividad, con diversidad de prácticas y de tipos de alimentación ofrecida a los animales, hay una gran variación de esos parámetros.

Infelizmente, las investigaciones en esa área aún son insuficientes en el país. Sin embargo, por medio de la contribución de especialistas brasileños, se obtuvieron los factores de emisión para el ganado bovino, adecuados a las características de la cría y las diferencias regionales. Los valores obtenidos se mostraron consistentemente superiores a los valores *default* del IPCC (1997).

De acuerdo a las características de la dieta, fue estimado que la emisión del gas metano varía entre un 4 y un 12% de la energía bruta del alimento ingerido, pudiendo ser considerada una media del 8%. Como la producción de metano varía de acuerdo a la cantidad y calidad del alimento ingerido, la diferencia de varias modalidades y condiciones de sistemas de producción de animales domésticos tiene como resultado diferentes porcentajes de emisión de metano. El consumo de alimento está relacionado al tamaño del animal, a las condiciones ambientales, a la tasa de crecimiento y a la producción (leche, carne, lana y gestación). Generalmente, cuando mayor es ese consumo, mayor será

la emisión de  $CH_4$  y cuando mejor sea la calidad de la dieta, menor será esta emisión por unidad de alimento ingerido.

Además, es preciso considerar que los rumiantes sufren variaciones estacionales en la provisión de alimento, considerando las condiciones climáticas que alteran la calidad del pastaje, el cual se diferencia de acuerdo al o tipo de suelo. De esta forma, es posible observar un patrón estacional de ganancia de peso en la estación húmeda (caliente) y una pérdida de peso en la estación seca (fría), que ocurre en los individuos con más de 3,5 años de edad.

Para la actividad lechera, se observan sistemas de producción con diferentes grados de especialización, desde propiedades de subsistencia – sin técnicas y una producción diaria inferior a los 10 litros, a productores altamente especializados – con producción diaria superior a los 50 mil litros. Se estima que solamente el 2,3% de las propiedades lecheras sean especializadas, y que estas respondan por aproximadamente el 44% de la producción total de leche en el país. En contrapartida, un 90% de los productores considerados de pequeño porte son responsables por apenas un 20% de la producción total. Hay además un grupo intermediario en términos de especialización de la propiedad que corresponde al 7,7% de los productores que asumen un 36% de la producción.

Fueron establecidas características zootécnicas para los períodos de 1990 a 1995, 1996 al 2001 y 2002 al 2006, de acuerdo a las peculiaridades de los rebaños en el país. Dentro de estos períodos, hubo una variación en los datos de digestibilidad y preñez para las regiones Sudeste, Sur y Centro-Oeste. A partir de esos parámetros, fueron estimados los factores de emisión de metano para fermentación entérica de la ganadería. Para las hembras del ganado de corte y para el ganado lechero, los cálculos también llevan en cuenta la producción de leche, considerada la misma para ambos casos y disponible por estado y por año, teniendo como resultado diferentes factores de emisión para todos los años, en cada estado.

Para los otros animales, se utilizaron los factores de emisión *default* del IPCC, debido a la inexistencia de informaciones nacionales consistentes, aumentando el grado de incertidumbre de las estimativas.

En el Cuadro 3.71, es posible observar las estimativas para las emisiones de metano, debido a la fermentación entérica, de acuerdo a la categoría animal. Entre los tipos de animales, el ganado bovino de corte fue el mayor contribuyente para esas emisiones.

**Cuadro 3.71 Emisiones de CH<sub>4</sub> por fermentación entérica**

Tipo de animal	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	Gg				%	
Ganado bovino	8.004	8.579	9.256	11.129	96,9	39,0
Ganado lechero	1.198	1.263	1.178	1.371	11,9	14,5
Ganado de corte	6.807	7.316	8.078	9.757	84,9	43,4
Otros animales	415	416	344	358	3,1	-13,7
Total	8.419	8.995	9.599	11.487	100	25

### 3.4.1.2 Manejo de desechos de animales

La principal fuente de emisión de metano está relacionada a los desechos animales tratados bajo condiciones anaerobias. Eso ocurre debido a la actividad de bacterias metanogénicas que actúan en condiciones anaerobias produciendo cantidades relevantes de CH<sub>4</sub>. Ese proceso es favorecido cuando los desechos son almacenados en forma líquida.

Debido a las características de la ganadería extensiva en Brasil, las lagunas de tratamiento anaerobio constituyen una pequeña fracción de los sistemas de manejo. Inclusive para el ganado confinado, se observa un número restringido de instalaciones de tratamiento de desechos. Los residuos de los animales depositados en el pastaje se secan y se descomponen en el campo, siendo esperadas cantidades mínimas de emisión de CH<sub>4</sub> a partir de esa fuente. El uso de estiércol como fertilizante no es expresivo en el país, siendo estimado, como máximo, en un 20% en los casos de ganado de corte y lechero y de porcinos, y aproximadamente de un 80% en el caso de las aves.

La estimativa de las emisiones de CH<sub>4</sub> fue hecha utilizando las metodologías recomendadas por el IPCC. Para el ganado bovino y para los porcinos fue utilizada la metodología detallada, que lleva en cuenta parámetros nacionales de alimentación, digestibilidad y sistemas de manejo, obtenidos con la colaboración de especialistas brasileños.

La composición del desecho es determinada por la dieta animal, y cuando mayor es el contenido de energía y digestibilidad del alimento, mayor será la capacidad de producción de CH<sub>4</sub>. Un ganado alimentado con una dieta de alta calidad produce un desecho altamente biodegradable, con un mayor potencial de generar metano, mientras que un ganado alimentado con una dieta más fibrosa producirá un desecho menos biodegradable, conteniendo material orgánico más

complejo, tal como la celulosa, hemicelulosa y lignina. Esta segunda situación estaría más asociada al ganado criado a pasto en condiciones tropicales. Las mayores emisiones de metano provenientes de los desechos animales están asociadas a los animales criados bajo manejo intensivo.

De acuerdo a los investigadores, los sistemas de almacenamiento y tratamiento de desechos porcinos existentes en el Sur del país consisten en sistemas de stock de desechos. El objetivo es su aplicación al suelo y su valorización como fertilizante agrícola para el maíz y otros cultivos. Actualmente, los dos sistemas de stock de desechos de porcinos más utilizados son conocidos como dispositivo de bioestiércol y dispositivo de estiércol convencional. Hasta el año 1996 existían pocos biodigestores instalados en el país, pero debido a las nuevas tecnologías que surgieron en el ámbito del MDL, a partir del 2004 se observó un aumento en la adopción de estos equipamientos.

De acuerdo a las investigaciones nacionales, los sistemas de tratamiento de desechos fueron divididos en seis períodos: 1990-1999; 2000-2001; 2002-2003; 2004; 2005; y 2006. Las diferencias en los tres primeros fueron apenas en Santa Catarina. Los datos de compostaje fueron incluidos en la categoría "otros sistemas". De 1996 al 2003 los datos sobre digestores fueron incluidos también en la categoría "otros sistemas". En los años 2004 y 2005 fueron consideradas fracciones inferiores de digestores en relación al 2006. Las informaciones sobre el tamaño del rebaño (pequeñas y medias propiedades, abajo de 300 animales y grandes propiedades, arriba de 300 animales) fueron utilizadas también como base para el cálculo de las estimativas.

El manejo de desechos de animales, dependiendo del sistema empleado, también puede producir, durante su procesamiento, emisiones de N<sub>2</sub>O que están descritas en las emisiones provenientes de suelos agrícolas. La estimativa de las emisiones de N<sub>2</sub>O fue hecha utilizando la metodología recomendada por el IPCC, considerando la participación de los diversos sistemas utilizados para cada tipo de animal. En ausencia de información sobre los factores de emisión específicos para Brasil, fueron utilizados los valores *default* del IPCC.

Las mayores emisiones de metano provenientes de desechos animales están asociadas a animales criados bajo manejo intensivo. El potencial de los desechos animales para producir CH<sub>4</sub> puede ser expresado en términos del CH<sub>4</sub> generado por kg de sólidos volátiles (VS) de material residual. Las estimativas de emisiones de CH<sub>4</sub> por manejo de desechos de animales pueden ser observadas en el Cuadro 3.72.

**Cuadro 3.72 Emisiones de CH<sub>4</sub> por manejo de desechos animales**

Tipo de animal	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	Gg				%	
Ganado bovino	191	205	216	254	35,1	32,8
Ganado de leche	36	38	34	40	5,5	10,6
Ganado de corte	155	167	182	214	29,6	38,0
Porcinos	373	387	365	358	49,5	-4,1
Aves	48	61	78	92	12,7	89,0
Otros Animales	22	23	19	20	2,7	-12,2
<b>Total</b>	<b>635</b>	<b>675</b>	<b>678</b>	<b>723</b>	<b>100</b>	<b>105</b>

### 3.4.2 Cultivo de arroz

La descomposición anaerobia de materia orgánica en los campos de arroz irrigados o inundados es una importante fuente de CH<sub>4</sub>. Ese proceso no ocurre, sin embargo, cuando el arroz es cultivado en tierras altas (arroz en seco).

En contraste con lo que ocurre en términos globales, donde el arroz en seco responde por apenas un 15% de las áreas

cultivadas, esas áreas representan la mayor parte (63% en el 2005) del área cultivada en Brasil, la cual fue de 3.916 mil ha en el 2005. El arroz en seco es la forma de cultivo más usada en las regiones Noreste y Centro-Oeste.

El cultivo de arroz inundado está presente en todas las regiones brasileñas, quedando sujeto a las diferentes influencias climáticas, disponibilidad de agua para irrigación, tamaño de los cultivos y gran variedad de suelos, topografías, uso de variedades y formas de manejo. A pesar de ocupar una menor área de cultivo (1,4 millones ha en el 2005), el arroz irrigado responde por la mayor parte de la producción total de 13,2 millones de toneladas en Brasil, concentrada en Rio Grande do Sul (70,1% del área de arroz irrigado y 46,3% de la producción total) en el 2005. El arroz es cultivado, además, en sistemas de terrenos húmedos inundables, en menor escala, principalmente en el estado de Minas Gerais.

Entre los años 1990 y 2005 la producción anual nacional de arroz registró un aumento del 77,8%, con una tasa media de rendimiento del 3,9% al año.

El área total cultivada de arroz en regímenes de irrigación o de campos húmedos puede ser observada en el Cuadro 3.73.

**Cuadro 3.73 Área cosechada de arroz**

Área cosechada		1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
		(10 <sup>3</sup> ha)				%
Régimen continuo		1.077	1.333	1.262	1.382	28,3
Régimen intermitente	Aeración única	-	0	-	-	-
	Múltiples aeraciones	19	14	-	-	-100
Régimen	Terreno húmedo	162	148	59	46	-72
<b>Total de arroz irrigado</b>		<b>1.258</b>	<b>1.495</b>	<b>1.321</b>	<b>1.428</b>	<b>13,5</b>
Arroz en seco		2.689	2.920	2.344	2.488	-7,5
<b>Total</b>		<b>3.947</b>	<b>4.415</b>	<b>3.665</b>	<b>3.916</b>	<b>-0,8</b>

Fuente: Embrapa.

Los estudios realizados en diferentes países han mostrado la influencia de varios factores sobre la emisión de CH<sub>4</sub> en campos de arroz inundado. Esos factores incluyen temperatura, radiación solar, tipo de fertilizante, tipo de cultivos y tipos de suelos. En Brasil, no existen aún datos experimentales que permitan definir factores de emisión específicos, bajo diferentes condiciones regionales y climáticas. Por ese motivo fueron utilizados los factores *default* del IPCC.

Las estimativas de las emisiones de CH<sub>4</sub>, provenientes del cultivo de arroz, pueden ser observadas en el Cuadro 3.74.

La disminución de la emisión observada entre los años 1994 y 2005 se debió a la reducción del área cosechada en este período. En el 2005, las emisiones provenientes de cultivo de arroz bajo el régimen de inundación continua representaron un 97,4%, y bajo el régimen de terrenos inundables representaron un 2,6% de las emisiones totales. En el Cuadro 3.75, es posible observar la contribución de cada región del país en la emisión de metano por cultivo de arroz.

**Cuadro 3.74 Emisiones de metano de acuerdo al régimen de cultivo de arroz**

Regímenes de siembra		1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
		Gg				%
Régimen continuo		323,1	399,9	378,6	414,7	28,4
Régimen intermitente	Aeración única	-	0,0	-	-	NA
	Aeración múltipla	1,2	0,9	-	-	-100
Régimen de terrenos inundables	Terreno húmedo	38,8	35,5	14,2	11,0	-71,6
<b>Total</b>		<b>363,1</b>	<b>436,3</b>	<b>392,9</b>	<b>425,7</b>	<b>17,2</b>

**Cuadro 3.75 Emisiones de metano por cultivo de arroz por región**

Región	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	Gg				%
Norte	8,8	19,4	16,8	23,3	164,1
Noreste	16,3	18,0	15,4	16,2	-0,2
Sudeste	67,2	56,2	26,6	20,0	-70,2
Sur	249,8	328,2	321,7	349,8	40,0
Centro-Oeste	21,0	14,6	12,4	16,3	-22,4
Brasil	363,1	436,3	392,9	425,7	17,2

### 3.4.3 Quema de residuos agrícolas

En Brasil, la quema de residuos agrícolas aún ocurre, principalmente, en los cultivos de caña de azúcar, independiente del aumento progresivo de la cosecha mecanizada en los últimos años. Sin embargo, para el cultivo del algodón, la práctica de la quema dejó de ser común a inicios de la década de 1990, según informaciones levantadas con especialistas.

A pesar de que la quema de residuos libere una gran cantidad de CO<sub>2</sub>, esa emisión no es contabilizada en el inventario, pues, a través de la fotosíntesis, la misma cantidad de CO<sub>2</sub> es necesariamente absorbida durante el crecimiento de las plantas. Sin embargo, durante el proceso de combustión, otros gases no CO<sub>2</sub> son producidos. Las tasas de emisión de esos gases dependen del tipo de biomasa y de las condiciones de la quema. En la fase de combustión con llama, son generados los gases N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub>, siendo que los gases CH<sub>4</sub> y CO son formados bajo condiciones de quema con predominio de humo.

#### 3.4.3.1 Caña de azúcar

La caña de azúcar es una planta de alta eficiencia fotosintética, con un óptimo crecimiento en la franja de temperatura de los 20 a los 35°C, permitiendo que su cultivo se expandiese a los más diferentes tipos de suelos en el territorio nacional, siendo también bastante tolerante a la acidez y a la alcalini-

dad. Este cultivo tiene una gran importancia en la economía nacional, principalmente debido a la producción de azúcar.

La práctica de la quema de la caña de azúcar en la precosecha fue ampliamente utilizada en el país hasta el 2005, con la intención de favorecer el rendimiento del corte manual, evitar problemas con animales ponzoñosos, comunes en las plantaciones, y facilitar la preparación del terreno para nuevos plantíos. Después del 2006 fue observado un grande aumento en la proporción de la cosecha sin quema, alcanzando un 34% del total del área cosechada en el año 2007.

Actualmente, más del 55% de las áreas de cultivo de caña en el estado de São Paulo ya son cosechadas sin quema (AGUIAR *et al.*, 2010), siendo este estado el responsable por más del 60% de la producción brasileña (Unica, 2010<sup>49</sup>).

Los datos preliminares relativos al área de producción de caña, resultantes de un levantamiento efectuado en 355 usinas en el país por la CONAB, para la zafra del año 2007, indican que la cosecha mecánica abarcó apenas un 4% de las áreas en el estado de Pernambuco, segundo mayor productor de caña, y apenas el 3% en el estado de Alagoas. Para los años anteriores al 2006, debido a la ausencia de datos y de indicadores confiables sobre las fracciones graduales de la mecanización, se asumió que toda el área cosechada con caña de azúcar en esos estados estaba sujeta a la quema.

49 Perspectivas de la Expansión de la Producción. Elaboración: UNICA, Copersucar y Cogen. No Publicado.

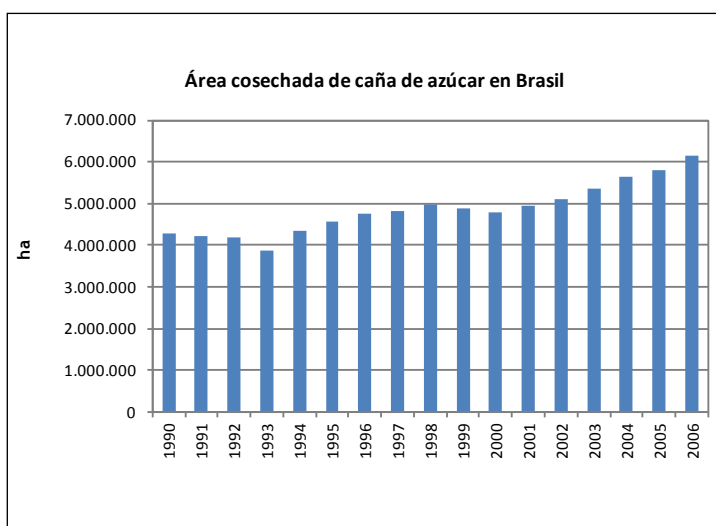
En el 2005, la región que más contribuyó a las emisiones fue la Sudeste, con un 62,8% del total de las emisiones medias en ese período, seguida de la región Noreste, que contribuyó con un 17,3%. La región Norte fue la que menos contribuyó con las emisiones (0,3%). El aumento de las emisiones de CH<sub>4</sub> en el período del 2000 al 2005 puede ser explicado por el aumento del área cosechada de caña en el país y por el aumento en el rendimiento medio del cultivo, quedando reflejado en una mayor cantidad de biomasa sujeta a la quema. En este período hubo un aumento del 28,6% del área quemada apenas en el estado de São Paulo, el cual contribuyó con un 53,1% del área cosechada en el país en el 2005.

El área media anual cosechada de caña de azúcar, su producción y rendimiento medio pueden ser observados en el Cuadro 3.76 y en la Figura 3.5.

**Cuadro 3.76 Área cosechada, producción y rendimiento del cultivo de la caña de azúcar**

Año	Área cosechada	Producción	Rendimiento Medio
	(ha)	t	(t/ha)
1990	4.287.625	262.674.150	61
1991	4.210.954	260.887.893	62
1992	4.202.604	271.474.875	65
1993	3.863.702	244.531.308	63
1994	4.345.260	292.101.835	67
1995	4.559.062	303.699.497	67
1996	4.750.296	317.016.081	67
1997	4.814.084	331.612.687	69
1998	4.985.624	345.254.972	69
1999	4.898.844	333.847.720	68
2000	4.804.511	326.121.011	68
2001	4.957.897	344.292.922	69
2002	5.100.405	364.389.416	71
2003	5.371.020	396.012.158	74
2004	5.631.741	415.205.835	74
2005	5.805.518	422.956.646	73
2006	6.144.286	457.245.516	74

**Figura 3.5 Evolución del área cosechada de la caña de azúcar en Brasil de 1990 al 2006**



En el Cuadro 3.77, pueden observarse los valores estimados para la emisión de los gases provenientes de la quema de la caña de azúcar. De 1990 al 2005 se observó un aumento del 13,7% en las emisiones de gases derivadas de la quema de residuos de caña de azúcar en el país, a pesar de que el aumento en el área cosechada de caña haya sido de 35,4%.

**Cuadro 3.77 Emisiones para quema de caña de azúcar**

Gas	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	Gg				%
CH <sub>4</sub>	116,9	130	101,5	132,9	13,7
N <sub>2</sub> O	5,8	6,4	5,1	6,6	13,7
CO	2.454,7	2.729,7	2.130,6	2.790,5	13,7
NO <sub>x</sub>	208,4	231,8	180,9	236,9	13,7

### 3.4.3.2 Algodón herbáceo

El cultivo del algodón se diferencia en dos categorías, que son el algodón herbáceo y el algodón arbóreo, este último caracterizado por ser un cultivo perenne en el cual no hay quema de residuos.

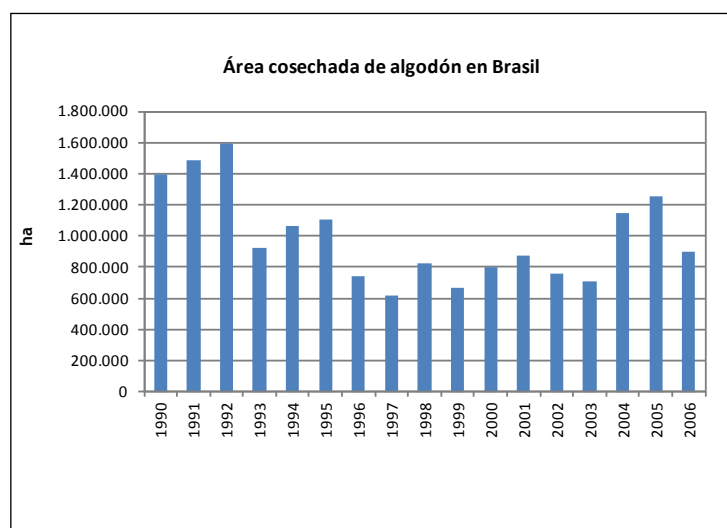
El área total cultivada de algodón sufrió una fuerte reducción a lo largo de 1992 a 1997 (Figura 3.6 y Cuadro 3.78), recuperando su producción posteriormente con un aumento del área en la región central brasileña hasta el 2006. En la Figura 3.7 se ilustra la evolución del área cultivada con algodón herbáceo en las regiones brasileñas, en algunos años del período 1990-2005, donde queda evidente la reducción del área en las regiones Noreste y Sudeste y el aumento en la región Centro-Oeste.



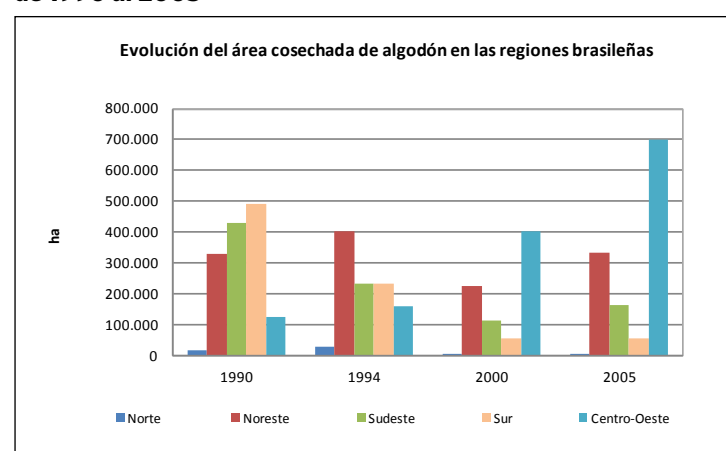
**Cuadro 3.78 Área cosechada, producción y rendimiento del cultivo de algodón herbáceo**

Año	Área cosechada	Producción	Rendimiento medio
	(ha)	t	(t/ha)
1990	1.391.884	1.783.175	1,28
1991	1.485.963	2.041.123	1,37
1992	1.594.036	1.863.077	1,17
1993	922.593	1.127.364	1,22
1994	1.060.564	1.350.814	1,27
1995	1.103.536	1.441.526	1,31
1996	744.898	952.013	1,28
1997	620.417	821.271	1,32
1998	825.029	1.172.017	1,42
1999	669.313	1.477.030	2,21
2000	801.618	1.759.129	2,19
2001	875.107	2.643.524	3,02
2002	760.431	2.166.014	2,85
2003	712.556	2.199.268	3,09
2004	1.150.040	3.798.480	3,30
2005	1.258.308	3.666.160	2,91
2006	898.008	2.898.721	3,23

**Figura 3.6 Evolución del área cosechada de algodón herbáceo en Brasil de 1990 al 2006**



**Figura 3.7 Evolución del área cosechada de algodón por región de 1990 al 2005**



Para el presente Inventario, basado en informaciones obtenidas a través de consulta a los agentes de la cadena productiva del algodón y de la legislación actual, fue reevaluada la práctica de la quema como método de erradicación y eliminación de los restos del cultivo en el período posterior a 1990. Según especialistas, la práctica común ha sido la de cortar los restos del cultivo, incorporando los residuos al suelo, en concordancia con la no obligatoriedad de la quema a partir de la legislación vigente. En los casos de rebrote, el tratamiento químico es más utilizado. Se asumió entonces que hubo un período de transición entre la obligatoriedad y la no obligatoriedad de la quema de residuos de algodón en el inicio de la década del 90, así como de los mecanismos de erradicación de los restos de los cultivos en el campo. Se consideró que hubo una caída gradual del 50% al 0%, en el período 1990-1995, como fracción de las áreas que aún practicaban la quema. Después de ese período, se asumió la no existencia de la quema de residuos de algodón en el país.

En el Cuadro 3.79, se pueden observar los valores estimados para la emisión de los gases provenientes de la quema de residuos del cultivo de algodón.

**Cuadro 3.79 Emisiones para la quema de residuos del cultivo de algodón**

Gas	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	Gg				%
CH <sub>4</sub>	4,2	0,5	-	-	-100
N <sub>2</sub> O	0,3	0	-	-	-100
CO	87,9	11,5	-	-	-100
NO <sub>x</sub>	10,5	1,4	-	-	-100

### 3.4.4 Emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes de suelos agrícolas

La utilización de fertilizantes nitrogenados es señalada como el principal motivo del aumento global de las emisiones de N<sub>2</sub>O por suelos agrícolas. En Brasil, sin embargo, la principal fuente de emisiones son los desechos animales que quedan en los pastajes. Las emisiones de N<sub>2</sub>O ocurren también por la aplicación de estiércol animal como fertilizante, por el nitrógeno proveniente de residuos agrícolas y por la deposición atmosférica de NO<sub>x</sub> y NH<sub>3</sub>.

Las emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes de suelos agrícolas fueron subdivididas en tres categorías, conforme el *Guidelines 1996*:

- Emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes de los desechos de animales en el pastaje;
- otras fuentes directas de emisión de N<sub>2</sub>O, que incluyen el uso de fertilizantes sintéticos, el nitrógeno de desechos de animales usados como fertilizantes, la fijación biológica de nitrógeno y los residuos de la cosecha; y
- fuentes indirectas de emisión de N<sub>2</sub>O, a partir del nitrógeno usado en la agricultura, que incluyen la volatilización y subsecuente deposición atmosférica de NO<sub>x</sub> y NH<sub>3</sub> provenientes de la aplicación de fertilizantes, y a lixiviación y el escape de nitrógeno de fertilizantes.

Las estimativas de las emisiones de N<sub>2</sub>O por suelos agrícolas en Brasil son presentadas en el Cuadro 3.80. En el 2005, las emisiones totales fueron estimadas en 456,8 Gg N<sub>2</sub>O, siendo la mayor participación proveniente de las emisiones directas, en la cual los desechos en los pastajes son la causa principal.

Desde 1990 al 2005, las diferentes fuentes de N<sub>2</sub>O mantuvieron el mismo orden de importancia en relación a la contribución a las emisiones totales de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas. El depósito de excrementos de animales en los pastajes permaneció como la fuente más relevante. Las emisiones indirectas representaron un 27,7% del total en el 2005.

Es importante destacar que los resultados recientes de la investigación con emisiones de N<sub>2</sub>O de la agricultura nacional no confirman que la fijación biológica de nitrógeno sea un proceso relevante para la emisión de N<sub>2</sub>O, tanto es así que esa fuente de emisión no aparece más en el *Guidelines 2006*. Por lo tanto, la fijación biológica de nitrógeno no fue considerada como fuente de emisión en este inventario.

**Cuadro 3.80 Emisiones de N<sub>2</sub>O por suelos agrícolas**

Fuente	1990	1994	2000	2005	Participación en 2005	Variación 1990-2005
	Gg				%	
Emisiones directas	212,8	235,0	251,2	305,7	66,9	43,7
Fertilizantes sintéticos	11,0	16,6	23,6	31,1	6,8	182,5
Aplicación de fertilizante	13,2	14,3	14,0	15,6	3,4	18,3
Bovinos	4,7	5,0	4,9	5,5	1,2	15,2
Otros	8,5	9,3	9,2	10,2	2,2	20,0
Residuos agrícolas	15,3	19,0	21,6	29,1	6,4	89,6
Soja	4,8	6,1	8,0	12,5	2,7	157,2
Caña	1,0	1,2	1,8	2,3	0,5	123,5
Frijoles	0,8	1,2	1,1	1,0	0,2	35,2
Arroz	0,9	1,2	1,3	1,5	0,3	77,8
Maíz	3,5	5,3	5,3	5,7	1,3	64,5
Mandioca	2,7	2,7	2,5	2,8	0,6	6,4
Otras	1,7	1,4	1,7	3,2	0,7	88,0
Suelos orgánicos	7,5	9,0	11,1	12,8	2,8	70,3
Animales en pastaje	165,7	176,2	180,8	217,1	47,5	31,0
Bovinos	144,0	154,7	162,7	198,4	43,4	37,8
Otros	21,7	21,5	18,1	18,6	4,1	-14,4
Emisiones indirectas	104,8	116,4	124,8	151,1	33,1	44,1
Deposición atmosférica	21,1	23,0	24,2	29,1	6,4	37,8
Fertilizantes sintéticos	1,2	1,8	2,6	3,5	0,8	182,5
Fertilizante animal	19,9	21,2	21,6	25,6	5,6	28,9
Bovinos	15,6	16,7	17,5	21,2	4,6	36,1
Otros	4,3	4,5	4,1	4,4	1,0	2,6
Lixiviación	83,7	93,3	100,6	122,0	26,7	45,7
Fertilizantes sintéticos	9,2	13,9	19,7	25,9	5,7	182,5
Fertilizante animal	74,5	79,5	81,0	96,1	21,0	28,9
Bovinos	58,4	62,7	65,6	79,5	17,4	36,1
Otros	16,1	16,8	15,4	16,5	3,6	2,6
<b>Total</b>	<b>317,7</b>	<b>351,4</b>	<b>376,0</b>	<b>456,8</b>	<b>100</b>	<b>43,8</b>

#### 3.4.4.1 Emisiones de N<sub>2</sub>O debido a los animales en pastaje

Los desechos depositados en los suelos por animales durante el pastaje son la fuente más importante de las emisiones de N<sub>2</sub>O por los suelos agrícolas en Brasil, debido al gran rebaño y al hecho de que la cría extensiva es la práctica predominante de ganado en el país. Los sistemas de producción aún se caracterizan por ocupar una gran extensión

territorial, con un manejo de pastajes realizado de forma continua.

En Brasil, entre 1990 y el 2005, el total de nitrógeno excretado directamente en los pastajes sufrió un aumento considerable (31,0%), siendo posible observar esa evolución en los datos del Cuadro 3.82. Las emisiones de N<sub>2</sub>O debido a los animales en pastaje representaron un 47,5% de las emisiones de N<sub>2</sub>O de los suelos agrícolas, en el 2005, siendo el ganado bovino el mayor contribuyente de esa emisión.

Las emisiones de N<sub>2</sub>O fueron estimadas utilizando los factores *default* del IPCC para el contenido de nitrógeno en los desechos de animales y para el factor de emisión de N<sub>2</sub>O

por cantidad de nitrógeno depositado. Entre las regiones brasileñas, en el año 2000, el Centro-Oeste tenía el mayor número de cabezas de ganado de corte, correspondiendo al 37,3% del rebaño brasileño. En el Cuadro 3.82 se puede observar que esa región ofrece la mayor contribución en cantidad de nitrógeno proveniente de desechos animales aplicado directamente en el pastaje.

La producción de bovinos de corte en el inicio de los años 2000 se caracterizó por una migración desde la región Sudeste a las regiones Centro-Oeste y Norte, lo que puede justificar el incremento de la cantidad de nitrógeno aplicado directamente al suelo en las regiones Norte y Centro-Oeste.

**Table 3.81 Fertilizantes sintéticos aplicados a los suelos agrícolas por región**

Región	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	(t N)				%	
Norte	1.273	2.781	13.731	22.692	1,0	1,683
Noreste	80.013	117.103	147.286	197.012	8,9	146
Sudeste	402.060	541.614	721.382	977.190	44,4	143
Sur	231.403	386.882	499.749	631.653	28,7	173
Centro-Oeste	64.566	128.560	286.047	372.857	16,9	477
Brasil	779.315	1.176.940	1.668.195	2.201.404	100	182

**3.4.4.2 Emisiones de N<sub>2</sub>O por otras fuentes directas**

**Uso de fertilizante sintético**

Los principales fertilizantes nitrogenados utilizados en Brasil son la urea, el amonio, el nitrato de amonio anhidro y el sulfato de amonio. El consumo total de fertilizantes nitrogenados sintéticos, en Brasil en el 2005, fue 2,2 millones de toneladas de contenido de nitrógeno, con un crecimiento del 182% en relación al consumo de 1990. Una parte de ese nitrógeno es incorporado en las plantas y en el suelo, otra parte volatiliza en forma de NO<sub>x</sub> y NH<sub>3</sub>, y todavía hay otra parte que es emitida en forma de N<sub>2</sub>O. En ausencia de estudios específicos de factores de emisión para las condiciones de manejo y clima de Brasil, fueron utilizados los factores *default* del IPCC.

El consumo de nitrógeno en forma de fertilizante en el país viene aumentando de forma lineal, a una tasa de 97,2 mil toneladas de nitrógeno al año. La participación de la región Sudeste en el consumo total de fertilizantes nitrogenados en el país disminuyó entre 1990 y el 2005, pero aún así respondió por la mayor parte del consumo en el país en el 2005, con un 44,4% del total, Cuadro 3.81. Las emisiones directas de N<sub>2</sub>O por uso de fertilizantes sintéticos represen-

taron un 6,8% de las emisiones de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas en el 2005, conforme muestra el Cuadro 3.80.

**Uso de estiércol como fertilizante**

Las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) estimadas en esta sección están relacionadas al N<sub>2</sub>O producido durante el almacenamiento y tratamiento de desechos animales, antes de ser aplicados al suelo como fertilizante. El término desecho o estiércol es usado aquí colectivamente para los residuos sólidos y líquidos producidos por la ganadería. La emisión de N<sub>2</sub>O de los desechos durante el almacenamiento y tratamiento depende del nitrógeno y el carbono en ellos contenidos, de la duración del stock y del tipo de tratamiento. El término "sistema de manejo" es usado para todos los tipos de almacenamiento y tratamiento de estiércol.

La cantidad de nitrógeno excretada por los animales que no ocurre directamente en los pastajes, es asumida como aplicación al suelo como fertilizante.

De acuerdo con las prácticas utilizadas en cada región, se consideró que los desechos manejados utilizando los sistemas de laguna anaeróbica, almacenamiento sólido, *dry lot*, pastaje y biodigestor, son aplicados en el campo

como fertilizante. Como son factores de emisión de  $N_2O$ , fueron adoptados los valores *default* del IPCC. Las emisiones directas de  $N_2O$  por uso de estiércol animal como fertilizante, representaron un 3,4% de las emisiones de  $N_2O$  de suelos agrícolas en el 2005, según muestra el Cuadro 3.80.

Excepto en el caso de la categoría de porcinos y la de gallináceos, la mayor parte de los desechos es depositada directamente en los pastajes. En el caso de los animales cuyo estiércol es "no manejado", como es el caso de los animales de pastaje, los desechos no son almacenados ni tratados, siendo depositados directamente en el campo.

**Cuadro 3.82 Cantidad de nitrógeno en desechos de animales**

Sistema	Región	1990	1994	2000	2005	Participación en 2005	Variación 1990-2005
		(t Nex <sup>1</sup> )				%	
Animales en pastaje	Norte	514.405	654.575	826.639	1.358.545	19,7	164,1
	Noreste	1.157.440	1.029.980	1.004.210	1.162.718	16,8	0,5
	Sudeste	1.262.937	1.309.611	1.227.253	1.281.403	18,6	1,5
	Sur	872.450	905.474	843.641	877.841	12,7	0,6
	Centro-Oeste	1.465.912	1.705.973	1.851.101	2.226.094	32,2	51,9
	<b>Total</b>	<b>5.273.143</b>	<b>5.605.614</b>	<b>5.752.843</b>	<b>6.906.602</b>	<b>100</b>	<b>31</b>
Otros sistemas de manejo	Norte	71.207	83.657	61.546	64.687	5,2	-9,2
	Noreste	207.200	195.023	171.135	181.051	14,6	-12,6
	Sudeste	299.922	316.080	313.788	336.297	27,0	12,1
	Sur	349.212	404.250	432.639	485.119	39,0	38,9
	Centro-Oeste	123.310	136.990	138.503	176.124	14,2	42,8
	<b>Total</b>	<b>1.050.851</b>	<b>1.135.999</b>	<b>1.117.611</b>	<b>1.243.278</b>	<b>100</b>	<b>18,3</b>

<sup>1</sup> Nitrógeno excretado

Las cantidades de nitrógeno en desechos usados como fertilizante que generan directamente emisiones de  $N_2O$  son estimadas en un 80% del total, siendo el 20% restante correspondiente a las pérdidas por volatilización de  $NH_3$  y  $NO_x$ , que generarán emisiones indirectas de  $N_2O$ .

**Cuadro 3.83 Resumen de las estimativas de  $N_2O$  de manejo de desechos en Brasil**

Región	1990	1994	2000	2005	Participación en 2005	Variación 1990-2005
	t				%	
Norte	0,73	0,87	0,66	0,67	5,2	-8,0
Noreste	2,36	2,33	2,13	2,27	17,7	-4,1
Sudeste	2,95	3,22	3,47	3,79	29,6	28,4
Sur	2,98	3,64	3,94	4,45	34,7	49,2
Centro-Oeste	1,01	1,16	1,29	1,65	12,8	63,0
<b>Total</b>	<b>10,03</b>	<b>11,21</b>	<b>11,49</b>	<b>12,82</b>	<b>100</b>	<b>27,8</b>

En el Cuadro 3.83 se muestra la participación de los sistemas de manejo de desechos en Brasil, que no incluyen los depositados directamente en pastajes, mostrando que las emisiones de  $N_2O$  de los sistemas de manejo de desechos animales son predominantes de la región Sur del país.

#### *Fijación biológica de nitrógeno*

El proceso de reducción de  $N_2$  atmosférico para formas combinadas de N-amoniacal, por intermedio de organismos vivos, es denominado como fijación biológica del nitrógeno. En Brasil, la práctica de inoculación con bacterias específicas para fijación de  $N_2$  es rutinariamente utilizada apenas en la cultura de la soja, no existiendo informaciones disponibles sobre su aplicación en otros cultivos.

En relación a las emisiones de  $N_2O$  derivadas del proceso de fijación biológica de nitrógeno - FBN por leguminosas, tal como consta en el *Guidelines 1996*, Rochette y Janzen (2005) mostraron que no hay datos en la literatura que confirmen la existencia de una relación de los dos procesos, y por eso la FBN no es más considerada como una fuente de  $N_2O$  en la metodología del *Guidelines 2006*. La confirmación de que el cultivo de la soja no implica emisiones de  $N_2O$  debidas a

la FBN asociada al cultivo, fue conseguida por Cardoso *et al.* (2008) al no encontrar diferencias entre las emisiones de N<sub>2</sub>O medidas en suelo plantado con una variedad nodulante y otra no nodulante (incapaz de beneficiarse de la FBN). En el Sur de Brasil, Jantalia *et al.* (2008) tampoco registraron emisiones de N<sub>2</sub>O durante el crecimiento de cultivos de soja que señalasen a la FBN como fuente relevante de ese gas.

Por eso, para este Inventario fue retirada la FBN como fuente de N<sub>2</sub>O, tal como es descrito en la metodología del *Guidelines 2006*, corroborado por las investigaciones nacionales.

### Residuos de la cosecha

El nitrógeno contenido en los residuos de la cosecha de cultivos que son incorporados al suelo, es también fuente de emisión de N<sub>2</sub>O. Para estimar esas emisiones fueron utilizadas las producciones anuales y la cantidad de materia seca por tipo de cultivo. Las principales culturas consideradas fueron la caña de azúcar, el maíz, la soja, el arroz, el frijol y la mandioca.

El área ocupada por cultivos temporarios representa cerca del 90% del total y se mantuvo prácticamente igual entre 1990 y el año 2003, con pequeñas oscilaciones. A partir del 2003, hubo una tendencia de aumento del área plantada con cultivos temporarios, pasando de 52 a 56 millones de hectáreas, entre el 2003 y el 2006. A pesar de la gran variedad de especies agrícolas plantadas en el territorio nacional, apenas cinco cultivos eran responsables por el 78% del área plantada en el 2006. La soja es la que ocupaba la mayor área (33%), seguida por el maíz (22,5%), la caña de azúcar (11,4%), el frijol (6,4%) y el arroz (4,7%).

Considerando la cantidad de nitrógeno contenido en el residuo para cada cultivo principal, además de las otras temporarias, entre 1990 y el 2005 hubo un aumento del 92,5% en la cantidad de nitrógeno que retorna a los suelos agrícolas (Cuadro 3.84), siendo el cultivo de soja el principal contribuyente.

**Cuadro 3.84 Cantidad de nitrógeno en residuos dejados en suelos agrícolas por cultivo**

Cultivo	1990	1994	2000	2005	Participación en 2005	Variación 1990-2005
	t				%	
Soja	308.484	386.528	508.834	793.496	42,1	157,2
Maíz	221.385	336.910	335.182	364.139	19,3	64,5
Frijoles	49.241	74.258	67.352	66.588	3,5	35,2
Arroz	54.232	77.032	81.372	96.413	5,1	77,8
Caña de azúcar	65.863	73.242	115.486	148.001	7,8	124,7
Mandioca	169.233	170.223	160.341	180.017	9,5	6,4
Otras	111.493	91.150	112.428	237.614	12,6	113,1
<b>Total</b>	<b>979.931</b>	<b>1.209.342</b>	<b>1.380.995</b>	<b>1.886.270</b>	<b>100</b>	<b>92,5</b>

Debido a la inexistencia de datos confiables relativos a los residuos provenientes de los cultivos permanentes (café, coco, naranja, entre otros), no fue calculada la cantidad de nitrógeno que retorna como residuo de estos cultivos. Los parámetros utilizados para los cultivos temporarios (fracción de la materia seca del producto cosechado) no servirían de referencia para los residuos de los cultivos permanentes, ya que sus residuos no retornan a los suelos agrícolas.

Para los cultivos temporarios, se hizo un levantamiento de la literatura existente para estimar la fracción de materia seca del producto y la fracción de nitrógeno de la parte aérea de la planta. En ausencia de mejores informaciones, fueron utilizados los factores de emisión *default* del IPCC para el contenido de nitrógeno en los residuos y para la parte de residuo que permanece en el campo. Las emisiones directas de N<sub>2</sub>O debido a los residuos de la cosecha

representaron un 6,4% de las emisiones de N<sub>2</sub>O de los suelos agrícolas en el 2005, conforme muestra el Cuadro 3.80, siendo los seis cultivos principales responsables por el 89% de las emisiones.

### Suelos con alto contenido de materia orgánica

En Brasil no están disponibles las informaciones sobre suelos, en escalas adecuadas, para estimar el área efectivamente cultivada de suelos orgánicos cada año.

Por el área reducida que representan los suelos orgánicos en Brasil, asociada a la gran incerteza en la distribución y uso agrícola, se asumió, para las estimativas de emisiones de N<sub>2</sub>O, la existencia de una área de un millón de hectáreas, de las cuales el 40% estarían en uso en 1990, alcanzando en el 2006 una explotación del 70% del total.

### 3.4.4.3 Emisiones de $N_2O$ por fuentes indirectas

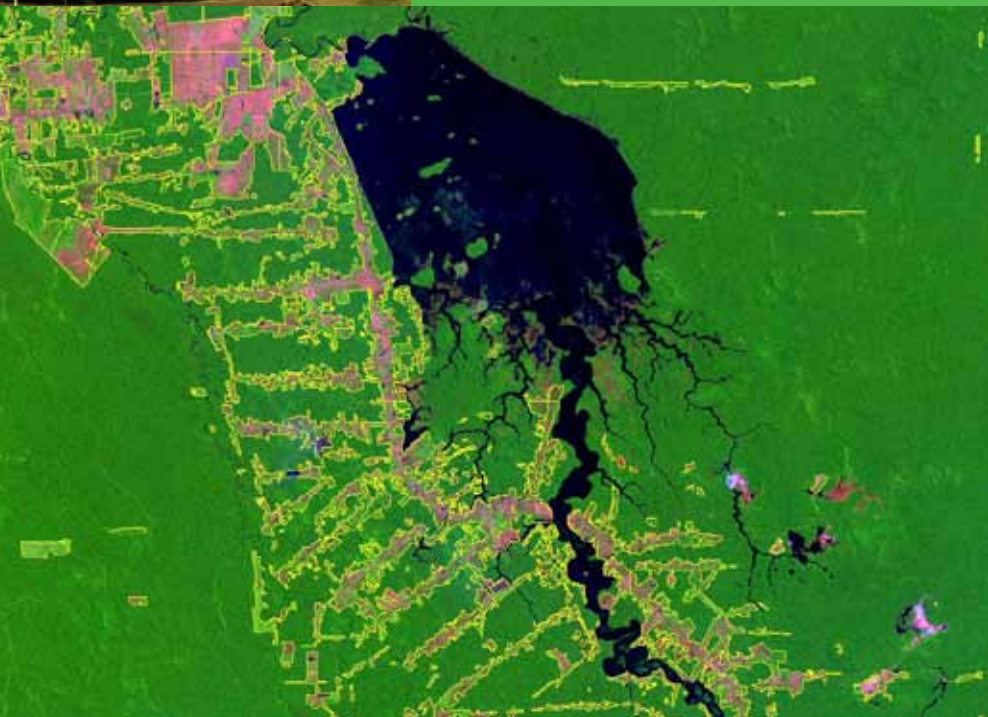
#### Deposición atmosférica de $NO_x$ y $NH_3$

Parte del nitrógeno contenido en los fertilizantes sintéticos y en los desechos de animales, usados como fertilizantes, volatiliza en forma de  $NO_x$  y  $NH_3$ . Esa parte es descontada cuando se estiman las emisiones debido a las fuentes directas. Sin embargo, una parte de esos gases vuelve a depositarse en la superficie terrestre, y si esa deposición ocurre en suelos agrícolas, puede resultar en emisiones adicionales de  $N_2O$ . Es imposible determinar en que área esa deposición ocurrirá, pudiendo, inclusive, ser en los océanos. De la misma forma, el  $NO_x$  y  $NH_3$  originados de otras fuentes, como la combustión, pueden depositarse en suelos agrícolas. Por lo tanto, la incerteza sobre esa parte de las emisiones es muy grande. Se adoptó el criterio de considerar la deposición total correspondiente a los gases volatilizados a partir de los suelos agrícolas. Fueron utilizados los factores de emisión *default* del IPCC. Las emisiones de  $N_2O$  provenientes de la deposición atmosférica de  $NO_x$  y  $NH_3$ , en el 2005, repre-

sentaron un 6,4% de las emisiones de  $N_2O$  de los suelos agrícolas, creciendo un 38% en relación al valor estimado en 1990, conforme muestra el Cuadro 3.80.

#### Lixiviación y escape superficial de nitrógeno

Parte del nitrógeno que es aplicado a los suelos agrícolas a través de fertilizantes sintéticos o desechos de animales es lixiviado y escapa por medio de los ríos hasta el océano. En esos ambientes hay también emisiones de  $N_2O$ , clasificadas como emisiones indirectas de la aplicación de fertilizantes. La incerteza sobre los factores de emisión de  $N_2O$  por el escape de ese nitrógeno es muy grande, no existiendo evaluación sobre los valores más apropiados a las variadas condiciones en Brasil. Se utilizaron los factores de emisión *default* del IPCC. En el 2005, las emisiones de  $N_2O$  debido a la lixiviación y al escape del nitrógeno aplicado como fertilizante representaron un 26,7% de las emisiones de  $N_2O$  de suelos agrícolas, creciendo un 45,7% en relación al valor estimado para 1990, conforme muestra el Cuadro 3.80.



## Cambio del Uso de la Tierra y Bosques

### 3.5 Cambio del Uso de la Tierra y Bosques

Como puede ser observado en la sección 1.2.5 del presente Inventario, el sector de Cambio del Uso de la Tierra y Bosques fue ampliado, incluyendo las emisiones antrópicas en áreas donde no haya habido cambio del uso.

Las metodologías adoptadas para la elaboración de esta parte del Inventario son consistentes con las presentadas en el *Good Practice Guidance LULUCF*, cuyo uso, a pesar de no ser obligatorio para los países en desarrollo, se debe a la relevancia de las emisiones asociadas al Cambio del Uso de la Tierra y Bosques - LUCF, relatadas en la Comunicación Inicial de Brasil para la Convención (BRASIL, 2004). Además, por ese motivo, fue seleccionado el abordaje más detallado descrito en el *Good Practice Guidance LULUCF* que requiere observaciones espacialmente explícitas (y completas) del uso de la tierra y del cambio del uso de la tierra.

La estimativa de las emisiones se basa en la correcta representación de las áreas y su asociación a categorías de uso de acuerdo a los principios establecidos en el *Good Practice Guidance LULUCF*, tales como el uso, siempre que sea posible, de abordajes adecuados, consistentes, completos y transparentes.

Una de las mayores dificultades en relatar las emisiones y absorciones del sector de Cambio del Uso de la Tierra y Bosques es la identificación de la parte antrópica de las emisiones líquidas totales. Buscando establecer una forma de resolver esa dificultad y permitir una mayor comparación de los inventarios de los países, el *Good Practice Guidance LULUCF* desarrolla el concepto de "Área Manejada" (*Managed Land*), ya introducido en el *Guidelines 1996* de forma menos explícita, haciendo referencia al área sometida al proceso de planificación e implementación de prácticas para manejo y uso de la tierra, con el objetivo de cumplir relevantes funciones ecológicas, económicas y sociales. De acuerdo a ese concepto, todas las emisiones y absorciones en *áreas manejadas* son consideradas antrópicas, mientras que las emisiones y absorciones en *áreas no manejadas* son consideradas como no antrópicas, excepto cuando el *área no manejada* es convertida para otros usos, conforme es establecido en el *Guidelines 1996*.

Para este inventario, se definió como *Área Manejada* a todas las áreas de bosque y de vegetación nativa no forestal (Campo) contenidas en Tierras Indígenas - TI, y en el Sistema Nacional de Unidades de Conservación de la Naturaleza - SNUC (Ley 9985/2000), exceptuándose las Reservas Particulares del Patrimonio Natural - RPPNs, por la falta de información adecuada, siendo las demás

áreas de vegetación nativa consideradas como *Área no Manejada*.

Las estimativas de las emisiones antrópicas líquidas por fuentes y absorciones por sumideros de CO<sub>2</sub>, asociadas al cambio del uso de la tierra y bosques entre dos instantes de tiempo, consideran todos los compartimientos de carbono, conforme propone el *Good Practice Guidance LULUCF* (biomasa viva arriba del suelo, biomasa viva abajo del suelo, como las raíces, ramas finas y hojas muertas, ramas gruesas muertas y el carbono de suelo).

Para el presente Inventario fueron tomadas como base las emisiones líquidas medias para el período comprendido entre los años 1994 y 2002 calculadas en el Informe de Referencia "Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Cambio del Uso de la Tierra y Bosques", utilizando la metodología más detallada del *Good Practice Guidance LULUCF*, descrita a seguir.

A partir de esos resultados fueron estimadas las emisiones líquidas anuales para el período de 1990 al 2005, según es descrito en la sección 3.5.3.8.

#### 3.5.1 Metodología

##### 3.5.1.1 Representación de Áreas

Para los objetivos de este informe, fue seleccionado el abordaje 3 (IPCC, 2003), que requiere observaciones espacialmente explícitas de cambio del uso de la tierra. Todo el territorio nacional fue subdividido en unidades espaciales (células) en la forma de polígonos que resultaron de la integración de las siguientes fuentes de datos (planos de información):

- Bioma
- Límites municipales
- Fisionomía vegetal
- Tipo de suelo
- Uso de la tierra en 1994, y
- Uso de la tierra en el 2002

Esas informaciones fueron utilizadas para estimar las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> en el período de 1994 al 2002. Cada uno de los planos de información (*layers*) es detallado a seguir.



### ***Biomias brasileños***

El territorio nacional fue subdividido en seis grandes biomas definidos por el IBGE (IBGE, 2004): Amazonia, Sabana (*Cerrado*), Pantanal, Mata Atlántica, *Caatinga* y Pampa, como muestra la Figura 3.8.

Los nombres de los biomas están generalmente asociados al tipo de vegetación predominante, o al relevo, como en el caso del Bioma Pantanal, que constituye la mayor superficie inundable (*wetland*) interiorana del mundo. El Bioma Amazonia es definido por la unidad de clima, fisionomía forestal

y localización geográfica. El Bioma Mata Atlántica, que ocupa toda la franja continental atlántica del este brasileño y se extiende para el interior en el Sudeste y Sur del País, es definido por la vegetación forestal predominante y el relevo diversificado. El Pampa, restringido a Rio Grande do Sul, se define por un conjunto de vegetación de campo en relevo de planicie. La vegetación predominante le da nombre al *Cerrado*, segundo bioma de Brasil en extensión, que va desde el litoral de Maranhão hasta el Centro-Oeste. Finalmente, el Bioma *Caatinga* es típico del clima semiárido del agreste nordestino.

**Figura 3.8 Biomias brasileños**



En el Cuadro 3.85 se presenta el área aproximada de cada bioma y el correspondiente porcentaje relativo al área total del territorio brasileño.

**Cuadro 3.85 - Área de los biomas brasileños**

Biomos Continentales Brasileños	Área Aproximada km <sup>2</sup>	Participación %
Amazonia	4.196.943	49,29
Cerrado	2.036.448	23,92
Mata Atlántica	1.110.182	13,04
Caatinga	844.453	9,92
Pampa	176.496	2,07
Pantanal	150.355	1,76
<b>Brasil</b>	<b>8.514.877</b>	<b>100</b>

Fuente: IBGE, 2004.

### Límites Municipales

La inclusión de un plano de información con los límites políticos (estados y municipios) tiene como objetivo permitir la utilización de informaciones estadísticas secundarias como verificación del proceso de interpretación de las imágenes de satélite, así como establecer parámetros diferenciados por estado o municipio para informaciones que no pueden ser identificadas por análisis de imágenes (tipos de cultivos agrícolas, especies utilizadas en reforestación).

En este trabajo fue utilizada la Malla Municipal Digital 2005 del IBGE. Esa versión retrata la situación vigente de la División Político-Administrativa de Brasil - DPA, referente al año base 2005. La Malla Municipal Digital 2005 totaliza 5.564 municipios.

### Fisionomía Vegetal

El Mapa de Vegetación de Brasil, según el IBGE (2004), reconstituye la situación de la vegetación en el territorio brasileño en la época de su descubrimiento, resaltando que en el país hay dos grandes conjuntos de vegetación: uno forestal, que ocupa más del 60% del territorio nacional, y otro no forestal, con influencia campestre. Las formaciones forestales son constituidas por los bosques ombrófilos (típicos de regiones donde no falta humedad durante todo el año)

y estacionales (típicos de regiones en que falta humedad durante un período del año) situados tanto en la Amazonia como en las áreas extra-Amazonia, más precisamente en la Mata Atlántica. En la Amazonia predominan los bosques ombrófilos densos y abiertos, con árboles de medio y gran porte, con *cipós*, *bromélias* y orquídeas.

Las formaciones no forestales/campestres son constituidas por las tipologías de vegetación abiertas, mapeadas como: a) sabana, correspondiente al Cerrado, que predomina en el Brasil central, estando presente también en pequeñas áreas en otras regiones del país, inclusive en la Amazonia; b) sabana tipo estepa, que incluye al agreste nordestino, los campos de Roraima, el Pantanal de Mato Grosso y una pequeña presencia en el extremo oeste de Rio Grande do Sul; c) estepa que corresponde a los campos del altiplano y de la campaña del extremo sur de Brasil; y d) campinarana, un tipo de vegetación (raquítica) derivada de la falta de nutrientes minerales en el suelo y que está presente en la Amazonia, en la cuenca del río Negro.

El mapa trae además la indicación de las áreas de las formaciones pioneras que abrigan la vegetación de las restingas, de los manglares y de las áreas inundadas, además de las áreas de tensión ecológica, donde hay contacto entre diferentes tipos de vegetación, y los chamados refugios de vegetacionales, donde la vegetación en general es constituida por comunidades fragmentadas.

Los datos digitales del mosaico del Mapa de Vegetación del IBGE 2004 fueron obtenidos directamente en la página de Internet del IBGE (<http://www.ibge.gov.br>).

En el Cuadro 3.86, se presentan las fisionomías vegetales agregadas<sup>50</sup> que fueron consideradas en este informe y las abreviaturas por las cuales serán referidas en el resto del texto.

50 El mapa original de vegetación del IBGE (2004) presenta clases de transición entre diversos tipos de vegetación. Para que se pudiese asociar a cada fisionomía vegetal un único valor de C, el mapa original de vegetación fue reclasificado, considerando apenas las fitofisionomías dominantes, sin las clases de transición, basándose, principalmente, en informaciones más detalladas obtenidas de los mapas de vegetación del SIVAM, del RADAM y del PROBIO disponibles para Brasil o regiones.

**Cuadro 3.86 Fisionomías vegetales**

Fisionomía	Denominación	Abreviatura
Bosque	Bosque Ombrófilo Abierto Aluvial	Aa
	Bosque Ombrófilo Abierto Tierras Bajas	Ab
	Bosque Ombrófilo Abierto Montaña	Am
	Bosque Ombrófilo Abierto Submontaña	As
	Bosque Estacional Decidual Aluvial	Ca
	Bosque Estacional Decidual Tierras Bajas	Cb
	Bosque Estacional Decidual Montaña	Cm
	Bosque Estacional Decidual Submontaña	Cs
	Bosque Ombrófilo Denso Aluvial	Da
	Bosque Ombrófilo Denso de Tierras Bajas	Db
	Bosque Ombrófilo Denso Montaña	Dm
	Bosque Ombrófilo Denso Alta Montaña	DI
	Bosque Ombrófilo Denso Submontaña	Ds
	Estepa Arborizada	Ea
	Bosque Estacional Semidecidual Aluvial	Fa
	Bosque Estacional Semidecidual de Tierras Bajas	Fb
	Bosque Estacional Semidecidual Montaña	Fm
	Bosque Estacional Semidecidual Submontaña	Fs
	<i>Campinarana</i> Arborizada	La
	<i>Campinarana</i> Forestada	Ld
	Bosque Ombrófilo Mixto Aluvial	Ma
	Bosque Ombrófilo Mixto Alta Montaña	MI
	Bosque Ombrófilo Mixto Montaña	Mm
	Bosque Ombrófilo Mixto Submontaña	Ms
	Vegetación con influencia fluvial y/o lacustre	Pa
	Pioneras con influencia fluviomarina (manglar)	Pf
	Pioneras con influencia marina (restinga)	Pm
	Sabana Arborizada	Sa
	Sabana Forestada	Sd
	Sabana Estépica Arborizada	Ta
	Sabana Estépica Forestada	Td
	Campo	Estepa Gramíneo-Leñosa
Estepa Parque		Ep
<i>Campinarana</i> Arbustiva		Lb
<i>Campinarana</i> Gramíneo-Leñosa		Lg
Refugio Alta Montaña		RI
Refugio Montaña		Rm
Refugio Submontaña		Rs
Sabana Gramíneo-Leñosa		Sg
Sabana Parque		Sp
Sabana Estépica Gramíneo-Leñosa		Tg
Sabana Estépica Parque	Tp	

### Tipos de Suelo

El cálculo de stock de carbono de los suelos siguió la metodología adoptada por el Inventario Inicial y consistió en las siguientes etapas:

- 1) Adaptación del mapa de suelos de Brasil EMBRAPA/IBGE (2004), en la escala 1:5.000.000;
- 2) Adaptación del mapa de vegetación de Brasil (IBGE, 2004). Fueron utilizados los mapas de suelos y de vegetación del IBGE (2004), en la escala 1:5.000.000;
- 3) Generación del mapa de la asociación suelo-vegetación.

Las 69 clases incluidas en los 18 órdenes del sistema brasileño de clasificación de suelos fueron reclasificadas, conforme el IPCC (1996; 2003), en seis grandes grupos de suelos: Suelos con argila de actividad alta (S1), Latosuelos con argila de actividad baja (S2), No Latosuelos con argila de actividad baja (S3), Suelos arenosos (S4); Suelos hidromórficos (S5) y Otros Suelos (S6). Ese reagrupamiento atiende la necesidad de evaluar los cambios de stock de carbono.

Las clases de vegetación fueron agregadas en categorías conforme criterios sugeridos por el Inventario Inicial, basados en el mapa de vegetación del IBGE (2004). Se obtuvieron así, 15 categorías. Las áreas de contacto fueron incluidas en ese agrupamiento, asociándolas a cada una de las 15 categorías conforme la dominancia de la vegetación y localización. Para esa llave de clasificación, las categorías quedaron así distribuidas: Bosque Amazónico Abierto (V1), Bosque Amazónico Denso (V2), Bosque Atlántico (V3), Bosque Estacional Decidual (V4), Bosque Estacional Semidecidual (V5), Bosque Ombrófilo Mixto (V6), Sabana Sur (V7), Sabana Amazónica (V8), *Cerrado* (V9), Estepa del Sur (V10), Estepa Noreste (*Caatinga*) (V11), Estepa Oeste (Pantanal) (V12), Estepa del Sur (V10), Sabana Amazónica (V8), Refugios Ecológicos de Montañas y Tierras Altas (V13), Áreas de Formación Pionera (V14) y Áreas Arenosas y Vegetación Leñosa Oligotrófica de Áreas Pantanosas (V15).

### Uso de la Tierra

El IPCC (2003) destaca seis amplias categorías: Bosque, Campo, Agricultura, Áreas Inundadas, Áreas Urbanas y Otras Áreas. En base a esas categorías amplias del *Good Practice Guidance LULUCF* fueron definidas las categorías de uso de la tierra para este informe, de la forma abajo presentada:

- Bosque

La categoría Bosque fue definida como toda área con las siguientes características:

- a) valor mínimo de cobertura de las copas de los árboles: 10 por ciento; b) valor mínimo de área de tierra: 0,5 hectárea, y c) valor mínimo de altura de los árboles: 5 metros.

La categoría Bosque fue subdividida en las categorías:

- i) Bosque Primario

Bosque en que la acción humana no provocó significativas alteraciones de sus características originales (estructura y especies). También denominado Bosque Clímax.

- ii) Bosque Primario con Extracción Selectiva de Madera

El corte selectivo está asociado a las áreas donde hay explotación predatoria de madera en bosques nativos, básicamente en la Amazonia, donde la abertura de pistas y patios para la extracción y almacenamiento de madera es detectado por sensores remotos debido a la alteración en la respuesta espectral de los blancos (bosques). Después de la explotación, esas áreas pueden pasar a ser nuevamente explotadas, convertidas para uso agropecuario o inclusive abandonadas. Esa subcategoría solo fue identificada para el bioma Amazonia y no fue identificada para el año 1994.

- iii) Bosque Secundario

Son áreas de vegetación secundaria en las fases avanzada, media e inicial de regeneración y que tengan condiciones de alcanzar los límites definidos para el Bosque.

- iv) Reforestación

Comprende las áreas plantadas o en preparación para la siembra de esencias forestales (acacia negra, eucalipto, pino etc.), incluyendo las áreas ocupadas con viveros de mudas de esencias forestales. La reforestación comercial se destina básicamente a la venta de productos forestales como celulosa, madera y leña, además de otros servicios para satisfacer las demandas del mercado.

- Campo

- a) Campo de Vegetación Primaria

Campo en que la acción humana no provocó significativas alteraciones de sus características originales de estructura y de especies.

- b) Campo de Vegetación Secundaria

Son áreas de vegetación secundaria en las fases avanzada, media e inicial de regeneración, y que no superaron los límites definidos para el Bosque.

- c) Pastajes

Abarcan las áreas destinadas al pastoreo y las formadas mediante plantío.

- Agricultura

Abarca todas las áreas cultivadas con cultivos temporarios y permanentes.

- Áreas Inundadas

Extensión de aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporarias, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, pantanos, marismas, incluyendo las extensiones de agua marina, cuya profundidad en la marea baja no excede los 6 (seis) metros. Incluye: a) Lagos y Ríos; b) Reservorios.

- Áreas Urbanas

Es el área interna al perímetro urbano de una ciudad o villa, definida por ley municipal, caracterizada por la edificación continua y la existencia de equipamientos sociales destinados a las funciones básicas, como habitación, trabajo, recreación y circulación.

- Otras Áreas

Formaciones rocosas, minería, dunas, etc.

- No Observado

Área no estudiada.

En el Cuadro 3.87 se sintetizan las categorías de uso de la tierra consideradas en este informe juntamente con las abreviaturas por las cuales serán referidas a seguir.

**Cuadro 3.87 Categorías de uso de la tierra**

Abreviatura	Categoría	Categoría IPCC
FNM	Bosque no manejado	Bosque ( <i>Forest</i> )
FM	Bosque manejado	
FSec	Bosque secundario	
CS	Bosque con extracción selectiva	
Ref	Reforestación	
GNM	Campo no manejado	Campo ( <i>Grassland</i> )
GM	Campo manejado	
GSec	Campo con vegetación secundaria	
Ap	Pastaje plantado	
Ac	Área agrícola	Área agrícola ( <i>Cropland</i> )
S	Área urbana	Área urbana ( <i>Settlements</i> )
A	Ríos y lagos (área no manejada)	Área inundada ( <i>Wetlands</i> )
Res	Reservorios (área manejada)	
O	Otros usos	Otros usos ( <i>Other land</i> )
NO	Área no observada	

*Construcción de matrices de transición entre las categorías y subcategorías de uso de la tierra entre 1994 y el 2002*

Las emisiones líquidas son calculadas para cada polígono identificado en la etapa anterior debido a su conjunto de características, y fundamentalmente, a la información del uso de la tierra asociado en 1994 y el 2002.

Ese cálculo es hecho para cada una de las posibles transiciones entre los usos de la tierra en los dos instantes. La metodología del *Good Practice Guidance LULUCF* establece 12 transiciones posibles, mostradas en el Cuadro 3.88.

**Cuadro 3.88 Matriz de transiciones posibles**

1994	2002															
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	
FNM																
FM																
FSec																
Ref																
CS																
GNM																
GM																
GSec																
Ap																
Ac																
S																
A																
Res																
O																
NO																

La diagonal de la matriz identifica las áreas que permanecieron en una misma categoría de uso entre 1994 y el 2002. Hay que resaltar que el hecho de que este informe utilice imágenes de 1994 y del 2002 inviabiliza conocer la dinámica de la conversión de una categoría de uso de la tierra a otra entre 1994 y el 2002. Eso implica que una conversión de bosque en 1994 a uso para agricultura en el 2002 puede haber tenido una etapa intermediaria, por ejemplo, de bosque en 1994 a pastaje en 1999, y de este a agricultura en el 2002. A medida que los inventarios vayan siendo hechos en períodos más cortos, esa dinámica será ciertamente captada, posibilitando una estimativa más precisa de las emisiones antrópicas líquidas anuales.

### 3.5.1.2 Cálculo de las Emisiones y Absorciones para las transiciones analizadas

De acuerdo al *Guidelines 1996*, la base fundamental para la metodología está fundamentada en dos temas relacionados:

i) el flujo de  $\text{CO}_2$  de la atmósfera, o para la atmósfera, es asumido como siendo igual a los cambios en los stocks de carbono en la biomasa existente y en los suelos; y

ii) los cambios en los stocks de carbono pueden ser estimados, determinándose, primeramente, las tasas de cambio del uso de la tierra y la práctica responsable por el cambio (por ejemplo, la quema, la deforestación, el corte selectivo, etc.). Posteriormente es evaluado el impacto de esas prácticas sobre los stocks de carbono y la respuesta biológica a un determinado uso de la tierra.

La metodología del *Good Practice Guidance LULUCF* establece que la estimativa de las emisiones de  $\text{CO}_2$  en un determinado período de tiempo se puede realizar a través de la evaluación de la diferencia de stocks de carbono entre el inicio y el final del período para cada una de las transiciones definidas en el Cuadro 3.88. Son descritos dos abordajes para ese cálculo, con una evaluación directa de los stocks en los dos instantes de tiempo o evaluación de los incrementos y pérdidas en el período. Los stocks de carbono o incrementos y pérdidas son calculados para los diversos compartimentos (biomasa viva, arriba y abajo del suelo, materia orgánica muerta, como madera muerta, y carbono del suelo). El presente informe utiliza los dos abordajes, dependiendo de los cambios del uso de la tierra relatados.

El balance de las pérdidas y ganancias de carbono en todos los compartimentos, para el período 1994-2002, fue obtenido a través de los procesos distintos:

- Estimativa de las emisiones y absorciones relativas al cambio de stock de biomasa viva (arriba y abajo del suelo) y materia orgánica muerta (fina y gruesa)
- Estimativa de las emisiones y absorciones relativas al cambio de stock del carbono del suelo

El cálculo toma como base las ecuaciones 3.1.1 y 3.1.2 del *Good Practice Guidance LULUCF*, reproducidas a seguir.

#### Ecuación 3.1.1

$$\Delta C = \sum_{ijk} [A_{ijk} \cdot (C_I - C_L)_{ijk}]$$

donde:

$\Delta C$ : es el cambio en el stock de carbono (tC/año)

$A$ : es el área de tierra (ha)

$ijk$ : índices que corresponden al tipo de clima  $i$ , tipo de vegetación  $j$  y práctica de

manejo  $k$ , etc.

$C_I$ : tasa de ganancia de carbono (tC/ha/año)

$C_L$ : tasa de pérdida de carbono (tC/ha/año)

#### Ecuación 3.1.2

$$\Delta C = \sum_{ijk} (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1)_{ijk}$$

donde:

$C_{t_1}$ : stock de carbono en el instante  $t_1$  (tC)

$C_{t_2}$ : stock de carbono en el instante  $t_2$  (tC)

El detalle de las ecuaciones utilizadas para el cálculo de las emisiones y absorciones relativas al cambio del stock de carbono en la biomasa viva y materia orgánica muerta, para cada una de las transiciones descritas en el Cuadro 3.5.1.4, es descrito en el Informe de Referencia "Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Cambio del Uso de la Tierra y Bosques" (BRASIL, 2010).

La metodología para la estimativa de la variación del carbono en el suelo toma como referencia el valor de carbono medio del suelo bajo la vegetación primaria, para cada una

de las asociaciones suelo-vegetación descritas en el Cuadro 3.94. De acuerdo al *Good Practice Guidance LULUCF*, fue adoptado que la ganancia o pérdida de carbono del suelo resultante del cambio del uso de la tierra, ocurre durante el período de 20 años.

La ecuación general para el cálculo de la variación del carbono del suelo es descrita a seguir, y es consistente con la Ecuación 3.3.3 del *Good Practice Guidance LULUCF*:

$$ES_i = A_i \times C_{suelo} \times (fc(t_0) - fc(t_f)) \times (T/2) / 20$$

donde:

$ES_i$ : Emisión líquida del polígono  $i$  en el período  $T$  debido a la variación en el carbono del suelo (tC)

$A_i$ : Área del polígono  $i$  (ha)

$C_{suelo}$ : Contenido de carbono suelo bajo la asociación suelo-vegetación del polígono (tC/ha)

$fc(t)$ : factor de alteración de carbono de suelo en el instante  $t$  (no dimensional)

El factor de alteración de carbono es definido por la ecuación:

$$fc(t) = f_{LU} \times f_{MG} \times f_I$$

donde:

$f_{LU}$ : factor de alteración de carbono por el uso de la tierra;

$f_{MG}$ : factor de alteración de carbono por el régimen de manejo;

$f_I$ : factor de alteración de carbono por las adiciones de materia orgánica.

## 3.5.2 Datos

### 3.5.2.1 Mapa del Uso de la Tierra

La información del uso de la tierra es obtenida a partir de la interpretación de imágenes de satélite, generando un mosaico del territorio nacional donde cada área es asociada a una de las categorías de uso de la tierra definidas en la sección 3.5.1.1, generando un mapa del uso de la tierra para cada año de interés. Esa interpretación fue hecha para el año inicial del período en estudio (1994) y para el año final del período (2002).

La construcción del Banco de Datos fue realizada a partir de la selección y adquisición de las imágenes del satélite LANDSAT del año 1994. Para cada escena que cubre Brasil fue realizada la selección de imágenes a través de una investigación en la página <http://www.dgi.inpe.br/CDSR>, para el año 1994, buscando reunir escenas obtenidas en fechas próximas, minimizando así las variaciones espaciales, principalmente en relación al uso y ocupación de la tierra, al momento de la junción de escenas de fechas diferentes. Se consideraron también otras variables, como el índice de cobertura de nubes y la presencia de ruidos irrecuperables. Las imágenes utilizadas para definir el uso de la tierra en el 2002 fueron las mismas utilizadas por el MMA en el proyecto PROBIO (Mapa de Cobertura Vegetal de los Biomas).

Todos los datos de las interpretaciones fueron agrupados para generar un mapa articulado del Uso y Cobertura de la Tierra para todos los biomas, conforme es presentado en la Figura 3.9 y en la Figura 3.10.

Figura 3.9 Mapa del uso y cobertura de la tierra a partir de la interpretación de imágenes del año base 1994 para todos los biomas

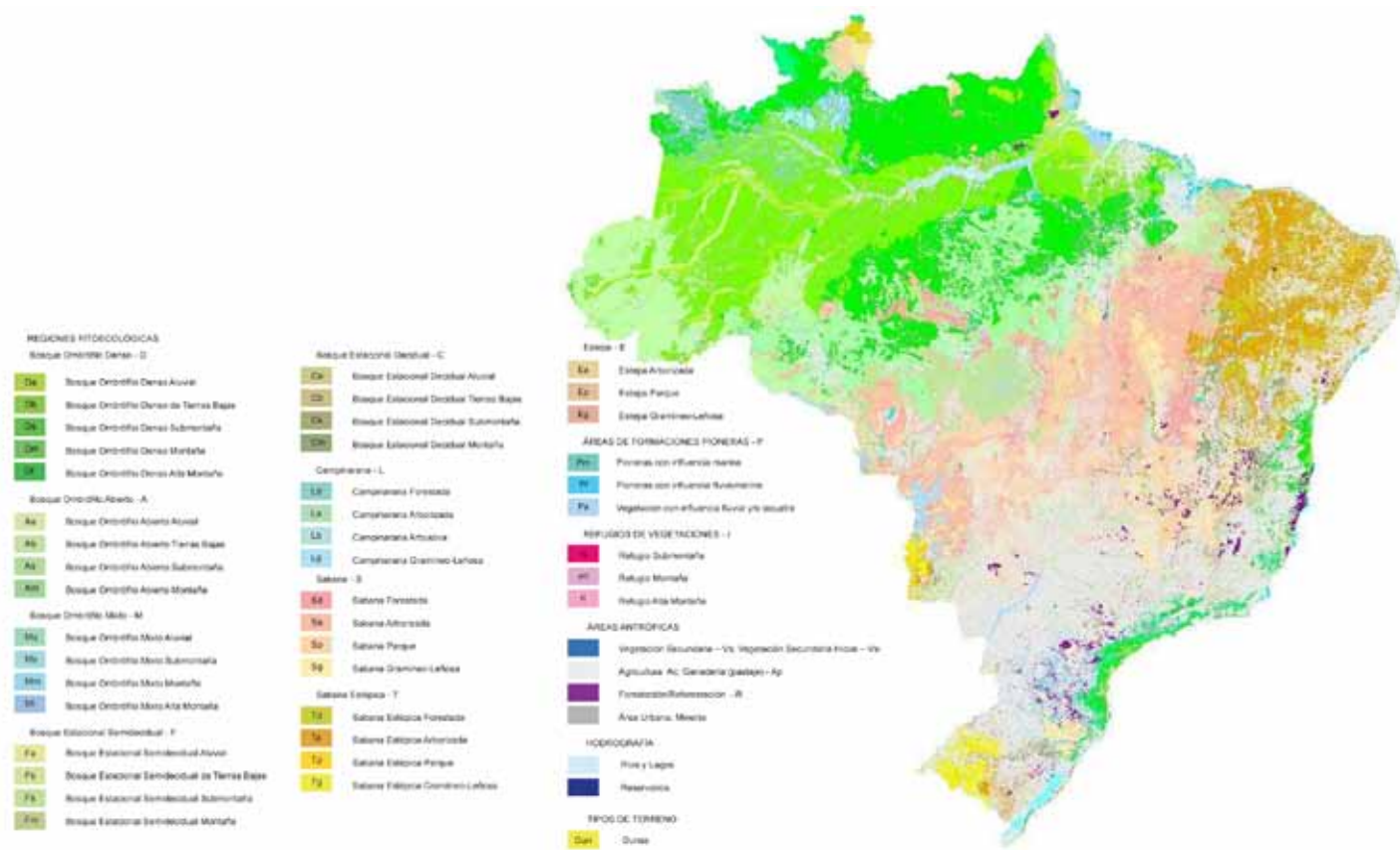
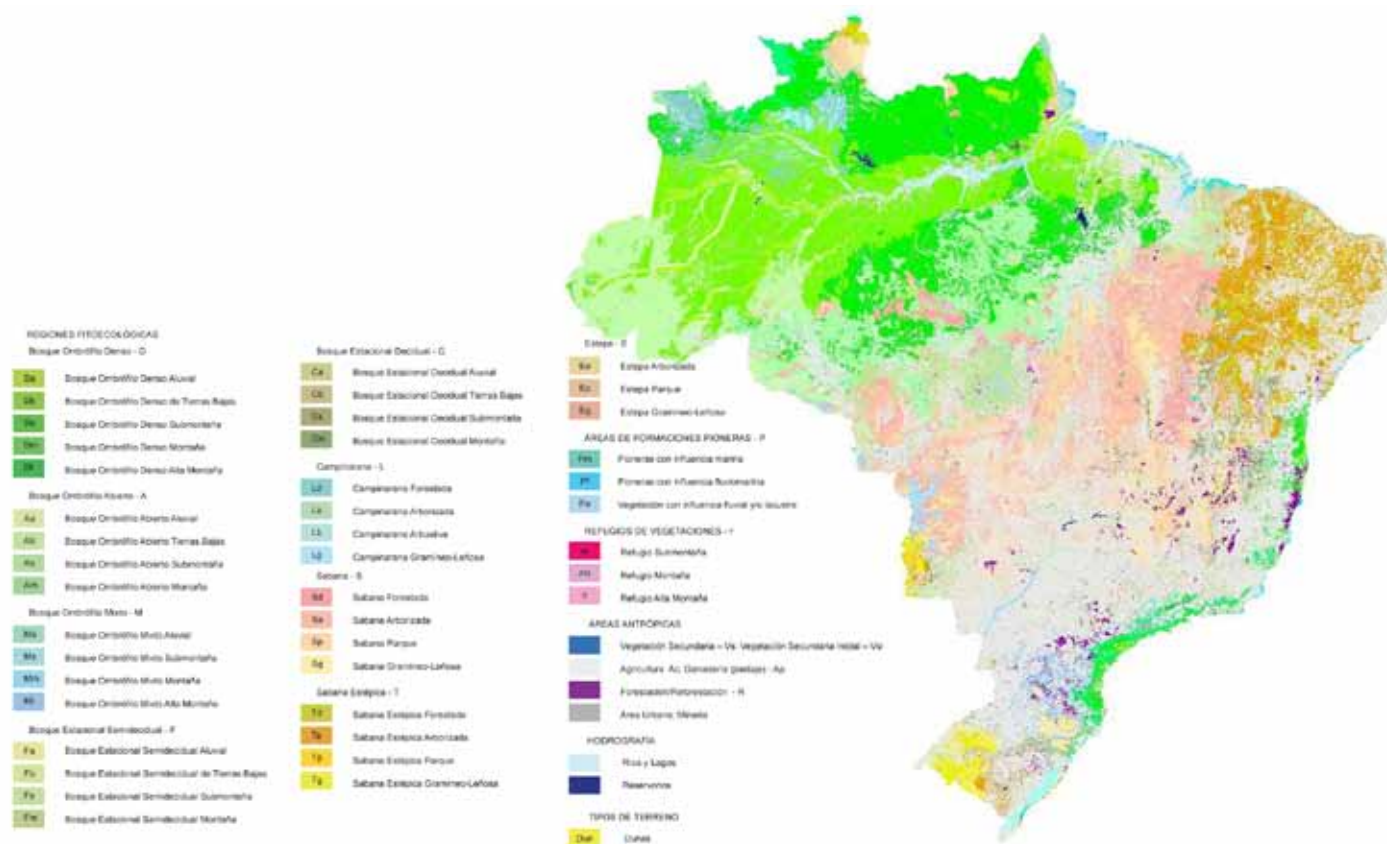


Figura 3.10 Mapa del uso y cobertura de la tierra a partir de la interpretación de imágenes del año base 2002 para todos los biomas





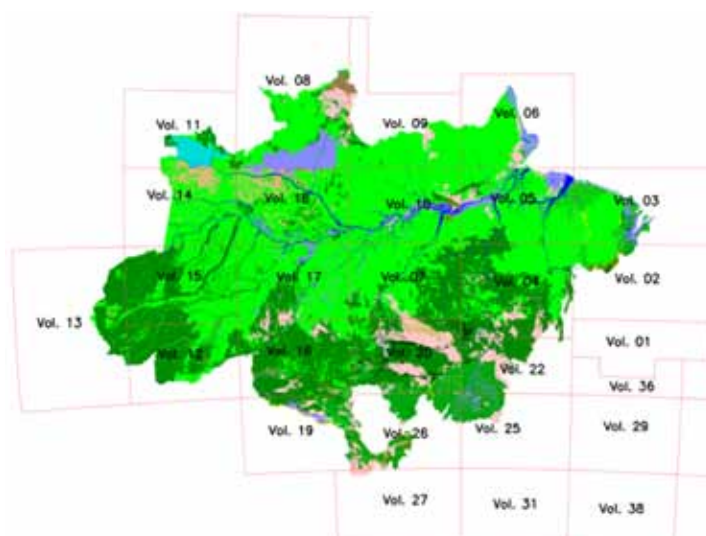
### 3.5.2.2 Stock de carbono de la biomasa viva y la materia orgánica muerta

#### Bioma Amazonia

Los datos de biomasa arriba del suelo de la vegetación del Bioma Amazonia están basados en el inventario forestal de aquella región y en los mapas fitofisionómicos del Proyecto RADAMBRASIL. El Proyecto RADAMBRASIL se desarrolló en el período de 1971 a 1986 y fue el primer gran trabajo nacional de levantamiento de los aspectos físico-ambientales del país, conforme muestra la Figura 3.11. En este trabajo fueron estudiados de forma sistemática los recursos naturales componentes del espacio físico brasileño, reunidos en 38 volúmenes con cartas en escala 1:1.000.000. Utilizando imágenes de radar y otros documentos disponibles, el proyecto se tornó la principal referencia en algunas regiones, como en la Amazonia, donde el levantamiento y la sistematización de informaciones cartográficas son más difíciles de ser obtenidas.

Los datos vectoriales del Mapa de Vegetación del RADAMBRASIL en la escala 1:1.000.000 de cada volumen publicado, fueron utilizados como base de apoyo para el bioma Amazonia. En la misma figura es presentada la distribución de los Volúmenes RADAMBRASIL sobre el bioma Amazonia.

**Figura 3.11 Mapa de vegetación, recortado para el bioma Amazonia, con la distribución de los volúmenes del RADAMBRASIL**



El inventario del Proyecto RADAM reúne datos para árboles con una circunferencia a la altura del pecho – CAP, superior a 100 centímetros, agrupados por unidad de muestreo, coordinadas geodésicas de las unidades de muestreo e indicación de las hojas en escala 1:250.000 a que pertenecen, según es presentado en la Figura 3.12.

**Figura 3.12 Distribución de las muestras del Proyecto RADAMBRASIL**



En el caso de los bosques, las medidas fueron tomadas para todos los árboles con un valor de CAP mayor o igual a 100 cm. Esto corresponde a un diámetro a la altura del pecho – DAP, mayor o igual a 31,83 cm. El valor del DAP fue utilizado para estimar la biomasa y el carbono presente en cada árbol de las unidades de muestreo empleando el modelo propuesto por Higuchi *et al.* (1998) (BRASIL, 2006):

$$\ln P = -1,754 + 2,665 \ln D \text{ para } 5 \text{ cm} \leq D < 20 \text{ cm}$$

$$\ln P = -0,151 + 2,170 \ln D \text{ para } D \geq 20 \text{ cm}$$

y

$$C = 0,2859 P$$

donde:

P es la biomasa aérea del árbol (kg);

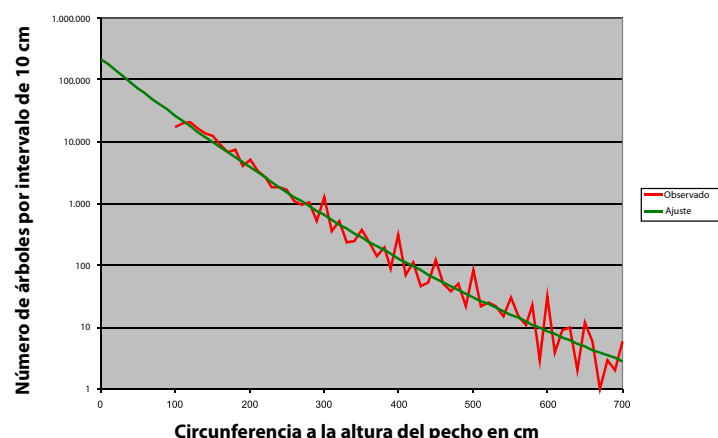
D es el diámetro a la altura del pecho (DAP) del árbol (cm);

C es el carbono contenido en la parte aérea del árbol (kg)

Para cada unidad de muestreo, el carbono de todos los árboles fue sumado y dividido por el área de la unidad, teniendo como resultado la estimativa de la densidad media de carbono de la muestra.

Se aplicó una corrección para el contenido de carbono de cada unidad de muestreo, con el objetivo de incluir los árboles con CAP inferior a 100 cm, basándose en la extrapolación del histograma de circunferencias de los árboles en el bosque amazónico del Proyecto RADAMBRASIL (BRASIL, 2004), conforme muestra la Figura 3.13.

**Figura 3.13 Histograma de valores de circunferencia a la altura del pecho en la Amazonia**



$$C_{\text{Total}} = 1,315698 C_{(\text{CAP} > 100 \text{ cm})}$$

De acuerdo a Silva (2007), las palmeras constituyen el 2,31% y los *cipós* son el 1,77% de la biomasa viva arriba del suelo. Así, esos valores fueron considerados en la corrección del valor de C, obteniéndose la expresión final para el carbono total arriba del suelo de la muestra.

$$C_{\text{arriba del suelo}} = 1,3717 C_{(\text{CAP} > 100 \text{ cm})}$$

Además, de acuerdo a Silva (2007), las raíces representan un 27,1% de la biomasa viva total de la fisonomía forestal, o el 37,2% del valor del carbono de la biomasa viva arriba del suelo, y las materias orgánicas muertas (fina y gruesa), son equivalentes al 3% de la biomasa viva total.

Cuando esas correcciones son aplicadas, se obtiene el valor total de carbono de la muestra:

$$C_{\text{Total}} = 1,9384 C_{(\text{CAP} > 100 \text{ cm})}$$

En total, 1.710 muestras fueron consideradas para la estimativa del contenido de carbono de las fisonomías forestales de la Amazonia. De las clases agrupadas de vegetación forestal descritas en el Cuadro 3.89, fueron identificadas muestras en el RADAMBRASIL para las fisonomías: Aa, Ab, As, Da, Db, Dm, Ds y La.

Después de la elaboración del agrupamiento, se obtuvo el promedio de carbono en la biomasa aérea y la materia orgánica muerta para cada tipo de vegetación considerado y en cada Volumen RADAMBRASIL, en escala 1:1.000.000, de acuerdo a las reglas descritas a seguir, modificadas en relación al Inventario Inicial y aplicadas en secuencia:

1. habiendo muestras de la clase agrupada de vegetación en el Volumen RADAMBRASIL, se utilizó el valor medio de la densidad de carbono de las muestras de la clase agrupada en el Volumen RADAMBRASIL;
2. no habiendo muestras de la clase agrupada de vegetación en el Volumen RADAMBRASIL, se utilizó la media ponderada (por el número de muestras por volumen vecino) de la densidad de carbono de la misma clase agrupada en los Volúmenes RADAMBRASIL vecinos (como mínimo uno y como máximo ocho mapas);
3. no habiendo muestras de la clase agrupada de vegetación en los volúmenes vecinos, se utilizó la media ponderada (por el número de muestras por volumen) de la densidad de carbono de la misma clase agrupada en todos los Volúmenes RADAMBRASIL del bioma.

En el Cuadro 3.89, se presentan los valores consolidados de contenido de carbono para las fisonomías y para cada Volumen RADAMBRASIL.

**Cuadro 3.89 Valores de contenido de carbono para las fisonomías forestales en el bioma Amazonia**

Volumen RADAMBRASIL	Fisonomía							
	Aa	Ab	As	Da	Db	Dm	Ds	La
	tC/ha							
2	98,24	154,55	110,06	182,98	176,10	139,03	169,35	183,00
3	98,24	154,55	129,28	137,85	161,01	139,03	275,37	183,00
4	94,88	154,55	129,28	119,67	154,59	139,03	148,30	183,00
5	108,33	154,55	146,82	213,85	185,15	109,69	230,13	183,00
6	123,75	154,55	133,99	131,82	222,39	109,69	213,55	183,00
7	159,51	160,29	180,66	142,58	153,42	139,03	175,71	262,99
8	146,97	197,91	73,64	270,89	163,92	149,50	138,56	183,00
9	127,61	213,37	112,13	262,68	157,38	109,69	184,64	262,99
10	141,81	169,49	146,45	174,03	149,54	147,77	171,21	262,99
11	154,71	197,91	158,20	166,72	168,13	83,74	144,81	114,31
12	144,32	150,69	116,14	164,35	157,42	139,03	161,84	183,00
13	144,76	144,62	139,24	168,64	153,25	104,05	121,02	160,43
14	154,71	177,28	173,89	157,86	174,17	104,05	142,46	160,43
15	172,81	164,36	156,03	171,77	154,38	104,05	155,40	228,80
16	165,70	136,14	156,76	175,73	188,14	139,03	175,02	183,00
17	136,09	159,17	157,15	175,64	165,53	104,05	159,63	228,80
18	162,92	213,37	150,61	174,79	158,01	139,03	140,48	262,99
19	150,22	147,92	135,72	170,56	159,40	139,03	154,78	183,00
20	150,61	151,80	117,97	169,39	163,05	139,03	123,29	183,00
22	148,74	154,55	97,40	137,67	153,42	139,03	145,55	183,00
25	155,84	154,55	113,12	172,77	162,51	139,03	127,87	183,00
26	165,70	136,14	130,49	175,73	188,14	139,03	153,93	183,00

Regla 1
Regla 2
Regla 3

Para las otras fisonomías vegetales del bioma se utilizaron valores de contenido de carbono de la literatura, excepto para la fisonomía Ld (*Campinarana Forestada*) para la cual fueron utilizados los mismos valores de la fisonomía La (*Campinarana Arborizada*).

- **Bioma Cerrado**

Los factores de emisión para el bioma *Cerrado*, o más específicamente de los stocks de carbono en biomasa para las tipologías de *Cerrado*, fueron obtenidos de la literatura científica disponible. Para la topología Sabana Forestada (*Cerradão*), fueron consultadas 11 fuentes diferentes, mientras que para las topologías de Sabana Arbórea Abierta (*Cerrado Sensu Stricto*) fueron consultadas 34 fuentes. Para la Saba-

na Gramíneo-Leñosa (*Campo Cerrado* y *Campo Limpio*) y la Sabana Parque (*Campo Cerrado*), fueron consultadas trece y cuatro fuentes, respectivamente. Para la obtención de los valores totales de biomasa, fue aplicado el factor de expansión R/S (*root-to-shoot* o razón biomasa de raíces/biomasa arriba del suelo), conforme muestra el Cuadro 3.4.3 del *Good Practice Guidance LULUCF*.

Para las demás fisonomías que componen el bioma *Cerrado*, fueron obtenidos factores de emisión de las fisonomías forestales vecinas, como la Mata Atlántica, el Pantanal, la Amazonia y la *Caatinga*.

Particularmente, en relación a las fisonomías forestales (Aa, Ab, As, Da, Dm y Ds), fueron adoptados los valores de con-

tenido de carbono medio de los Volúmenes RADAMBRASIL vecinos al bioma *Cerrado*.

En el Cuadro 3.90, se presentan los valores de contenido de carbono utilizados para el bioma *Cerrado*.

**Cuadro 3.90 Contenido de carbono de las fisonomías vegetales en el bioma Cerrado**

Fisonomía Vegetal	Bosque/Campo	Cerrado (tC/ha)
Sa	Bosque	47,1
Sd	Bosque	77,8
Sg	Campo	16,3
SP	Campo	24,1

- **Bioma Caatinga**

Los factores de emisión para el bioma *Caatinga*, o más específicamente de los stocks de carbono en biomasa para las topologías de sabana estépica (Ta, Td, Tg, Tp), fueron obtenidos de la literatura científica disponible, utilizando factores de expansión para considerar las raíces y la materia orgánica muerta.

Para las demás fisonomías que componen el bioma *Caatinga*, fueron obtenidos factores de emisión de las fisonomías forestales vecinas, como la Mata Atlántica y el *Cerrado*.

En el Cuadro 3.91, son presentados los valores de contenido de carbono utilizados para el bioma *Caatinga*.

**Cuadro 3.91 Contenido de carbono de las fisonomías vegetales en el bioma Caatinga**

Fisonomía Vegetal	Bosque/Campo	Caatinga (tC/ha)
Ta	Bosque	14,9
Td	Bosque	38
Tg	Campo	14,9
Tp	Campo	14,9

- **Bioma Mata Atlántica**

Los factores de emisión para el bioma Mata Atlántica, o más específicamente de los stocks de carbono en biomasa para las tipologías arbóreas, fueron obtenidos de la literatura científica disponible.

Para las demás fisonomías que componen el bioma Mata Atlántica, fueron obtenidos factores de emisión de fisonomías forestales vecinas (*Cerrado*, *Caatinga* y *Pampa*).

En el Cuadro 3.92, son presentados los valores de contenido de carbono utilizados para el bioma Mata Atlántica.

**Cuadro 3.92 Contenido de carbono de las fisonomías vegetales en el bioma Mata Atlántica**

Fisonomía Vegetal	Bosque/Campo	Mata Atlántica (tC/ha)
Aa	Bosque	166,93
Ab	Bosque	166,93
Am	Bosque	166,93
As	Bosque	166,93
Ca	Bosque	116,27
Cb	Bosque	116,27
Cm	Bosque	104,95
Cs	Bosque	116,27
Da	Bosque	166,93
Db	Bosque	135,76
Dm	Bosque	122,92
DI	Bosque	122,92
Ds	Bosque	122,92
Fa	Bosque	140,09
Fb	Bosque	140,09
Fm	Bosque	140,09
Fs	Bosque	140,09
Ma	Bosque	104,23
MI	Bosque	118,81
Mm	Bosque	118,81
Ms	Bosque	118,81
Pa	Bosque	105,64
Pf	Bosque	98,16
Pm	Bosque	94,48
RI	Campo	6,55
Rm	Campo	6,55
Rs	Campo	6,55

- **Bioma Pampa**

Los factores de emisión para el bioma Pampa, o más específicamente de los stocks de carbono en biomasa para las tipologías de estepa, fueron obtenidos de la literatura científica disponible, utilizando factores de expansión para considerar las raíces y la materia orgánica muerta.

Para las demás fisonomías que componen el bioma Pampa, fueron obtenidos factores de emisión de las fisonomías forestales vecinas, como la Amazonia, el Cerrado y la Mata Atlántica.

En el Cuadro 3.93, son presentados los valores de contenido de carbono utilizados para el bioma Pampa.

**Cuadro 3.93 Contenido de carbono de las fisonomías vegetales en el bioma Pampa**

Fisonomía Vegetal	Bosque/Campo	Pampa (tC/ha)
Ea	Bosque	4,3
Eg	Campo	4,3

- **Bioma Pantanal**

Los factores de emisión para el bioma Pantanal, o más específicamente de los stocks de carbono en biomasa, fueron obtenidos de las fisonomías forestales de biomas vecinos, como la Amazonia, el Cerrado y la Mata Atlántica.

**Carbono de los suelos**

Para cada una de las asociaciones suelo-vegetación descritas en esta sección, fue adoptado el mismo contenido de carbono en los suelos bajo vegetación natural utilizado en el Inventario Inicial (BRASIL, 2004). En este informe, se adoptaron las medias de los valores, conforme muestra el Cuadro 3.94.

**Cuadro 3.94 Contenido de carbono en los suelos**

Categorías de Vegetación	Suelo					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
(kg C/m <sup>2</sup> )						
V1	5,09	4,75	4,89	4,11	4,36	7,87
V2	3,22	5,19	4,69	5,06	5,27	4,81
V3	5,83	5,23	4,29	6,33	3,58	41,78
V4	4,67	3,08	4	2,59	3,27	3,18
V5	4,09	4,43	3,74	2,7	5,36	3,16
V6	9,88	10,25	5,68		8,54	
V7	6,42	9,09	5,16		7,42	3,28
V8	4,8	1,98	3,81	4,37	3,46	2,9
V9	2,44	4,31	3,6	1,92	6,65	3,29
V10	6,6	4,66	6,12		3,38	4,99
V11	2,42	2,58	2,62	1,51	2,51	2,09
V12	3,38		3,52	3,54	10,52	2,17
V13	3,41	5,04 <sup>1</sup>	3,99			
V14	7,3	4,13 <sup>1</sup>	3,31	5,02	5,92	3,72
V15	5,09	4,68	4,81	6,17	9,05	12,09

<sup>1</sup> Valor único relatado

**3.5.2.3 Definición de los factores de emisión y otros parámetros necesarios para la estimativa de las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub>**

En esta sección son presentados los valores específicos adoptados para los otros parámetros relevantes utilizados en las ecuaciones para estimativa de los cambios de stock de carbono en el período 1994-2002. Se buscó utilizar, siempre que fuese posible, valores específicos del país, al contrario de los valores *default* (Tier 1) contenidos en el *Good Practice Guidance LULUCF*.

- **Remoción anual de carbono en áreas manejadas**

Se adoptó, para el valor de remoción anual de carbono en áreas manejadas de vegetación nativa con fisonomía forestal, el valor de 0,62 tC/ha/año (PHILLIPS *et al.*, 1998). Para las áreas manejadas de vegetación nativa con fisonomía no forestal, se adoptó el valor 0 (cero), por no haber información sobre remoción en esas fisonomías.

- **Incremento medio anual de carbono en áreas de vegetación secundaria**

Para las fisonomías forestales (Rebf) fueron adoptados los mismos valores del Inventario Inicial para el incremento de carbono en la biomasa arriba del suelo, o sea, el valor de 4,5 tC/ha/año (HOUGHTON *et al.*, 2000) para fisonomías forestales con densidad de carbono superior a 93 tC/ha de biomasa arriba del suelo y 3,7 tC/ha/año (ALVES *et al.*, 1997) para fisonomías forestales con densidad de carbono inferior a 93 tC/ha de biomasa arriba del suelo. Esos valores fueron corregidos para la inclusión del carbono de las raíces, resultando en un valor de incremento anual de 6,2 tC/ha/año para las fisonomías forestales, con un valor superior a las 127 tC/ha en la biomasa total, y 5,1 tC/ha/año para las fisonomías forestales con valor igual o inferior a las 127tC/ha en la biomasa total. Para las fisonomías no forestales, fue adoptado el valor de incremento anual (Rebg) igual a 1,5 tC/ha/año (DURIGAN, 2004 y AMORIM *et al.*, 2005).

- **Stock medio de carbono en áreas de vegetación secundaria**

Admitiendo que el valor de contenido de carbono de una área identificada como de vegetación secundaria (AvFsec y AvGsec) podría variar entre un 5% y un 65% del valor de contenido de carbono de la vegetación primaria, se adoptó un valor al 35% de la densidad de carbono de la vegetación primaria para cada fisonomía.

- **Pérdida de carbono en área forestal sometida a un corte selectivo**

Fue adoptado el valor de la pérdida de carbono medio de 33% (ASNER *et al.*, 2005) en relación al contenido de carbono total de la fisonomía, cuando una área forestal es sometida a la práctica de corte selectivo.

- **Stock de carbono en área de reforestación**

Para las reforestaciones con *Eucalyptus*, se adoptó el valor de 41 m<sup>3</sup>/ha/año de incremento medio anual líquido en volumen adecuado para el procesamiento industrial (Bracelpa, 2010), correspondiendo a un valor de incremento de 14,11 tC/ha/año, considerando los mismos parámetros (densidad de madera, razón copa/tronco, razón raíz/tronco) utilizados en el Inventario Inicial (BRASIL, 2004) para considerar el carbono contenido en el tronco, en la copa y las raíces, y aplicándose la ecuación 3.2.5 del *Good Practice Guidance LULUCF*. Para el cálculo del carbono medio de una área de reforestación, se consideró un ciclo de siete años entre los cortes, obteniéndose el valor medio de stock de 49,385 tC/ha.

Para las reforestaciones con *Pinus*, se adoptó el valor de 36 m<sup>3</sup>/ha/año de incremento medio anual líquido en volumen adecuado para el procesamiento industrial (Bracelpa, 2010), correspondiendo a un valor de incremento de 11,69 tC/ha/año, considerando los mismos parámetros (densidad de madera, razón copa/tronco, razón raíz/tronco) utilizados en el Inventario Inicial (BRASIL, 2004), para considerar el carbono contenido en el tronco, en la copa y las raíces, y aplicándose la ecuación 3.2.5 del *Good Practice Guidance LULUCF*. Se consideró un ciclo de 15 años entre los cortes para el cálculo del carbono medio, obteniéndose el valor medio de stock de 87,675 tC/ha.

- **Stock medio de carbono en área de pastaje plantado**

Fue adoptado el valor *default* de 8,05 tC/ha, indicado en el *Good Practice Guidance LULUCF* (Cuadro 3.4.9), para el contenido de carbono medio en un pastaje plantado establecido.

- **Stock de carbono en áreas agrícolas**

Para obtención de los stocks medios de carbono en área agrícola, así como de incremento medio anual de carbono en área agrícola en formación, fue necesario diferenciar áreas de agricultura perenne de áreas de agricultura anual.

Para áreas de agricultura anual se adoptó el valor de 5 tC/ha para el contenido de carbono conforme es recomendado en el *Good Practice Guidance LULUCF* (Cuadro 3.3.8). Para las áreas de agricultura perenne se adoptó el valor de 21 tC/ha para el contenido de carbono medio, y 2,6 tC/ha/año para el incremento anual en áreas recién formadas. Esos valores son los valores *default*, indicados en el *Good Practice Guidance LULUCF* (Cuadros 3.3.2 y 3.3.9), para esos parámetros.

- **Stock de carbono en la biomasa en reservorios, áreas urbanas y áreas de otros usos**

Se asume como cero el valor de carbono en la biomasa en áreas de reservorios (Res), áreas urbanas (S) y áreas de otros usos (O).

- **Factor de alteración del carbono de suelos**

Los factores de alteración de carbono por el uso de la tierra ( $f_{LU}$ ), por el régimen de manejo ( $f_{MG}$ ) y por las adiciones ( $f_I$ ), definidos en la sección 3.5.1.2, fueron seleccionados a partir de los valores sugeridos en el *Good Practice Guidance LULUCF*, siendo mostrados en el Cuadro 3.95.

**Cuadro 3.95 Factores de alteración del carbono de suelos con el cambio del uso de la tierra**

Uso de la Tierra	$f_{LU}$	$f_{MG}$	$f_I$	$f_c$
FNM	1	-	-	1
FM	1	-	-	1
FSec	1	-	-	1
Ref <sup>1</sup>	0,58	1,16	1	0,673
CS	1	-	-	1
GNM	1	-	-	1
GM	1	-	-	1
GSec	1	-	-	1
Ap <sup>2</sup>	1	0,97	1	0,97
Ac <sup>1</sup>	0,58	1,16	0,91	0,612
S	0	-	-	0
A	0	-	-	0
Res	0	-	-	0
O	0	-	-	0

<sup>1</sup> *Good Practice Guidance LULUCF*, Cuadro 3.3.4.

<sup>2</sup> *Good Practice Guidance LULUCF*, Cuadro 3.4.5.

### 3.5.3 Resultados

Son presentadas a seguir las estimativas de las emisiones antrópicas líquidas de CO<sub>2</sub> para cada uno de los seis biomas brasileños. En los cuadros, se muestran las áreas sometidas a las transiciones consideradas en el período de 1994 al 2002 y las emisiones líquidas para cada transición.

#### 3.5.3.1 Bioma Amazonia

En el Cuadro 3.97 se presenta el área estimada de cada una de las transiciones observadas entre 1994 y el 2002 para el bioma Amazonia. En el Cuadro 3.98, son presentadas las emisiones líquidas de CO<sub>2</sub> correspondientes. Se observa que, de los 419.736.073 de ha mapeadas del bioma Amazonia, hubo cambio del uso de la tierra en 80.582.791 ha (19,2%) en el período de 1994 al 2002. Las emisiones antrópicas líquidas totalizaron 6.886.989 Gg CO<sub>2</sub>.

#### 3.5.3.2 Bioma Cerrado

En el Cuadro 3.99 se presenta el área estimada de cada una de las transiciones observadas entre 1994 y el 2002 para el bioma Cerrado. En el Cuadro 3.100, son presentadas las emisiones líquidas de CO<sub>2</sub> correspondientes. Se observa que, de los 203.953.377 de ha mapeadas del bioma Cerrado, hubo cambio del uso de la tierra en 26.259.329 ha (12,9%) en el período de 1994 al 2002. Las emisiones antrópicas líquidas totalizaron 2.421.720 Gg CO<sub>2</sub>.

#### 3.5.3.3 Bioma Caatinga

En el Cuadro 3.101 se presenta el área estimada de cada una de las transiciones observadas entre 1994 y el 2002 para el bioma Caatinga. En el Cuadro 3.102, se presentan las emisiones líquidas de CO<sub>2</sub> correspondientes. Se observa que, de los 82.788.461 de ha mapeadas del bioma Caatinga, hubo cambio de uso de la tierra en 8.042.907 ha (9,7%) en el período de 1994 al 2002. Las emisiones antrópicas líquidas totalizaron 301.027 Gg CO<sub>2</sub>.

#### 3.5.3.4 Bioma Mata Atlántica

En el Cuadro 3.103 es presentada el área estimada de cada una de las transiciones observadas entre 1994 y el 2002 para el bioma Mata Atlántica. En el Cuadro 3.104, se presentan las emisiones líquidas de CO<sub>2</sub> correspondientes. Se observa que, de los 117.789.930 de ha mapeadas del bioma Mata Atlántica, hubo cambio de uso de la tierra en 4.568.803 ha (4,1%), en el período de 1994 al 2002. Las emisiones antrópicas líquidas totalizaron 632.868 Gg CO<sub>2</sub>.

#### 3.5.3.5 Bioma Pampa

En el Cuadro 3.105 es presentada el área estimada de cada una de las transiciones observadas entre 1994 y el 2002 para el bioma Pampa. En el Cuadro 3.106, se presentan las emisiones líquidas de CO<sub>2</sub> correspondientes. Se observa que, de los 16.571.297 de ha mapeadas del bioma Pampa, hubo cambio de uso de la tierra en apenas 30.325 ha (1,8%) en el período de 1994 al 2002. Las emisiones antrópicas líquidas totalizaron -818 Gg CO<sub>2</sub> (remoción líquida).

#### 3.5.3.6 Bioma Pantanal

En el Cuadro 3.107 se presenta el área estimada de cada una de las transiciones observadas entre 1994 y el 2002 para el bioma Pantanal. En el Cuadro 3.108, son presentadas las emisiones líquidas de CO<sub>2</sub> correspondientes. Se observa que, de los 15.131.022 de ha mapeadas del bioma Pantanal, hubo cambio del uso de la tierra en 1.052.791 ha (7,0%) en el período de 1994 al 2002. Las emisiones antrópicas líquidas totalizaron 129.373 Gg CO<sub>2</sub>.

#### 3.5.3.7 Resultados consolidados

En el Cuadro 3.109, es presentada el área estimada de cada una de las transiciones observadas entre 1994 y el 2002 para Brasil. En el Cuadro 3.110, son presentadas las emisiones líquidas de CO<sub>2</sub> correspondientes. Se observa que, de los 849.970.160 de ha mapeadas del territorio brasileño, hubo cambio del uso de la tierra en 120.536.946 ha (14,2%) en el período de 1994 al 2002. Las emisiones antrópicas líquidas totalizaron 10.371.159 Gg CO<sub>2</sub>. En el Cuadro 3.96, son presentadas las emisiones líquidas por bioma.

**Cuadro 3.96 Emisiones antrópicas líquidas de CO<sub>2</sub> para el período de 1994 al 2002 por bioma**

Bioma	Emisiones líquidas	
	Total	Media Anual
Gg		
Amazonia	6.886.989	860.874
Cerrado	2.421.720	302.715
Caatinga	301.027	37.628
Mata Atlántica	632.868	79.109
Pampa	-818	-102
Pantanal	129.373	16.172
<b>Brasil</b>	<b>10.371.159</b>	<b>1.296.395</b>

Cuadro 3.97 Áreas de las transiciones identificadas en el bioma Amazonia en el período de 1994 al 2002 (en hectáreas)

Uso de la Tierra en 1994	Uso de la Tierra en el 2002														Total 1994		
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O		NO	
FNM	234.180.714	57.011.452	119.957	26.629	255.844				13.992.549	1.771.583	17.997			9.876	8.174	747	307.395.523
FM		54.020.923	12.967		3.268				617.699	74.637	1.901			229	5.069	0	54.736.694
FSec			54.845	635					684.240	169.910	1.138			1	715		911.484
Ref			56	295.252					187	7.184	1			0			302.680
CS																	0
GNM				8.771		7.701.764	1.242.178	185	338.234	23.807	5.743				6	6	9.320.694
GM							1.557.228	25	7.766	0	51						1.565.071
GSec				104				1.070	10.457	717	48						12.397
Ap			772.591	12.296			3.080	3.080	25.791.281	987.198	61.286			183	1.292	1.527	27.630.735
Ac			73.057	753			115	115	1.332.935	3.083.190	5.504			2		5	4.495.560
S											190.556						190.556
A												11.658.525	66.005				11.724.530
Res													553.912				553.912
O			10						10.787	12	5	417	0	48.942			60.174
NO			308	290	321				771.164	43.413	3.596		97	1.796	15.079		836.064
Total 2002	234.180.714	111.032.375	1.033.790	344.731	259.433	7.701.764	2.799.406	4.476	43.557.300	6.161.650	287.828	11.658.942	630.304	65.994	17.365	17.365	419.736.073

Cuadro 3.98 Emisiones líquidas de CO<sub>2</sub> en el bioma Amazonia en el período de 1994 al 2002 (en Gg)

Uso de la Tierra en 1994	Uso de la Tierra en el 2002														Total 1994		
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O		NO	
FNM		-518.424,14	56.600,46	11.106,78	40.770,15				6.882.784,77	904.422,86	11.047,80		5.610,69	4.605,17			7.398.524,5
FM		-982.460,52	6.251,30		720,93				322.777,25	39.564,07	1.101,07		145,09	2.943,49			-608.957,3
FSec			-9.406,33	15,34					98.194,82	30.527,83	264,49		0,12	144,67			119.740,9
Ref			6,22						29,38	1.162,54	0,20		0,01				1.198,4
CS																	0,0
GNM				-890,16			7,43	7,43	18.462,40	1.842,43	602,81		0,64				20.025,5
GM							0,31	0,31	459,04	0,00	5,22						464,6
GSec				-16,27			-47,09	-47,09	15,25	15,08	2,17						-30,9
Ap			-35.761,00	-2.042,30			20,36	20,36	18.900,64	3.702,93	297,88		11,03	81,97			-15.086,4
Ac			-4.372,16	-143,11			0,11	0,11	-24.004,90				0,07				-28.222,1
S																	0,0
A																	0,0
Res																	0,0
O			-0,77						-666,83	-0,57							-668,2
NO																	0,0
Total 2002	0,0	-1.500.884,7	13.317,7	8.030,3	41.491,1	0,0	0,0	-18,9	7.298.051,2	996.434,9	17.024,6	0,0	5.767,7	7.775,3	0,0	0,0	6.886.989,1



**Cuadro 3.99 Áreas de las transiciones identificadas en el bioma Cerrado en el periodo de 1994 al 2002 (en hectáreas)**

Uso de la Tierra en 1994	Uso de la Tierra en el 2002																Total 1994
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO		
FNM	68.710.165	5.405.969		58.003					4.567.523	3.770.666	74.151			37	462	295	82.587.270
FM		5.903.558		5.685					49.033	9.091	6.742						5.974.109
FSec			11	6					1.236	7							1.261
Ref				2.085.353					74.864	53.947	149						2.214.313
CS																	0
GNM				15.567		30.797.802	4.702.496		1.751.558	2.031.959	30.497			0	346		39.330.225
GM				95			2.601.324		10.586	58.937	134						2.671.075
GSec								62	2.468								2.530
Ap			71	33.220				1	18.127.826	1.628.748	71.139			150	71		19.861.226
Ac			308	67.408				0	1.559.291	47.960.236	98.645			0	3		49.685.890
S											517.778						517.778
A												670.327					670.327
Res													312.331				312.331
O											571	3		7.274			7.848
NO			1	2.573					7.969	105.394	1.256						117.193
<b>Total 2002</b>	<b>68.710.165</b>	<b>11.309.527</b>	<b>391</b>	<b>2.267.910</b>	<b>0</b>	<b>30.797.802</b>	<b>7.303.820</b>	<b>64</b>	<b>26.152.353</b>	<b>55.618.985</b>	<b>801.062</b>	<b>670.330</b>	<b>312.369</b>	<b>8.234</b>	<b>365</b>		<b>203.953.377</b>

**Cuadro 3.100 Emisiones líquidas de CO<sub>2</sub> en el bioma Cerrado en el periodo de 1994 al 2002 (en Gg)**

Uso de la Tierra en 1994	Uso da Tierra en el 2002																Total 1994
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO		
FNM		-49.158,28		13.166,00	6,93				1.200.920,16	1.052.361,61	26.450,64			13,19	172,14		2.243.932,4
FM		-107.366,04		1.651,05					17.308,52	2.147,64	2.454,08						-83.804,7
FSec			-1,79	-0,08					45,98	1,07							45,2
Ref									11.970,73	9.554,05	35,53						21.560,3
CS																	0,0
GNM				-1.807,06					95.944,49	139.042,14	3.436,65		0,02	37,42			236.653,7
GM				-12,01		0,00			615,82	3.690,42	13,25						4.307,5
GSec								-2,74	4,65								1,9
Ap			-3,30	-5.494,50				0,01		33.115,24	4.089,44			11,36			31.718,3
Ac			-20,80	-11.494,25				0,00	-25.429,56		4.249,88		0,01	0,11			-32.694,6
S																	0,0
A																	0,0
Res																	0,0
O																	0,0
NO																	0,0
<b>Total 2002</b>	<b>0,0</b>	<b>-156.524,3</b>	<b>-25,9</b>	<b>-3.990,9</b>	<b>6,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-2,7</b>	<b>1.301.380,8</b>	<b>1.239.912,2</b>	<b>40.729,5</b>	<b>0,0</b>	<b>13,2</b>	<b>221,0</b>	<b>0,0</b>		<b>2.421.719,8</b>

Cuadro 3.101 Áreas das transiciones identificadas en el bioma Caatinga en el período de 1994 al 2002 (en hectáreas)

Uso de la Tierra en 1994	Uso de la Tierra en el 2002														Total 1994		
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O		NO	
FNM	42.851.867	3.018.045		1.214					2.988.130	1.564.918	5.564			6	3.067		50.432.809
FM		379.108							11.821	240							391.169
FSec																	0
Ref				96.367													96.367
CS																	0
GNM				8		906.149	35.188		111.954	30.373	133		0	35			1.083.839
GM							118.938		5.910								124.848
GSec																	0
Ap			158.754	1.323					16.927.716	46.851	8.723		1	1.504			17.144.872
Ac				2.302					38.720	12.478.417	7.080			737			12.527.256
S											229.355						229.355
A												277.947	258	44			278.249
Res													366.470				366.470
O									5	0	0	0		113.220			113.225
NO																	0
<b>Total 2002</b>	<b>42.851.867</b>	<b>3.397.152</b>	<b>158.754</b>	<b>101.213</b>	<b>0</b>	<b>906.149</b>	<b>154.126</b>	<b>0</b>	<b>20.084.256</b>	<b>14.120.799</b>	<b>250.855</b>	<b>277.948</b>	<b>366.735</b>	<b>118.606</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>82.788.461</b>

Cuadro 3.102 Emisiones líquidas de CO<sub>2</sub> en el bioma Caatinga en el período de 1994 al 2002 (en Gg)

Uso de la Tierra en 1994	Uso de la Tierra en el 2002														Total 1994		
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O		NO	
FNM		-27.444,09		-170,29					183.831,36	151.079,04	796,54			1,19	481,30		308.575,0
FM		-6.894,71							1.286,57	68,70							-5.539,4
FSec																	0,0
Ref																	0,0
CS																	0,0
GNM				-0,81					2.880,63	1.870,44	9,56		0,04	2,58			4.762,4
GM									-20,00								-20,0
GSec																	0,0
Ap			-7.262,94	-223,18						710,68	418,90		0,03	87,33			-6.269,2
Ac				-394,72					-383,04		269,49			26,41			-481,9
S																	0,0
A																	0,0
Res																	0,0
O									-0,38	0,00							-0,4
NO																	0,0
<b>Total 2002</b>	<b>0,0</b>	<b>-34.338,8</b>	<b>-7.262,9</b>	<b>-789,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>187.595,1</b>	<b>153.728,9</b>	<b>1.494,5</b>	<b>0,0</b>	<b>1,3</b>	<b>597,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>301.026,6</b>

**Cuadro 3.103 Áreas de las transiciones identificadas en el bioma Mata Atlántica de 1994 al 2002 (en hectáreas)**

Uso de la Tierra en el 2002																
Uso de la Tierra en 1994	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	Total 1994
FNM	22.148.527	1.648.003		12.098					1.562.565	101.748	103.214		129.965	235		25.706.356
FM		3.698.170		762					48.656	1.175	14.353		199			3.763.316
FSec			887	0					4	10						900
Ref				2.906.756					21.370	2.933	1.240		36			2.932.335
CS																0
GNM				8.731		3.399.016	77.423		94.873	5.123	3.068		6.318			3.594.553
GM							145.906				374					146.280
GSec				112		0		1.562	212							1.886
Ap			57.511	41.428				5.071	42.021.625	188.554	115.738		1.604	0		42.431.530
Ac			1.961	13.950				60	182.664	30.817.351	112.970		772			31.129.727
S											1.297.779					1.297.779
A												518.146	145	20		518.311
Res													255.209			255.209
O									146	512	844	52		10.193		11.747
NO																0
Total 2002	22.148.527	5.346.174	60.359	2.983.836	0	3.399.016	223.329	6.692	43.932.115	31.117.406	1.649.581	518.198	394.248	10.449	0	111.789.930

**Cuadro 3.104 Emisiones líquidas de CO<sub>2</sub> en el bioma Mata Atlántica en el período de 1994 al 2002 (en Gg)**

Uso de la Tierra en el 2002																
Uso de la Tierra en 1994	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO	Total 1994
FNM		-14.985,84		2,448,91					550,774,03	26,926,49	41,568,02		58,974,94	68,71		665,775,2
FM		-67,257,39		123,98					15,380,62	458,68	4,471,34		75,60			-46,747,2
FSec			-132,66	0,00					0,27	1,03						-131,4
Ref									3,412,26	526,52	309,06		8,15			4,256,0
CS																0,0
GNM				-910,83					4,801,24	395,21	273,95		747,70			5,307,3
GM											34,13					34,1
GSec				-18,00				-68,73	0,48							-86,2
Ap			-3,337,78	-6,800,01				33,87	3,497,63		7,117,17		85,08	0,00		595,9
Ac			-100,32	-2,376,61				0,10	997,15		5,347,39		26,22			3,893,9
S																0,0
A																0,0
Res																0,0
O									-8,08	-21,45						-29,5
NO																0,0
Total 2002	0,0	-82,243,2	-3,570,8	-7,532,6	0,0	0,0	0,0	-34,8	575,358,0	31,784,1	59,121,1	0,0	59,917,7	68,7	0,0	632,866,2

Cuadro 3.105 Áreas de las transiciones identificadas en el bioma Pampa en el período de 1994 al 2002 (en hectáreas)

Uso de la Tierra en 1994	Uso de la Tierra en el 2002														Total 1994	
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O		NO
FNM	3.538.241	20.001		9					77	224	792					3.559.343
FM		74.259														74.259
FSec																0
Ref				222.347							13					222.360
CS																0
GNM				0	3.982.207	1.152			18	9	508					3.983.894
GM					274.256											274.256
GSec																0
Ap				34				4.389.949		452	5.549					4.395.984
Ac				1				439	3.173.375	706						3.174.521
S										116.877						116.877
A												638.996				638.996
Res													797			797
O				21					316		5			129.669		130.010
NO																0
<b>Total 2002</b>	<b>3.538.241</b>	<b>94.260</b>	<b>0</b>	<b>222.413</b>	<b>0</b>	<b>3.982.207</b>	<b>275.408</b>	<b>0</b>	<b>4.390.799</b>	<b>3.174.060</b>	<b>124.449</b>	<b>638.996</b>	<b>797</b>	<b>129.669</b>	<b>0</b>	<b>16.571.297</b>

Cuadro 3.106 Emisiones líquidas de CO<sub>2</sub> en el bioma Pampa en el período de 1994 al 2002 (en Gg)

Uso de la Tierra en 1994	Uso de la Tierra en el 2002														Total 1994	
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O		NO
FNM	-181,88			1,48					24,29	3,89	307,37					155,1
FM	-1.350,52															-1.350,5
FSec																0,0
Ref											3,74					3,7
CS																0,0
GNM				-0,02					-0,25	0,09	28,87					28,7
GM																0,0
GSec																0,0
Ap				-5,04						10,32	347,03					352,3
Ac				-0,24					-10,34		29,97					19,4
S																0,0
A																0,0
Res																0,0
O				-3,93					-22,79							-26,7
NO																0,0
<b>Total 2002</b>	<b>0,0</b>	<b>-1.532,4</b>	<b>0,0</b>	<b>-7,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-9,1</b>	<b>14,3</b>	<b>717,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-817,9</b>

**Cuadro 3.107 Áreas de las transiciones identificadas en el bioma Pantanal en el período de 1994 al 2002 (en hectáreas)**

Uso de la Tierra en 1994	Uso de la Tierra en el 2002														Total 1994		
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O		NO	
FNM	8.905.227	108.265							593.438	60.422	2.639			32	539		9.670.561
FM		206.520							80	0							206.600
FSec																	0
Ref																	0
CS																	0
GNM						3.452.179	48.651		107.745	4.153	10						3.612.738
GM						88.293											88.293
GSec																	0
Ap			5.900					276	849.394	45.027	568						901.166
Ac			3						74.669	43.150							117.821
S											6.781						6.781
A												525.075	37	3			525.116
Res													580				580
O									192	10				1.032			1.234
NO									132								132
<b>Total 2002</b>	<b>8.905.227</b>	<b>314.785</b>	<b>5.903</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3.452.179</b>	<b>136.944</b>	<b>276</b>	<b>1.625.650</b>	<b>152.762</b>	<b>9.998</b>	<b>525.075</b>	<b>649</b>	<b>1.574</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15.131.022</b>

**Cuadro 3.108 Emisiones líquidas de CO<sub>2</sub> en el bioma Pantanal en el período de 1994 al 2002 (en Gg)**

Uso de la Tierra en 1994	Uso de la Tierra en el 2002														Total 1994		
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O		NO	
FNM		-984,49							115.722,02	14.055,53	924,14			9,66	174,26		129.901,1
FM		-3.755,91							18,56	0,05							-3.737,3
FSec																	0,0
Ref																	0,0
CS																	0,0
GNM																	0,0
GM									3.865,38	328,48	0,77						4.194,6
GSec																	0,0
Ap			-273,38					1,88		1.022,03	36,95						787,5
Ac			-0,21						-1.757,62								-1.757,8
S																	0,0
A																	0,0
Res																	0,0
O									-14,76	-0,50							-15,3
NO																	0,0
<b>Total 2002</b>	<b>0,0</b>	<b>-4.740,4</b>	<b>-273,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,9</b>	<b>117.833,6</b>	<b>15.405,6</b>	<b>961,9</b>	<b>0,0</b>	<b>9,7</b>	<b>174,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>129.372,9</b>

Cuadro 3.109 Áreas de las transiciones identificadas en Brasil en el período de 1994 al 2002 (en hectáreas)

Uso de la Tierra en 1994	Uso de la Tierra en el 2002														Total 1994	
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O		NO
FNM	380.334.740	67.211.736	119.957	97.953	255.844				23.704.282	7.269.559	204.357		139.916	12.477	1.042	479.351.863
FM		64.282.538	12.967	6.447	3.268				727.289	85.143	22.997		429	5.069	0	65.146.147
FSec			55.743	641					685.481	169.927	1.138		1	715	0	913.646
Ref			56	5.606.076					96.422	64.064	1.402		36	0	0	5.768.056
CS																0
GNM				33.076		50.239.117	6.107.088	185	2.404.383	2.095.423	39.959		6.319	387	6	60.925.944
GM				95			4.785.945	25	24.262	58.937	559		0	0	0	4.869.823
GSec				216				2.694	13.137	717	48		0	0	0	16.813
Ap			994.827	88.301			8.429	8.429	108.107.791	2.896.830	263.004		1.787	2.946	1.598	112.365.513
Ac			75.328	84.414				175	3.188.716	97.555.719	224.906		774	740	5	101.130.776
S											2.359.127				0	2.359.127
A										14.289.017			66.445	67	0	14.355.529
Res													1.489.299		0	1.489.299
O			10	21				0	11.446	534	1.425		0	310.330	0	324.238
NO	0	0	309	2.863	321	0	0	0	779.265	148.807	4.851		97	1.796	15.079	953.388
Total 2002	380.334.740	131.494.273	1.259.197	5.920.103	259.433	50.239.117	10.893.033	11.508	139.742.473	110.345.662	3.123.773	14.289.489	1.705.101	334.527	17.730	849.970.160

Cuadro 3.110 Emisiones líquidas de CO<sub>2</sub> en Brasil en el período de 1994 al 2002 (en Gg)

Uso de la Tierra en 1994	Uso de la Tierra en el 2002														Total 1994	
	FNM	FM	FSec	Ref	CS	GNM	GM	GSec	Ap	Ac	S	A	Res	O		NO
FNM	0,0	-611.178,7	56.600,5	26.552,9	40.777,1				8.934.056,6	2.148.849,4	81.094,5		64.609,7	5.501,6	0,0	10.746.863,5
FM		-1.169.085,1	6.251,3	1.775,0	720,9				356.771,5	42.239,1	8.026,5		220,7	2.943,5	0,0	-750.186,5
FSec			-9.540,8	15,3					98.241,1	30.529,9	264,5		0,1	144,7	0,0	119.654,8
Ref			6,2	0,0				0,0	15.412,4	11.243,1	348,5		8,2	0,0	0,0	27.018,4
CS																0,0
GNM				-3.608,9		0,0	0,0	7,4	125.953,9	143.478,8	4.352,6		748,4	40,0	0,0	270.972,2
GM				-12,0			0,0	0,3	1.054,9	3.690,4	52,6		0,0	0,0	0,0	4.786,2
GSec				-34,3				-118,6	20,4	15,1	2,2		0,0	0,0	0,0	-115,2
Ap			-46.638,4	-14.565,0				56,1	0,0	57.256,5	15.712,4		96,1	180,7	0,0	12.098,4
Ac			-4.493,5	-14.408,9				0,2	-50.588,3	0,0	10.194,6		26,3	26,5	0,0	-59.243,1
S											0,0				0,0	0,0
A												0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Res													0,0		0,0	0,0
O				-0,8				0,0	-712,8	-22,5	0,0		0,0	0,0	0,0	-740,1
NO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0
Total 2002	0,0	-1.780.263,8	2.184,5	-4.289,9	41.498,0	0,0	0,0	-54,5	9.480.209,6	2.437.279,9	120.048,4	0,0	65.709,5	8.836,9	0,0	10.371.158,7

### 3.5.3.8 Emisiones antrópicas líquidas anuales de CO<sub>2</sub> para el período de 1990 al 2005

Los resultados presentados en las secciones 3.5.3.7 representan las estimativas de las emisiones antrópicas líquidas medias para el período de 1995 al 2002.

A partir de esos resultados fueron estimadas, además, las emisiones antrópicas líquidas anuales para el período de 1990 a 1994 y para el período del 2003 al 2005.

#### Emisiones antrópicas líquidas anuales para el período de 1990 a 1994

Debido a la mejoría promovida para este Inventario en relación a las estimativas de stocks de carbono en el sector de Cambio del Uso de la Tierra y Bosques para el período de 1994 al 2002, los valores medios de stock de carbono por hectárea obtenidos en el Inventario Inicial fueron corregidos para los nuevos valores para todos los biomas. Fue también incluida la remoción por sumideros de las áreas manejadas de 1990 a 1994.

La corrección de los valores medios de stock de carbono fue hecha por medio de la incorporación de estimativas de carbono para todos los compartimentos forestales, con la inclusión adicional de la biomasa viva abajo del suelo y las hojas, materias orgánicas muertas (gruesas y finas), que no habían sido incluidos en el Inventario Inicial.

Los valores medios de emisiones de CO<sub>2</sub> obtenidos fueron considerados constantes para los años de 1990 a 1994 para todos los biomas, excepto para el bioma Amazonia, para el cual el valor total de las emisiones para el período de 1990 a 1994 fue distribuido anualmente de forma proporcional a los valores observados de deforestación bruta por el Prodes.

Para la remoción de CO<sub>2</sub> por sumideros de las áreas manejadas de 1990 a 1994, se consideró la misma remoción

anual de carbono de 0,62 tC/ha, aplicada a todos los años de este Inventario, apenas en las áreas manejadas de fisonomía forestal identificadas en 1994 y asumidas como iguales desde 1990.

#### Emisiones antrópicas líquidas anuales para el período de 1995 al 2002

Los valores medios de emisiones de CO<sub>2</sub> obtenidos para el período de 1995 al 2002 fueron considerados constantes para todo el período, así como para todos los biomas, excepto para el bioma Amazonia. Para el bioma Amazonia, para el período de 1995 al 2002, el valor total de las emisiones correspondiente a las transiciones (cambios del uso de la tierra) de una fisonomía de vegetación natural para otros usos, fue distribuido de forma proporcional a los valores anuales observados de deforestación bruta por el Prodes. El total de las emisiones líquidas correspondiente a las otras transiciones fue considerado constante para todo el período.

#### Emisiones antrópicas líquidas anuales para el período del 2003 al 2005

En base al stock medio de carbono calculado para las fisonomías forestales de la Amazonia y de la vegetación del Cerrado, obtenidas en este Inventario para el período entre 1994 y el 2002, y en los datos de área de deforestación bruta de la Amazonia (Prodes, período 2002-2005) y en los datos de deforestación del Cerrado (PPCerrado 2002-2008), fueron estimadas las emisiones brutas anuales de CO<sub>2</sub> para esos biomas para los años del 2003 al 2005. Para los demás biomas, las emisiones antrópicas líquidas de CO<sub>2</sub> para el período del 2003 al 2005 fueron consideradas constantes e iguales al valor medio para el período de 1994 al 2002.

El Cuadro 3.111, a seguir, presenta las emisiones antrópicas líquidas anuales de CO<sub>2</sub> para el período de 1990 al 2005 para cada uno de los biomas brasileños.

**Cuadro 3.111 Síntesis de las emisiones antrópicas líquidas anuales de CO<sub>2</sub> para el período de 1990 al 2005 por bioma**

Biomas	1990	1994	2000	2005	Participación 2005	Variación 1990-2005
	Tg				%	
Amazonia	460,53	521,05	814,11	842,97	67,4	83,0
Cerrado	233,00	233,00	302,71	275,38	22,0	18,2
Mata Atlántica	22,17	22,17	79,11	79,11	6,3	256,9
Caatinga	27,97	27,97	37,63	37,63	3,0	34,6
Pantanal	17,83	17,83	16,17	16,17	1,3	-9,3
Pampa	(0,10)	(0,10)	(0,10)	(0,10)	0,0	0,0
<b>Total</b>	<b>761,39</b>	<b>821,92</b>	<b>1.249,63</b>	<b>1.251,15</b>	<b>100</b>	<b>64,3</b>

### 3.5.3.9 Emisiones de otros gases de efecto invernadero

Cuando se da la conversión de bosques para uso agrícola o ganadero, una parte de la biomasa original es retirada en forma de madera comercial, como leña para fabricación de carbón vegetal o para uso como combustible en diversas finalidades. El resto es normalmente dejado en el campo para ser quemado. Como resultado de esa quema imperfecta hay emisiones de gases de efecto invernadero como CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO y NO<sub>x</sub>.

En ausencia de estadísticas disponibles sobre esa fracción que es retirada antes de la quema, se utilizaron como *proxy* las estadísticas del IBGE sobre la cantidad de madera en troncos, carbón vegetal y leña que es producida anualmente en actividades extractivas de bosques nativos.

Los datos disponibilizados anualmente, en la forma de volumen de madera y leña (m<sup>3</sup>) y cantidad de carbón (t), son convertidos en stock de carbono (tC), y la biomasa quemada en el campo es obtenida siendo descontada de la biomasa total.

Para el período de 1990 al 2005, la fracción de carbono retirada en la forma de madera comercial disminuyó del 9% al 3% del total de carbono emitido en la forma de CO<sub>2</sub>. La fracción retirada en la forma de carbón y leña, por su lado, disminuyó del 10% al 3% del total de carbono emitido en

la forma de CO<sub>2</sub> en el mismo período. La fracción total de biomasa retirada disminuyó de 18% al 4% entre 1990 y el 2005, lo que significa que la biomasa efectivamente quemada aumentó del 82% al 96% del total de biomasa disponible en la época de la deforestación.

Para la estimativa de la emisión de los gases CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO y NO<sub>x</sub>, fue utilizado el *Guidelines 1996*. Para la fracción de biomasa efectivamente quemada, se adoptó un valor de 0,5 de eficiencia de la quema (CARVALHO *et al.*, 2001).

En el Cuadro 3.112, es presentada una síntesis de las emisiones de gases no CO<sub>2</sub> por quema de biomasa en la conversión de áreas de bosque para usos agropecuarios.

**Cuadro 3.112 Síntesis de las emisiones de gases no CO<sub>2</sub> por quema de biomasa en la conversión de áreas de bosque para usos agropecuarios**

Gas	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	Gg CO <sub>2</sub>				%
CH <sub>4</sub>	1.996	2.238	3.026	3.045	52,5
CO	17.468	19.584	26.476	26.641	52,5
N <sub>2</sub> O	13,73	15,39	20,80	20,93	52,5
NO <sub>x</sub>	496	556	752	757	52,5





**Desechos**

### 3.6 Desechos

La eliminación de desechos sólidos y el tratamiento de efluentes domésticos o industriales pueden producir emisiones de gases de efecto invernadero.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> pueden ocurrir tanto debido a la disposición de desechos sólidos como al tratamiento anaerobio de efluentes y aguas residuales.

Las emisiones de N<sub>2</sub>O también pueden ocurrir en el tratamiento de efluentes domésticos, debido al contenido de nitrógeno en la alimentación humana.

La incineración de basura, como toda combustión, provoca emisiones de gases de efecto invernadero, dependiendo de la composición de los desechos. Esa actividad, sin embargo, es bastante reducida en Brasil.

Los desechos sólidos pueden ser descartados en rellenos o en basurales, o pueden ser reciclados o incinerados. Los desechos líquidos pueden recibir varias formas de tratamientos físico-químicos o biológicos, e inclusive, esos tratamientos biológicos pueden ocurrir vía descomposición aerobia o anaerobia.

El gas más relevante producido en el tratamiento de desechos es el CH<sub>4</sub>, siendo producidas cantidades significativas de emisiones de ese gas durante la descomposición anaerobia de desechos. Las dos mayores fuentes de CH<sub>4</sub> son la disposición de basura en rellenos sanitarios y el tratamiento anaerobio de efluentes.

Fueron estimadas las emisiones de CH<sub>4</sub> referentes a la eliminación de desechos sólidos y al tratamiento de efluentes domésticos e industriales, además de las emisiones de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O de la incineración de desechos y emisiones de N<sub>2</sub>O referentes al tratamiento de desechos humanos.

Para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero del sector de Desechos, fueron necesarios datos sobre la población urbana, tasas municipales de generación de desechos sólidos urbanos y tasas de generación de materia orgánica para el caso de los efluentes. La recolección de esos datos fue realizada durante todo el período de elaboración de las estimativas.

Sin embargo, no todos los datos necesarios para el cálculo de las estimativas están disponibles para todo el país, y en otros casos hay una incertidumbre elevada, como las condiciones de disposición de desechos, volumen de desechos generados, instalaciones de rellenos o basurales, así como sistemas de tratamiento de efluentes y concentración de materia orgánica.

#### 3.6.1 Eliminación de desechos sólidos en la tierra

Los depósitos de basura, rellenos y basurales generan CH<sub>4</sub> debido a factores como la cantidad de desechos, edad del depósito, presencia de ambiente anaerobio, acidez y condiciones constructivas y de manejo. Cuando aumenten las condiciones de control de los rellenos y la profundidad de los basurales, mejorando sus condiciones sanitarias, mayor será, sin embargo, el potencial de emisión de CH<sub>4</sub>.

El método utilizado para la estimativa de las emisiones provenientes de los rellenos fue el de decaimiento de primer orden (*Tier 2*) del *Guidelines 1996* y del *Good Practice Guidance 2000*, que considera que la emisión de CH<sub>4</sub> persiste a lo largo de una serie de años, después de la disposición del residuo. Para su aplicación, fueron necesarios datos relativos a la población urbana, al clima (medias anuales de temperatura y lluvia), a la cantidad de desechos enterrados, a la composición del residuo, calidad de operación del relleno y a las cantidades de CH<sub>4</sub> recuperada y oxidada desde 1970.

Los datos relativos a la población urbana de todos los municipios de Brasil, empleados en la estimativa, son los correspondientes a los encontrados en los Censos del IBGE para los años de 1970, 1980, 1991 y 2000, además del Recuento de la Población del 2007 (IBGE, 2009). La población urbana del 2005 fue estimada empleándose la tasa de crecimiento poblacional urbano de la última década de cada municipio<sup>51</sup>.

Los tipos y tasas de producción de desechos sólidos en el país varían debido a la gran extensión territorial y a las diferencias regionales, económicas y sociales. Según los estudios realizados por la Cetesb, en un gran número de municipios del estado de São Paulo la tasa de generación de desechos por habitante, en Brasil, varía entre 0,4 y 0,7 kg/hab.día, con una tasa diaria media estimada en 0,5 kg/hab. Ese valor fue adoptado en este Inventario, así como en el anterior.

Según la PNSB (2000), la disposición y el tratamiento de desechos sólidos se distribuyeron de la siguiente forma: el 76% fue depositado en basurales a cielo abierto, un 22% fue destinado a rellenos sanitarios, y el 2% restante tuvo otros destinos, como las usinas de compostaje y la incineración.

En Brasil hay pocos datos sobre la cantidad total de residuo generado y la fracción de desechos destinada a rellenos. Así, como no existen levantamientos detallados sobre las condiciones de los locales de disposición de desechos sólidos, o de la composición media de esos desechos. A falta

<sup>51</sup> Para el caso de nuevos municipios, esa información no se encuentra disponible, y por eso se adoptó la tasa de crecimiento poblacional del respectivo estado.

de datos disponibles en la literatura nacional, fueron adoptados valores *default* del IPCC, como es mostrado a seguir.

La cantidad de desechos depositada en rellenos fue estimada por medio del producto de la tasa de residuo colectado *per capita* por la población urbana. La tasa de generación de desechos sólidos urbanos *per capita* fue estimada a partir de datos adaptados de la Cetesb y de la Asociación Brasileira de Empresas de Limpeza Pública y Desechos Especiales - Abrelpe. Los datos de la Cetesb fueron empleados para estimar las cantidades destinadas a los rellenos en 1970 y datos de la Abrelpe para estimar las cantidades enterradas en el 2005. Los datos de los años intermedios fueron interpolados de forma lineal.

Los datos sobre composición de desechos fueron clasificados, como es indicado en el *Good Practice Guidance 2000*, en las siguientes fracciones de residuo correspondientes a: papeles y textiles; podas de jardines, parques y otros putrescibles no alimentarios; alimentos; y madera y paja. A partir de los datos de composición de desechos, disponibles para algunos estados y municipios, fueron estimadas las regresiones lineales para cada región del país.

Para el factor de corrección del metano, se utilizó la siguiente clasificación recomendada: relleno sanitario (1,0), lugar no gerenciado con profundidad igual o superior a cinco metros (0,8), lugar no gerenciado con menos de cinco metros de profundidad (0,4), depósito de basura no clasificado (0,6). Además, fueron adoptados valores *default* para a fracción de carbono orgánico degradable que realmente degrada (0,5), y para la fracción de metano en el gas de relleno (0,5).

Para la estimativa de las emisiones de CH<sub>4</sub> deben ser descontadas las cantidades recuperadas. Para los años de 1990 al 2002, tales cantidades fueron consideradas nulas. A partir del 2003, fueron consideradas las reducciones de CH<sub>4</sub> relatadas en los documentos de monitoreo de las actividades de proyecto de MDL en rellenos sanitarios en Brasil, para las cuales hubo Reducciones Certificadas de Emisión - RCE<sup>52</sup> emitidas por el Consejo Ejecutivo del MDL.

Debe destacarse que las cantidades de CH<sub>4</sub> reducidas son descontadas de las emisiones de los municipios donde se localizan las actividades de proyecto de MDL. Como un relleno puede recibir desechos de varios municipios, la cantidad de metano recuperada puede ser superior a la emisión correspondiente a la de aquel municipio, estimada en función de su población urbana y los demás parámetros descritos a lo largo del documento. Los valores considerados de

metano recuperado fueron: 1 Gg CH<sub>4</sub> en el 2003, 45 Gg CH<sub>4</sub> en el 2004 y 62,5 Gg CH<sub>4</sub> en el 2005.

Para todas las ciudades con más de 1.000.000 de habitantes, se consideró que serían habilitados rellenos sanitarios. Para esos casos, el factor de oxidación (OX), que refleja la quema de CH<sub>4</sub> que puede haber en los rellenos, fue considerado igual a 0,1, de acuerdo al *Good Practice Guidance 2000*. Para las ciudades de población inferior, tal factor fue asumido como nulo.

Con esas hipótesis, fueron estimadas las emisiones de CH<sub>4</sub> por la disposición de desechos sólidos, las cuales son presentadas en el Cuadro 3.113.

**Cuadro 3.113 Emisiones de CH<sub>4</sub> en la eliminación de desechos sólidos en la tierra - 1990 al 2005**

Fuente	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	(Gg)				(%)
Eliminación de desechos sólidos en la tierra	792	897	1.060	1.104	39,5

Para el período considerado, se verificó un aumento en las emisiones de CH<sub>4</sub>, debido al crecimiento demográfico, cambios de hábito, mejoría en la calidad de vida y desarrollo industrial, que causaron un aumento en la cantidad generada de desechos.

### 3.6.2 Incineración de desechos sólidos

Frente a la dificultad de la disposición de los desechos sólidos en las regiones metropolitanas brasileñas, se inició la prospección de formas alternativas para la destinación de los desechos. Entre las posibles destinaciones encontradas se destaca la incineración.

La incineración de desechos urbanos viene siendo considerada con mayor frecuencia en grandes metrópolis a medida que aumenta el costo de transporte del residuo para rellenos cada vez más distantes de las regiones metropolitanas. Esa práctica es aplicada a una fracción pequeña del residuo total tratado, siendo más utilizada para el tratamiento de desechos peligrosos de origen industrial y de desechos de los servicios de salud que, en general, no pueden ser colocados en rellenos comunes, necesitando tratamiento especial.

52 Una RCE equivale a una tonelada de CO<sub>2</sub>e.

Para la estimativa de emisiones de CO<sub>2</sub> y de N<sub>2</sub>O provenientes de la incineración de desechos, fue utilizada la metodología del *Good Practice Guidance 2000* y del *Guidelines 2006*. De acuerdo a esa metodología, la estimativa de emisión de CO<sub>2</sub> es determinada por el tipo de residuo incinerado, por el carbono contenido en el tipo de residuo, por su fracción de carbono fósil y por la eficiencia de la quema de los incineradores. Analogamente, la estimativa de emisiones de N<sub>2</sub>O es determinada por el tipo y cantidad de residuo incinerado y el factor de emisión para cada tipo de residuo.

Para estimar el porcentaje de carbono de origen fósil en los desechos sólidos municipales, se consideró el análisis hecho para la disposición de desechos en rellenos. Reconociéndose que ha habido una tendencia de aumento de la cantidad de carbono de origen fósil nos desechos sólidos municipales, se buscó una correlación lineal que estimase mejor la variación de ese porcentaje para las cinco regiones del país.

No fue posible determinar el porcentaje de carbono de origen fósil en los otros tipos de desechos, como desechos peligrosos, de servicios de salud y de lodo de efluentes. Fueron utilizados los valores *default* del *Good Guidance Practice 2000* necesarios para ese cálculo.

En relación a la eficiencia de la quema de los incineradores de residuo, no fueron identificados datos nacionales sobre esa variable. Por lo tanto, se optó por adoptar los valores *default* del *Good Guidance Practice 2000*. Para el caso del factor de emisión de N<sub>2</sub>O fueron empleados los valores *default* del *Guidelines 2006*, ya que no había tal información en el *Guidelines 1996* y ni en el *Good Practice Guidance 2000*.

Para las estimativas de las emisiones relativas a la incineración de desechos peligrosos, se utilizaron los datos disponibles de la Asociación Brasileña de Empresas de Tratamiento de Desechos - ABETRE (2006), datos del Sistema Nacional de Informaciones sobre Saneamiento - SNIS, y de operadores y fabricantes de incineradores que respondieron a la solicitud de datos hecha por la Cetesb. Las emisiones son presentadas en el Cuadro 3.114.

**Cuadro 3.114 Emisiones de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O por la incineración de desechos sólidos en Brasil, de 1990 al 2005**

Gas	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	(Gg)				(%)
CO <sub>2</sub>	24	63	92	110	349
N <sub>2</sub> O	0,0015	0,0039	0,0059	0,0068	341

### 3.6.3 Tratamiento de efluentes

Los efluentes con un alto grado de contenido orgánico, como los provenientes de las cloacas domésticas, junto a los efluentes de la industria de alimentos y bebidas y de la industria de papel y celulosa, tienen un gran potencial de emisión de CH<sub>4</sub>. Los efluentes domésticos son fuente, también, de emisiones de N<sub>2</sub>O, debido al contenido de nitrógeno en la alimentación humana. Las emisiones de N<sub>2</sub>O fueron estimadas por la cantidad de nitrógeno presente en los desechos humanos.

#### 3.6.3.1 Efluentes domésticos y comerciales

Varios sistemas son utilizados para el tratamiento de efluentes en Brasil. A pesar de eso, una gran cantidad de efluentes es desechada directamente en los ríos y el océano, sin tratamiento. Según la PNSB (2000), los efluentes domésticos no tratados son lanzados in natura en los cuerpos de agua, siendo que la mayoría de los distritos (84,6%) desecha sus efluentes en los ríos. La misma investigación muestra que, de los 5.507 municipios brasileños, el 52,2% posee algún servicio de cloacas sanitarias.

Los avances no fueron muy significativos al ser comparados a los resultados de la PNSB anterior (IBGE, 1989) en que el último porcentaje era de 47,3%. En ese período, el aumento del número de municipios fue del 24% y el de servicios de tratamiento sanitario fue del 10%. De los domicilios incluidos en el censo, incluyendo los domicilios ocupados, no ocupados, cerrados y de uso ocasional, apenas el 33,5% son atendidos por una red general de cloacas.

Entre las varias opciones colectivas para el tratamiento biológico, las más utilizadas en Brasil son las lagunas de estabilización y las diversas modificaciones del proceso de lodos activados, particularmente aquellas que utilizan el concepto de aeración prolongada y filtros biológicos.

La emisión de CH<sub>4</sub> es estimada a partir de la materia orgánica presente en los efluentes, expresada en términos de Demanda Bioquímica de Oxígeno - DBO, que representa la cantidad de oxígeno consumida por microorganismos en la oxidación bioquímica de la materia orgánica.

El volumen de efluentes generados por persona depende de la cantidad de agua consumida y corresponde normalmente a un 80% de este consumo. La carga orgánica unitaria varía de país a país, entre 0,02 y 0,08 g DBO por habitante, por día.

Para el caso de Brasil se utilizó la Demanda Bioquímica de Oxígeno media por habitante, equivalente a 0,054 kg DBO/ (hab.día). Para la capacidad máxima de producción de metano se utilizó el valor *default* del *Good Practice Guidance 2000*, igual a 0,60 kg CH<sub>4</sub>/kg DBO.

La carga orgánica de los efluentes domésticos puede ser aumentada por el lanzamiento de efluentes industriales en los sistemas de cloacas urbanas o también puede ser reducida por infiltraciones pluviales en la red cloacal. Sin embargo, esos datos fueron estimados como nulos, pues no hay información relativa a ese asunto.

Los datos de población empleados en esa estimativa, diferentemente de la estimativa de emisión por la disposición de desechos, se refieren a la población total, pues el cálculo considera efluentes domésticos no recolectados que incluyen a los generados y degradados en el área rural.

Fueron considerados los tratamientos anaerobios en estaciones de tratamiento de efluentes que incluyen la digestión anaerobia de lodo, los procesos anaerobios en reactores y lagunas, letrinas y fosas sépticas. También fueron considerados los lanzamientos de materia orgánica en el mar, ríos y lagos en los cuales, por reacciones anaerobias, habiendo ahí emisiones de CH<sub>4</sub>.

Se consideró que el metano recuperado en reactores anaerobios y en digestores anaerobios de sistemas de lodos activados, es destruido siempre en un quemador, pues esa es la práctica verificada en Brasil. Se adoptó entonces que un 100% del metano recuperado es quemado. La eficiencia estimada de los quemadores es de aproximadamente un 50%. Para las emisiones en sistemas de tratamiento en fosas sépticas y lagunas anaerobias y para los lanzamientos de efluentes sin tratamiento en cuerpos de agua, se consideró como nula la oxidación del metano.

Además del CH<sub>4</sub>, fueron estimadas las emisiones de N<sub>2</sub>O de desechos humanos a partir del consumo medio anual *per capita* de proteína, por estado o región, y por la población del país.

Los valores para el consumo de proteína *per capita* fueron retirados de una publicación de la FAO, conforme es sugerido por el *Guidelines 1996*, con una interpolación para los años ausentes. El estudio identificó valores variando entre 68 y 84,5 g/día/persona, dependiendo de la región. Los datos referentes a la población fueron los mismos utilizados en las estimativas de CH<sub>4</sub>.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O debido al tratamiento de efluentes domésticos y comerciales son presentadas en el Cuadro 3.115 para los años 1990, 1994, 2000 y 2005.

**Cuadro 3.115 Emisiones por tratamiento de efluentes domésticos y comerciales**

Gas	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	(Gg)				(%)
CH <sub>4</sub>	341	369	408	433	27,2
N <sub>2</sub> O	9,0	10,8	12,4	14,0	54,4

### 3.6.3.2 Efluentes Industriales

Los efluentes de la producción industrial han sido tratados tradicionalmente por medio de lagunas o por los procesos de lodos activados y filtros biológicos. En los últimos años, sin embargo, ha habido una fuerte tendencia a la utilización de reactores anaerobios, debido a la baja necesidad de área de esa tecnología, además de no consumir energía para la aeración.

Para este Inventario fueron incluidas apenas las actividades industriales con mayor potencial de emisiones de metano, de acuerdo al *Good Practice Guidance 2000*. Para esa elección, además de la consulta al Inventario Inicial, fueron consultados especialistas que buscaron datos en la Investigación Industrial Anual - PIA - Producto (IBGE, 2005), en el Anuario Estadístico del IBGE - 2005 (IBGE, 2006), y en las entidades representativas de los sectores industriales, como la industria de algodón (ABRAPA), la industria de alimentos (ABIA), la industria de papel y celulosa (BRACELPA) y la industria de azúcar y alcohol (UNICA).

Para la estimativa de las emisiones de CH<sub>4</sub>, fueron utilizados los datos de la producción industrial y el factor de emisión para cada uno de los sectores considerados.

Los datos relativos a la producción industrial de esos sectores son presentados en el Cuadro 3.116. Se les dio prioridad a los datos obtenidos en las asociaciones del sector, pues los mismos se mostraron más completos que los obtenidos en la consulta al IBGE.

**Cuadro 3.116 Producción industrial de los sectores que más contribuyen a las emisiones por efluentes industriales**

Sectores	Unidad	Producción Industrial			
		1990	1994	2000	2005
Alcohol <sup>a</sup>	t/año	9.090.060	10.011.465	8.362.142	12.588.557
Azúcar <sup>a</sup>	t/año	7.365.344	12.618.165	16.256.105	25.905.723
Cervezas <sup>b,d</sup>	m <sup>3</sup> /año	3.749.150	4.276.950	9.023.303	9.214.807
Leche cruda <sup>b,d</sup>	t/año	13.039.250	13.808.250	22.674.628	24.915.456
Algodón <sup>c</sup>	t/año	716.800	537.100	938.800	1.037.856
Papel <sup>y</sup>	t/año	4.914.113	5.653.597	7.187.831	8.597.307
Porcinos <sup>f</sup>	t/año	729.545	976.874	1.348.522	2.156.518
Leche pasteurizada <sup>g</sup>	t/año	4.003.625	4.466.925	4.842.801	5.189.665
Aves <sup>f</sup>	t/año	1.604.696	2.459.307	5.081.965	7.865.780
Bovinos <sup>f</sup>	t/año	2.835.762	3.333.479	3.899.806	6.345.811

Fuentes: (a) UNICA, 2009; (b) ABIA, 2008; (c) ABRAPA, 2009; (d) Vieira; Alves, 2006 - Para el período de 1990 a 1994; (e) IBGE - PIA - Producto, 2005; (f) IBGE - Anuario estadístico, 1993 al 2005; (g) ABIA, 2008.

Debe resaltarse que los efluentes de la industria de azúcar y alcohol, a pesar de tener un gran potencial de emisión de metano, debido a la elevada generación de carga orgánica, no representan una fuente de emisión de CH<sub>4</sub>, pues sus efluentes son lanzados en el suelo como fertilizante, sin tratamiento anaerobio. Fueron consideradas nulas las emisiones de ese sector, de la misma forma que en el Inventario Inicial.

En el Cuadro 3.117, a seguir, son presentados los factores de emisión utilizados en la estimativa.

**Cuadro 3.117 Factores de emisión de CH<sub>4</sub> considerados para cada sector industrial**

Sector industrial	Factores de Emisión
	kg CH <sub>4</sub> /kg DBO
Azúcar y Alcohol	0
Cerveza	0,395
Leche cruda	0,3
Algodón	0,3
Papel	0,3
Porcinos	0,3
Leche pasteurizada	0,3
Aves	0,3
Bovinos	0,3

Las estimativas de las emisiones debido al tratamiento de efluentes industriales son presentadas en el Cuadro 3.118.

**Cuadro 3.118 Emisiones de CH<sub>4</sub> por el tratamiento de efluentes industriales**

Fuente	1990	1994	2000	2005	Variación 1990-2005
	Gg				%
Tratamiento de efluentes industriales	95	103	190	206	116,8









# Capítulo 4

Incertidumbre de las estimativas

## 4 Incertidumbre de las estimativas

Las estimativas de emisiones y absorciones antrópicas de gases de efecto invernadero, presentadas en este Inventario, están sujetas a incertidumbre debido a diversas causas, desde la imprecisión de datos básicos utilizados, hasta el conocimiento incompleto de los procesos que originan las emisiones o absorciones de los gases de efecto invernadero.

El *Good Practice Guidance 2000* reconoce que la incertidumbre de las estimativas no puede ser totalmente eliminada, y que el objetivo principal debe ser el de producir estimativas con la mayor precisión posible, o sea, que no sean ni subestimadas ni sobreestimadas, buscando, al mismo tiempo y en la medida de lo posible, aumentar la exactitud de las estimativas.

Siguiendo esas recomendaciones, en la generación de las estimativas presentadas en este Inventario, se buscó garantizar que ellas fuesen no tendenciosas (sesgadas). Para algunas actividades, ese objetivo no pudo ser totalmente alcanzado, ya sea por la imposibilidad de estimar valores para algunos subsectores, o por la inadecuación de parámetros *default* utilizados en ausencia de valores apropiados a las condiciones nacionales. Esos casos fueron señalados en los ítems anteriores.

La precisión de las estimativas varió, dependiendo de las características de cada sector, de los datos disponibles y de los recursos que pudieron ser invertidos en la determinación de factores de emisión más adecuados a las circunstancias brasileñas. En ese sentido, fue dado énfasis a los sectores más relevantes en términos de emisiones de gases de efecto invernadero.

La incertidumbre del inventario deriva de la incertidumbre asociada a cada uno de los datos de actividad y factores de emisión y otros parámetros utilizados en las estimativas. La cuantificación de la incertidumbre de cada dato es una información tan o más difícil de evaluar como lo es la propia información deseada.

Para muchos sectores no fue posible hacer un análisis detallado de la incertidumbre de las estimativas, ya que eso

exigiría un esfuerzo considerable de análisis de la precisión y exactitud de las informaciones básicas utilizadas. Aun así, una evaluación general de la precisión del Inventario fue realizada en base al juicio/conocimiento de especialistas en las áreas específicas y la utilización de valores *default* descritos por el IPCC. El objetivo fue apenas el de identificar los sectores del Inventario donde mayores recursos deberán ser utilizados en el futuro.

La precisión asociada a los datos de actividad y a los factores de emisión, así como a las estimativas de emisión o remoción, son expresados en la forma  $4 \times \%$ , significando los límites de un intervalo de confianza del 95% para el valor presentado.

### 4.1 Incertidumbre de las Estimativas de Emisiones y Absorción de CO<sub>2</sub>

En el Cuadro 4.1 son presentados los resultados del análisis de incertidumbre para las estimativas de emisión y absorción de CO<sub>2</sub>.

**Cuadro 4.1 Precisión de las estimativas de emisión y remoción de CO<sub>2</sub>**

Sector	Incertidumbre
	%
<b>Energía</b>	<b>3</b>
Quema de combustibles fósiles	3
Emisiones fugitivas	26
Minería de carbón	32
Extracción y transporte de petróleo y gas natural	28
<b>Procesos Industriales</b>	<b>3</b>
Producción de cemento	4
Producción de cal	10
Producción de amonio	11
Producción de aluminio	5
Otras industrias	12
<b>Cambio de Uso de la Tierra y Bosques</b>	<b>33</b>
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>

## 4.2 Incertidumbre de las Estimativas de Emisiones de CH<sub>4</sub>

En el Cuadro 4.2 son presentados los resultados del análisis de incertidumbre para las estimativas de emisión de CH<sub>4</sub>.

**Cuadro 4.2 Precisión de las estimativas de emisión de CH<sub>4</sub>**

Sector	Incertidumbre
	%
Energía	26
Quema de combustibles	31
Emisiones fugitivas	44
Minería de carbón	73
Extracción y transporte de petróleo y gas natural	54
Procesos Industriales (industria química)	14
Agricultura	31
Fermentación entérica	34
Manejo de desechos de animales	38
Cultura de arroz	45
Quema de residuos agrícolas	32
Desechos	37
Basura	56
Efluentes	36
Industrial	56
Doméstico	47
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>

## 4.3 Incertidumbre de las Estimativas de Emisiones de N<sub>2</sub>O

En el Cuadro 4.3 son presentados los resultados del análisis de incertidumbre para las estimativas de emisión de N<sub>2</sub>O.

**Cuadro 4.3 Precisión de las estimativas de emisión de N<sub>2</sub>O**

Sector	Incertidumbre
	%
Energía (quema de combustibles)	26
Procesos Industriales (industria química)	6
Agricultura	52
Manejo de desechos de animales	43
Suelos agrícolas	52
Animales en pastaje	81
Otras fuentes directas	52
Emisiones indirectas	100
Quema de residuos agrícolas	51
Desechos (efluentes domésticos)	56
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>

## Referencias Bibliográficas

- ABIA - Associação Brasileira da Indústria da Alimentação. *Evolução da produção brasileira de alimentos*. [mensaje vía e-mail]. Mensaje recibido por <biogas@cetesbnet.sp.gov.br> en 17 oct. 2008.
- ABIC - Associação Brasileira da Indústria do Café. *Indicadores da Indústria de Café no Brasil - 2009*. Disponible en: <<http://www.abic.com.br/estatisticas.html#graf3>>. Acceso en: 14 sept. 2010.
- ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Disponible en: <<http://sn113w.snt113.mail.live.com/default.aspx?n=1596605175>>. Acceso en: 14 sept. 2010.
- ABIQUIM - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA QUÍMICA, 1995. *Anuário da Indústria Química Brasileira*. São Paulo.
- \_\_\_\_\_, 1996. *Anuário da Indústria Química Brasileira*. São Paulo.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Anuário da Indústria Química Brasileira*. São Paulo.
- \_\_\_\_\_, 2005. *Anuário da Indústria Química Brasileira*. São Paulo.
- \_\_\_\_\_, 2008. *Anuário da Indústria Química Brasileira*. São Paulo.
- \_\_\_\_\_, 2010. *Anuário da Indústria Química Brasileira*. São Paulo.
- ABPC - Associação Brasileira dos Produtores de Cal. In: BRASIL, 2010b - Ministério da Ciência y Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais - Produtos Minerais (Parte II): Cal / Usos do Calcário y Dolomita/ Barrilha"*. Brasília: MCT. 40p. Disponible en: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0209/209487.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0209/209487.pdf)>. Acceso en: 01 abr. 2010.
- ABRABE - Associação Brasileira de Bebidas Disponible en: <http://www.abrabe.org.br/mercado.php> en 14 sept. 2010.
- ABRAFE - Associação Brasileira dos Produtores de Ferroligas y de Silício Metálico. In: BRASIL, 2010e - Ministério da Ciência y Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Emissões de CO2 na Indústria do Aço"*. Brasília: MCT. 43p. Disponible en: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0211/211976.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0211/211976.pdf)>. Acceso en: 30 jul. 2010.
- ABRAPA - Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. *Algodão Série Histórica*. [mensaje vía e-mail]. Mensaje recibido por <brunapa@cetesbnet.sp.gov.br> en 31 mar. 2009.
- ABRETE, 2006 - Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos. *Estatísticas*. Disponible en: <<http://www.abrete.org.br/estatisticas>>. Acceso en: 14 sept. 2010.
- ALVES, D. S.; SOARES, J. V.; AMARAL, S.; MELLO, E. M. K.; ALMEIDA, S. A.S. ; SILVA, O.F.; SILVEIRA, A.M., 1997. Biomass of primary and secondary vegetation in Rondônia, Western Brazilian Amazon, *Global Change Biology*, 3: p. 451-461.
- AMORIM, I. L. de; SAMPAIO, E. V. S. B. & ARAÚJO; E. de L., 2005. *Flora y estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil*. *Acta bot. bras.* 19(3): 615-623.
- ASNER, G. P.; KNAPP, D. E.; BROADBENT, E. N.; OLIVEIRA, P. J. C.; KELLER, M.; SILVA, J. N., 2005. *Selective logging in the Brazilian Amazon*. *Science*, Vol. 310, 480-482.

BRACELPA - Associação Brasileira de Celulose y Papel. *Evolução da Produção Brasileira de Papel*. Disponible en: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/140>>. Acceso en: 14 sept. 2010.

BRACELPA, 2010. *Booklet sobre Setor de Papel y Celulose*.

BRASIL - Ministério da Ciência y Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2004. *Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Naciones Unidas sobre Mudança do Clima*. Brasília: MCT. 274p.

\_\_\_\_\_, 2010 - Ministério de Minas y Energia. Empresa de Pesquisa Energética, 2007. *Balanço energético nacional 2007: ano base 2006*. Rio de Janeiro: EPE. 192p.

\_\_\_\_\_, 2010a - Ministério da Ciência y Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais - Produtos Mineraiis (Parte I)"*. Brasília: MCT. 37p. Disponible en: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0209/209486.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0209/209486.pdf)>. Acceso en: 01 abr. 2010.

\_\_\_\_\_, 2010b - Ministério da Ciência y Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais - Produtos Mineraiis (Parte II): Cal / Usos do Calcário y Dolomita/ Barrilha"*. Brasília: MCT. 40p. Disponible en: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0209/209487.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0209/209487.pdf)>. Acceso en: 01 abr. 2010.

\_\_\_\_\_, 2010c - Ministério da Ciência y Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Indústria Química"*. Brasília: MCT. 47p. Disponible en: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0211/211781.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0211/211781.pdf)>. Acceso en: 16 jul. 2010.

\_\_\_\_\_, 2010d - Ministério da Ciência y Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases*

*de Efeito Estufa nos Processos Industriais - Produção de Metais - Alumínio - ABAL"*. Brasília: MCT. 38p. Disponible en: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0211/211125.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0211/211125.pdf)>. Acceso en: 17 jun. 2010.

\_\_\_\_\_, 2010e - Ministério da Ciência y Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Emissões de CO<sub>2</sub> na Indústria do Aço"*. Brasília: MCT. 43p. Disponible en: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0211/211976.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0211/211976.pdf)>. Acceso en: 30 jul. 2010.

\_\_\_\_\_, 2010f - Ministério da Ciência y Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa no Tratamento y Disposição de Resíduos"*. Brasília: MCT. 100p. Disponible en: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0211/211987.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0211/211987.pdf)>. Acceso en: 02 ago. 2010

\_\_\_\_\_, 2010g - Ministério da Ciência y Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2004. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa no Transporte Rodoviário"*. Brasília: MCT. 42p. Disponible en: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0212/212594.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0212/212594.pdf)>. Acceso en: 27 ago. 2010

\_\_\_\_\_, 2010h - Ministério da Ciência y Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2004. *Relatório de Referência "Emissões de Gases do Efeito Estufa no Setor Uso da Tierra, Mudança do Uso da Tierra y Florestas - Emissões de CO<sub>2</sub> pelo Uso da Tierra, Mudança do Uso da Tierra y Florestas"*. Brasília: MCT. 105p. Disponible en: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0213/213346.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0213/213346.pdf)>. Acceso en: 09 abril. 2010.

\_\_\_\_\_, 2010i - Ministério da Ciência y Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2004. *Relatório de Referência "Emissões de Dióxido de Carbono por Queima de Combustíveis Fósseis: Abordagem Top-Down"*. Brasília: MCT. 105p. Disponible en: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0209/209644.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0209/209644.pdf)>. Acceso en: 15 sept. 2010.

- \_\_\_\_\_, 2010j - Ministério da Ciência y Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2004. Relatório de Referência "Emissões de Dióxido de Carbono por Queima de Combustíveis Fósseis: Abordagem *Bottom-Up*". Brasília: MCT. 81p. Disponible en: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0212/212234.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0212/212234.pdf)>. Acceso en: 11 ago. 2010.
- \_\_\_\_\_, 2010i - Ministério de Meio Ambiente. PPcerrado. Disponible en: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=232&idConteudo=9955>
- \_\_\_\_\_, 2010m - Ministério de Minas y Energia. Empresa de Pesquisa Energética, 2006. Balanço energético nacional 2006: ano base 2005. Rio de Janeiro: EPE.
- CARVALHO Jr., J. A.; COSTA, F. S.; VERAS, C. A. G.; SANDBERG, D. V.; ALVARADO, E. C.; GIELOW, R.; SERRA Jr., A. M.; SANTOS, J. C., 2001. *Biomass fire consumption and carbon release rates of rainforest-clearing experiments conducted in Northern Mato Grosso, Brazil*.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, 2006. In: BRASIL, 2010g - Ministério da Ciência y Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2004. Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa no Transporte Rodoviário". Brasília: MCT. 42p. Disponible en: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0212/212594.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0212/212594.pdf)>. Acceso en: 27 ago. 2010.
- COPERSUCAR S. A.- Cooperativa dos Produtores de Cana, Açúcar y Álcool do Estado de São Paulo, 2003. *Equipamentos, Custos y Potenciais*. Centro de Tecnologia - CTC.
- \_\_\_\_\_, 1995. *Tratamento de Efluentes na Indústria Sucroalcooleira*. Centro de Tecnologia - CTC.
- CORINAIR - CORE INVENTORY AIR EMISSIONS, 1996. *Atmospheric Emission Inventory Guidebook - Solvent and Other Product Use*. Primeira Edição, EMEP - Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe.
- DURIGAN, G., 2004. *Estimativas de estoque de carbono na vegetação natural do Estado de São Paulo*. Centro de Gestão y Estudos Estratégicos - CGEE, Prospecção Tecnológica, Mudança do Clima, Estudo 4 - Oportunidades de Negócios em segmentos produtivos nacionais.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA ALGODÃO. *Sistemas de Produção do Algodoeiro*. Disponible en: <<http://www.cnpa.embrapa.br>>. Acceso en: 23 sept. 2009.
- \_\_\_\_\_, EMBRAPA ARROZ y FEIJÃO. *Informativo Anual das Comissões Técnicas Regionais de Arroz: Cultivares de Arroz Recomendadas para Plantio no Ano Agrícola 1995/96*. Goiânia, GO: Embrapa-CNPAF, p. 1-39, 1995.
- \_\_\_\_\_, EMBRAPA ARROZ y FEIJÃO. Brasil 1986 a 2006. *Dados conjunturais do Arroz (Área, Produção y Rendimento)*. Dados não publicados, atualizados pela Central de Dados de Economia da Embrapa Arroz y Feijão, por SILVA, O.F., 2008.
- \_\_\_\_\_, EMBRAPA CAPRINOS y OVINOS. *Raças caprinas*. Disponible en: <<http://www.cnpc.embrapa.br/cnpc21.htm>>. Acceso en: 7 jul. 2009.
- \_\_\_\_\_, EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. *Sistema de Produção do Arroz para RS y SC*. Disponible en: <<http://www.cnpct.embrapa.br>>. Acceso en: 7 jul. 2009.
- \_\_\_\_\_, EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 1997. *Inventário de emissão de gases de efeito estufa por atividades agrícolas no Brasil: Emissão de metano proveniente do cultivo de arroz irrigado por inundação*. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 32p. (Relatório 1 do contrato PNUD-MCT com a EMBRAPA).
- \_\_\_\_\_, EMBRAPA MILHO y SORGO. *Sistema de Produção do Sorgo*. <<http://www.cnpt.embrapa.br>>. Acceso en: 7 jul. 2009.
- \_\_\_\_\_, EMBRAPA SOJA. *Sistema de Produção do Girassol*. <<http://www.cnpso.embrapa.br>>. Acceso en: 7 jul. 2009.

- \_\_\_\_\_. EMBRAPA TRIGO. *Sistema de Produção do Centeio*. Disponible en: <<http://www.cnpt.embrapa.br>>. Acceso en: 2009.
- \_\_\_\_\_. EMBRAPA TRIGO. Indicações técnicas para a produção de cevada cervejeira nas safras 2009-2010. E. Minella (org). Passo Fundo: Embrapa Trigo. 2009b. 100 p.
- HIGUCHI, N., 2004. Above and belowground biomass allometry in the Brazilian Amazon. *In: Regional Amazon Forest Structure and Carbon Cycling Workshop*. New Orleans.
- HOUGHTON, R. A.; SKOLE, D. L.; NOBRE, C. A.; HACKLER, J. L.; LAWRENCE, K. T.; CHOMENTOWSKI, W. H., 2000. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. *Nature*, 403: p. 301-304.
- IABr - INSTITUTO AÇO BRASIL. Relatório de Sustentabilidade. Rio de Janeiro, 2009
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA y ESTATÍSTICA, 1993. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1994. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1995. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1996. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1998. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1999. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 2000. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 2001. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 2002. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 2003. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 2005. *Anuário Estatístico*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Brasil em Números*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1996. *Censo Nacional*. Rio de Janeiro.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA y ESTATÍSTICA, 2004. Sala de imprensa: *mapa de biomas e de vegetação*. Disponible en: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticia/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=169&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticia/noticia_visualiza.php?id_noticia=169&id_pagina=1)>. Acceso en: 2 jun. 2010.
- \_\_\_\_\_, 2005. *Pesquisa Industrial Anual - PIA*. Indústrias Extrativas y de Transformação/Pesquisa Industrial Anual. Banco de Dados. Disponible en: <[http://www.ibge.gov.br/servidor\\_arquivo\\_est/](http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivo_est/)>. Acceso en: 14 set. 2010.
- \_\_\_\_\_, 1990. *Pesquisa da Pecuária Municipal*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1991. *Pesquisa da Pecuária Municipal*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1992. *Pesquisa da Pecuária Municipal*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1993. *Pesquisa da Pecuária Municipal*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1994. *Pesquisa da Pecuária Municipal*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1997. *Pesquisa Nacional de Amostragem por Domicílio - PNAD, 1993*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_, 1992. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB - 1989*. Rio de Janeiro.

- \_\_\_\_\_, 2000. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB*. Rio de Janeiro.
- IPCC/OECD/IEA - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT & INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 1997. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Bracknell.
- \_\_\_\_\_, 2000. *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*.
- \_\_\_\_\_, 2003. *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*.
- \_\_\_\_\_, 2006. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
- JANTALIA, C. P.; SANTOS, H. P. dos; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B.J.R. *Fluxes of nitrous oxide from soil under different crop rotations and tillage systems in the South of Brazil Nutrient Cycling in Agroecosystems*. (On line first) DOI 10.1007/s10705-008-9178-y.
- PHILLIPS, O. I, MALHI, Y., HIGUCHI, N., LAURANCE, W.F., NUÑEZ, P.V, VASQUEZ, R. M., LAURANCE, S. G, FERREIRA, L. V., STERN, M., BROWN, S., GRACE, J., 1998. Changes in the Carbon Balance of Tropical Forests: Evidence from Long-term Plots. *Science*. Estados Unidos. v. 282, n. 5388, p. 439-442.
- PROBIO - Projeto de Conservação y Utilização Sustentável da Diversidade Biológica. In: BRASIL, 2010h - Ministério da Ciência y Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2004. Relatório de Referência "Emissões de Gases do Efeito Estufa no Setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra y Florestas - Emissões de CO<sub>2</sub> pelo Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra y Florestas". Brasília: MCT. 105p. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0213/213346.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0213/213346.pdf)>. Acesso em: 09 abril. 2010.
- PRODES - Projeto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia Brasileira e PPCerrado. *Plano de Ação para a Prevenção y Controle do Desmatamento y das Queimadas no Cerrado*. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes>>.
- PROJETO RADAMBRASIL, 1973-1983. *Levantamento de recursos naturais*. v. 1 a 31.
- ROCHETTE, P.; JANZEN, H., 2005. *Towards a revised coefficient for estimating N<sub>2</sub>O emissions from legumes. Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 73, p. 171-179.
- SHINE, K. P., 2009. Alternative Metrics. In: *IPCC Expert Meeting of the Science of Alternative Metrics*. Report of the Meeting. Oslo, 18-20 March. Norway.
- SHINE, K. P.; FUGLESTVEDT, J. S.; HAILEMARIAM, K.; STUBER, N. 2005. Alternatives to the global warming potential for comparing climate impacts of emissions of greenhouse gases. *Climatic Change*, 68: 281-302
- SILVA, R. P., 2007. *Alometria, estoque y dinâmica da biomassa de florestas primárias y secundárias na região de Manaus - AM*. Manaus.152 p.
- SINDIPAN - Sindicato da Indústria de Panificação y Confeitaria de São Paulo. *Panorama Setorial*. Disponível em: <<http://www.sindipan.org.br/asp/consumoDePao.asp>>. Acesso em: 14 sept. 2010.
- SNIC - Sindicato Nacional da Indústria de Cimento, 2009. In: BRASIL, 2010a - Ministério da Ciência y Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2010. *Relatório de Referência "Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais - Produtos Mineraiis (Parte I)"*. Brasília: MCT. 37p. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0209/209486.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0209/209486.pdf)>. Acesso em: 01 abr. 2010.
- UNICA - União da Indústria da Cana de Açúcar. *Produção de açúcar do Brasil*. Disponível em <<http://www.unica.com.br/downloads/estatisticas/producaoacucar.xls>>. Acesso em: 30 abr. 2010.
- \_\_\_\_\_. *Produção de etanol do Brasil*. Disponível em



<<http://www.unica.com.br/downloads/estatisticas/producaoetanol.xls>>. Acesso en: 30 abr. 2009.

UVIBRA -União Brasileira de Vitivinicultura. Disponible en: <[http://www.uvibra.com.br/dados\\_estatisticos.htm](http://www.uvibra.com.br/dados_estatisticos.htm)>. Acesso en: 14 set. 2010.

WSA - WORLD STEEL ASSOCIATION. *Sustainability Report: Of the World Steel Industry*. Bélgica, 2008.

ZHANG, H. *et al*, 2010. *A Study of the Radiative Forcing and Global Warming Potential of Hydrofluorcarbons*. JQSRT. Norway.

ZHANG, H.; WU, J.; SHEN, Z.P. *A Study of the Radiative Forcing and Global Warming Potential of PFCs and SF<sub>6</sub>*. (no prelo).





Foto: Passarinho/Pret. Olinda



# Anexo

Estimativas de emisiones de gases de efecto invernadero por gas y sector, de 1990 al 2005

# Estimativas de emisiones de gases de efecto invernadero por gas y sector, de 1990 al 2005

CO<sub>2</sub>

Sector	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	(Gg)															
<b>Energía</b>	179.948	185.488	189.323	197.258	206.250	221.986	241.058	257.029	263.345	280.302	289.958	299.635	296.482	292.757	309.516	313.695
Quema de Combustibles Fósiles	172.371	178.101	181.854	189.654	198.222	214.438	233.194	248.379	253.888	270.006	279.088	287.908	285.234	281.605	298.890	299.941
Subsector Energético	22.668	22.355	24.466	24.592	25.443	26.663	29.404	33.069	30.925	41.088	43.595	48.761	44.164	43.406	50.257	48.601
Subsector Industrial	36.835	38.363	38.786	41.409	42.217	46.638	54.557	57.657	59.681	65.305	71.115	70.837	71.468	70.838	73.100	75.620
Industria Siderúrgica	3.862	4.008	4.066	5.521	5.401	5.860	8.111	8.768	9.909	11.193	13.089	13.675	13.701	15.135	16.623	16.467
Industria Química	8.681	8.863	9.173	8.677	9.230	10.173	11.626	13.590	12.572	14.137	14.649	14.645	14.939	14.318	15.162	15.446
Otras Industrias	24.292	25.492	25.547	27.211	27.586	30.605	34.819	35.299	37.199	39.975	43.377	42.517	42.828	41.385	41.314	43.707
Subsector Transporte	79.914	83.850	84.187	87.393	91.820	101.003	108.487	115.095	120.944	119.200	120.130	122.781	125.385	124.938	132.716	133.431
Transporte Aéreo	3.503	3.947	3.214	3.510	3.763	3.940	3.679	4.379	4.809	5.037	5.278	5.591	5.737	5.026	5.297	5.374
Transporte Vial	71.339	74.987	75.854	78.271	83.236	92.210	99.177	106.538	111.669	109.623	110.684	112.546	114.973	115.195	122.236	122.765
Otros Medios de Transporte	5.072	4.916	5.119	5.612	4.821	4.853	5.631	4.178	4.466	4.540	4.169	4.644	4.675	4.718	5.183	5.291
Subsector Residencial	13.818	14.196	14.692	15.235	15.220	15.928	16.588	16.611	16.667	16.996	17.044	17.089	16.527	15.421	15.751	15.484
Subsector Agricultura	10.052	10.436	10.737	11.862	12.527	13.430	14.021	14.569	13.905	14.491	14.051	15.423	15.056	15.132	14.918	14.809
Otros Subsectores	9.083	8.900	8.986	9.163	10.995	10.776	10.137	11.379	11.766	12.925	13.154	13.017	12.634	11.871	12.148	11.996
Emisiones Fugitivas	7.578	7.388	7.469	7.604	8.028	7.549	7.864	8.651	9.457	10.296	10.870	11.727	11.248	11.152	10.625	13.754
Minería de Carbón	1.353	1.316	1.200	1.247	1.348	920	654	902	1.004	1.150	1.291	1.656	867	945	1.044	957
Extracción y Transporte de Petróleo	6.225	6.072	6.269	6.356	6.680	6.628	7.210	7.749	8.453	9.146	9.579	10.071	10.381	10.206	9.582	12.797
y Gas Natural	45.265	48.504	47.577	48.266	48.703	52.806	53.993	57.874	59.846	57.820	63.220	60.368	64.172	64.771	65.952	65.474
Procesos Industriales	11.062	11.776	9.770	10.164	10.086	11.528	13.884	15.267	16.175	16.439	16.047	15.227	14.390	13.096	13.273	14.349
Producción de Cemento	3.688	3.755	3.948	4.241	4.098	4.104	4.248	4.338	4.141	4.325	5.008	4.811	4.956	5.064	5.505	5.356
Producción de Cal	1.683	1.478	1.516	1.684	1.689	1.785	1.754	1.829	1.718	1.943	1.663	1.396	1.567	1.690	1.934	1.922
Producción de Amonio	24.756	26.974	27.896	27.816	28.428	30.686	29.414	31.366	32.767	30.084	35.437	34.283	38.216	39.562	39.545	38.283
Producción de Arrabio y Acero	1.574	1.901	2.011	1.946	1.955	1.965	1.981	1.975	2.007	2.079	2.116	1.879	2.176	2.198	2.408	2.472
Producción de Aluminio	2.502	2.621	2.435	2.415	2.446	2.739	2.712	3.100	3.038	2.950	2.950	2.773	2.868	3.162	3.287	3.093
Otras Industrias	766.493	625.947	771.076	830.569	830.910	1.841.615	1.252.979	986.444	1.211.080	1.203.999	1.258.345	1.254.278	1.422.502	1.616.007	1.729.494	1.258.626
Cambio de Uso de la Tierra y Bosques	761.390	621.228	764.297	821.919	821.919	1.836.220	1.246.108	978.938	1.203.980	1.197.265	1.249.627	1.246.324	1.412.696	1.604.364	1.717.913	1.251.152
Cambio de Uso de la Tierra	460.525	320.364	463.432	521.054	521.054	1.400.699	810.586	543.417	768.459	761.744	814.106	810.803	977.175	1.196.179	1.309.729	842.967
Bioma Amazonia	233.001	233.001	233.001	233.001	233.001	302.715	302.715	302.715	302.715	302.715	302.715	302.715	302.715	275.378	275.378	275.378
Bioma Cerrado	67.863	67.863	67.863	67.863	67.863	132.806	132.806	132.806	132.806	132.806	132.806	132.806	132.806	132.806	132.806	132.806
Otros Biomas	5.103	4.719	6.780	8.650	8.991	5.395	6.871	7.506	7.100	6.734	8.717	7.954	9.806	11.644	11.581	7.474
Aplicación de Calcareo en los Suelos	24	38	70	59	63	79	63	63	70	84	92	76	80	111	111	110
Desechos	991.731	859.978	1.008.046	1.076.151	1.085.925	2.116.486	1.548.093	1.301.411	1.534.341	1.542.206	1.611.615	1.614.357	1.783.237	1.973.647	2.105.072	1.637.905
<b>TOTAL</b>	<b>Apenas para información</b>															
Bunker fuels	5.231	3.913	4.365	4.405	4.339	5.455	6.539	7.038	13.529	14.962	14.627	16.651	16.794	14.972	15.298	15.759
Transporte aéreo	5.231	3.913	4.365	4.405	4.339	5.455	6.539	7.038	7.872	6.551	5.708	6.600	5.471	5.018	5.344	5.805
Transporte marítimo	0	0	0	0	0	0	0	0	5.657	8.411	8.919	10.051	11.323	9.954	9.954	9.954
Emisiones de CO <sub>2</sub> de la biomasa	187.962	185.012	181.912	180.851	190.896	183.878	183.035	188.329	186.746	191.865	180.471	185.741	201.339	219.347	235.655	243.606

**CH<sub>4</sub>**

Sector	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	(Gg)															
Energía	427	405	379	382	382	363	336	345	341	362	388	403	412	416	473	541
Quema de Combustibles	336	310	293	292	296	277	260	257	245	258	267	261	278	311	344	344
Subsector Energético	169	151	139	145	148	136	123	120	109	116	125	117	123	144	166	165
Subsector Industrial	58	52	50	53	55	53	51	50	49	53	54	53	56	64	73	72
Industria Siderúrgica	40	35	33	36	37	33	31	31	28	32	35	31	33	39	46	46
Otras Industrias	18	17	17	17	19	19	19	19	21	21	19	21	23	25	26	27
Subsector Transporte	11	11	11	11	12	13	13	13	13	12	11	11	11	10	11	10
Subsector Residencial	76	75	75	66	64	58	56	57	58	60	62	64	72	75	76	77
Otros Subsectores	22	21	18	17	17	17	17	17	16	16	15	15	16	18	19	19
Emissiones Fugitivas	91	95	86	90	87	87	77	88	96	105	122	142	134	105	129	197
Minería de Carbón	50	54	44	47	42	41	26	33	33	34	43	60	44	41	48	49
Extracción y Transporte de Petróleo y Gas Natural	42	41	42	43	44	46	51	55	63	71	78	82	90	64	81	148
Procesos Industriales (Industria Química)	5	5	5	6	7	6	6	7	8	8	9	8	8	9	9	9
Agricultura	9,539	9,829	10,004	10,043	10,237	10,447	10,131	10,253	10,345	10,484	10,772	11,159	11,503	12,066	12,605	12,768
Fermentación Entrera	8,419	8,671	8,802	8,834	8,995	9,175	8,980	9,133	9,222	9,297	9,599	9,966	10,297	10,832	11,322	11,487
Ganado Bovino	8,004	8,250	8,380	8,427	8,579	8,752	8,654	8,806	8,893	8,961	9,256	9,620	9,956	10,486	10,971	11,129
Ganado de Leche	1,198	1,245	1,279	1,258	1,263	1,297	1,081	1,124	1,137	1,143	1,178	1,207	1,237	1,269	1,321	1,371
Ganado de Corte	6,807	7,005	7,101	7,169	7,316	7,455	7,573	7,682	7,756	7,818	8,078	8,414	8,719	9,217	9,651	9,757
Otros Animales	415	421	422	407	416	423	325	326	329	335	344	345	341	347	351	358
Aprovechamiento del estiércol	635	653	663	659	675	695	628	641	647	660	678	701	693	713	718	723
Ganado Bovino	191	198	200	201	205	209	200	205	207	209	216	224	224	236	248	254
Ganado de Leche	36	37	38	38	38	39	31	33	33	33	34	35	36	36	39	40
Ganado de Corte	155	160	162	163	167	170	169	172	174	176	182	190	188	199	210	214
Porcinos	373	379	382	376	387	397	343	348	350	358	365	375	369	374	363	358
Aves	48	53	58	59	61	66	66	70	71	75	78	82	81	84	87	92
Otros Animales	22	23	23	22	23	23	18	19	19	19	19	19	19	19	19	20
Cultivo de Arroz	363	385	416	440	436	442	391	368	361	417	393	384	398	393	434	426
Quema de Residuos Agrícolas	121	120	123	110	131	135	133	112	115	110	101	108	115	127	132	133
Cambio de Uso de la Tierra y Bosques	1,996	1,811	2,119	2,229	2,238	4,157	2,928	2,402	2,910	2,905	3,026	3,024	3,383	3,807	4,058	3,045
Desechos	1,227	1,266	1,297	1,333	1,369	1,455	1,486	1,525	1,567	1,606	1,658	1,688	1,708	1,734	1,729	1,743
Basura	792	820	846	871	897	921	946	974	1,000	1,028	1,060	1,084	1,110	1,127	1,101	1,104
Efluentes	436	446	451	461	472	534	540	551	567	578	598	604	598	608	628	639
Industrial	95	97	95	99	103	159	158	163	172	177	190	191	180	184	199	206
Doméstico	341	350	356	363	369	376	382	388	395	401	408	413	418	423	428	433
<b>TOTAL</b>	<b>13,195</b>	<b>13,317</b>	<b>13,803</b>	<b>13,992</b>	<b>14,233</b>	<b>16,429</b>	<b>14,889</b>	<b>14,532</b>	<b>15,170</b>	<b>15,365</b>	<b>15,852</b>	<b>16,283</b>	<b>17,015</b>	<b>18,032</b>	<b>18,874</b>	<b>18,107</b>

**Apenas para información**

Bunker fuels	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,39	0,56	0,60	0,67	0,75	0,66	0,66	0,66
Transporte aéreo	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Transporte marítimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,55	0,59	0,66	0,75	0,66	0,66	0,66

Setor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Gg															
Energía	8,5	8,6	8,5	8,5	9,0	9,1	9,3	9,7	9,9	10,1	9,6	10,0	10,5	11,1	11,7	12,1
Quema de Combustibles	8,4	8,6	8,4	8,4	9,0	9,0	9,2	9,7	9,8	9,9	9,5	9,8	10,4	11,0	11,6	11,9
Subsector Industrial	3,6	3,5	3,5	3,7	4,0	3,9	3,9	4,0	4,2	4,5	4,3	4,5	4,7	5,0	5,4	5,5
Subsector Transportes	1,7	1,8	1,7	1,8	1,9	2,2	2,3	2,5	2,6	2,5	2,4	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9
Otros Subsectores	3,1	3,3	3,2	3,0	3,0	2,9	3,0	3,2	3,0	2,9	2,8	2,9	3,1	3,3	3,4	3,5
Emissiones Fugitivas	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Procesos Industriales	10,7	13,5	12,5	16,1	16,3	17,4	13,6	12,1	19,1	19,0	19,9	16,2	20,3	18,6	26,0	22,8
Producción de Ácido Nítrico	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2
Producción de Ácido Adípico	8,6	11,3	10,4	13,8	14,0	15,1	11,2	9,7	16,8	16,6	17,5	13,9	17,8	16,2	23,5	20,3
Otras Producciones	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
<b>Agricultura</b>	<b>333,7</b>	<b>343,1</b>	<b>352,5</b>	<b>356,3</b>	<b>369,0</b>	<b>375,4</b>	<b>352,7</b>	<b>363,0</b>	<b>371,4</b>	<b>374,7</b>	<b>392,5</b>	<b>405,7</b>	<b>423,6</b>	<b>456,5</b>	<b>466,1</b>	<b>476,2</b>
Aprovechamiento del estiércol	10,0	10,6	10,9	10,9	11,2	11,5	10,6	10,9	10,9	11,2	11,5	11,9	11,8	12,2	11,3	12,8
Ganado Bovino	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	2,1	3,3
Porcinos	2,4	2,5	2,5	2,4	2,5	2,5	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,0	2,0	2,1	2,2
Aves	4,4	4,8	5,1	5,2	5,4	5,6	5,6	5,8	5,7	6,0	6,2	6,5	6,4	6,7	6,8	7,1
Otros Animales	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>Suelos Agrícolas</b>	<b>317,7</b>	<b>326,5</b>	<b>335,4</b>	<b>340,0</b>	<b>351,4</b>	<b>357,3</b>	<b>335,5</b>	<b>346,5</b>	<b>354,8</b>	<b>358,1</b>	<b>376,0</b>	<b>388,5</b>	<b>406,2</b>	<b>438,1</b>	<b>448,3</b>	<b>456,8</b>
Emissiones Directas	212,8	218,6	224,9	227,4	235,0	239,4	224,5	232,0	237,1	240,0	251,2	260,6	272,0	293,4	301,0	305,7
Animales en Pastaje	165,7	171,0	173,5	173,4	176,2	179,7	167,6	171,5	173,4	175,2	180,8	186,8	195,1	204,9	213,7	217,1
Fertilizantes Sintéticos	11,0	11,1	12,2	14,4	16,6	16,0	16,9	18,4	20,6	19,7	23,6	23,2	25,7	31,4	31,7	31,1
Desechos de Animales	13,2	13,7	14,0	14,0	14,3	14,6	13,0	13,3	13,4	13,7	14,0	14,5	14,5	14,9	13,4	15,6
Residuos Agrícolas	15,3	15,0	16,9	17,1	19,0	19,8	17,2	18,8	19,3	20,7	21,6	24,7	24,9	30,1	29,7	29,1
Suelos Orgánicos	7,5	7,9	8,3	8,6	9,0	9,3	9,7	10,0	10,4	10,7	11,1	11,4	11,8	12,1	12,5	12,8
Emissiones Indirectas	104,8	107,9	110,6	112,5	116,4	117,8	111,0	114,6	117,7	118,1	124,8	127,8	134,1	144,6	147,4	151,1
<b>Quema de Residuos Agrícolas</b>	<b>61</b>	<b>6,0</b>	<b>6,1</b>	<b>5,4</b>	<b>6,5</b>	<b>6,7</b>	<b>6,5</b>	<b>5,5</b>	<b>5,7</b>	<b>5,4</b>	<b>5,0</b>	<b>5,3</b>	<b>5,7</b>	<b>6,3</b>	<b>6,5</b>	<b>6,6</b>
Cambio de Uso de la Tierra y Bosques	13,7	12,5	14,6	15,3	15,4	28,6	20,1	16,5	20,0	20,0	20,8	20,8	23,3	26,2	27,9	20,9
Desechos	9,0	9,2	9,7	10,2	10,8	10,9	11,1	11,4	11,8	12,1	12,4	12,5	13,1	13,6	13,8	14,0
<b>TOTAL</b>	<b>375,6</b>	<b>386,8</b>	<b>397,8</b>	<b>406,5</b>	<b>420,6</b>	<b>441,5</b>	<b>406,8</b>	<b>412,8</b>	<b>432,1</b>	<b>435,8</b>	<b>455,2</b>	<b>465,2</b>	<b>490,8</b>	<b>526,0</b>	<b>545,5</b>	<b>546,0</b>
<b>Apenas para información</b>																
Bunker fuels	0,15	0,11	0,12	0,12	0,12	0,15	0,18	0,20	0,27	0,25	0,23	0,27	0,24	0,22	0,23	0,24
Transporte aéreo	0,15	0,11	0,12	0,12	0,12	0,15	0,18	0,20	0,22	0,18	0,16	0,19	0,15	0,14	0,15	0,16
Transporte marítimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,07	0,07	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08

**HFC-23**

Sector	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	(Gg)															
Producción de HCFC-22	0,120	0,138	0,164	0,172	0,157	0,153	0,089	0,095	0,013	0,097	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>0,120</b>	<b>0,138</b>	<b>0,164</b>	<b>0,172</b>	<b>0,157</b>	<b>0,153</b>	<b>0,089</b>	<b>0,095</b>	<b>0,013</b>	<b>0,097</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**HFC-125**

Sector	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	(Gg)															
Emissiones potenciales por el uso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,007	0,039	0,051	0,055	0,121	0,125
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,007</b>	<b>0,039</b>	<b>0,051</b>	<b>0,055</b>	<b>0,121</b>	<b>0,125</b>

**HFC-134a**

Sector	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	(Gg)															
Emissiones reales por el uso	0,0004	0,001	0,004	0,008	0,068	0,273	0,830	0,251	0,798	1,191	0,471	1,257	1,244	1,545	1,141	2,282
<b>TOTAL</b>	<b>0,0004</b>	<b>0,001</b>	<b>0,004</b>	<b>0,008</b>	<b>0,068</b>	<b>0,273</b>	<b>0,830</b>	<b>0,251</b>	<b>0,798</b>	<b>1,191</b>	<b>0,471</b>	<b>1,257</b>	<b>1,244</b>	<b>1,545</b>	<b>1,141</b>	<b>2,282</b>

**HFC-143a**

Sector	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	(Gg)															
Emissiones potenciales por el uso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,007	0,027	0,040	0,050	0,104	0,093
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,007</b>	<b>0,027</b>	<b>0,040</b>	<b>0,050</b>	<b>0,104</b>	<b>0,093</b>

**HFC-152a**

Sector	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	(Gg)															
Emissiones potenciales por el uso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0001	0,030	0,008	0,024	0,054	0,175
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,030</b>	<b>0,008</b>	<b>0,024</b>	<b>0,054</b>	<b>0,175</b>

**CF<sub>4</sub>**

Sector	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	(Gg)															
Producción de Aluminio	0,302	0,337	0,356	0,335	0,323	0,306	0,298	0,203	0,228	0,201	0,147	0,115	0,135	0,136	0,124	0,124
<b>TOTAL</b>	<b>0,302</b>	<b>0,337</b>	<b>0,356</b>	<b>0,335</b>	<b>0,323</b>	<b>0,306</b>	<b>0,298</b>	<b>0,203</b>	<b>0,228</b>	<b>0,201</b>	<b>0,147</b>	<b>0,115</b>	<b>0,135</b>	<b>0,136</b>	<b>0,124</b>	<b>0,124</b>

C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>

Sector	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	(Gg)															
Producción de Aluminio	0,026	0,029	0,031	0,029	0,028	0,026	0,026	0,016	0,017	0,015	0,012	0,009	0,012	0,011	0,010	0,010
<b>TOTAL</b>	<b>0,026</b>	<b>0,029</b>	<b>0,031</b>	<b>0,029</b>	<b>0,028</b>	<b>0,026</b>	<b>0,026</b>	<b>0,016</b>	<b>0,017</b>	<b>0,015</b>	<b>0,012</b>	<b>0,009</b>	<b>0,012</b>	<b>0,011</b>	<b>0,010</b>	<b>0,010</b>

SF<sub>6</sub>

Sector	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	(Gg)															
Equipamientos Hubo Eléctricos	0,0042	0,0040	0,0040	0,0040	0,0041	0,0041	0,0041	0,0042	0,0047	0,0049	0,0050	0,0051	0,0053	0,0056	0,0060	0,0061
Producción de Magnesio	0,0058	0,0058	0,0070	0,0101	0,0099	0,0101	0,0097	0,0127	0,0101	0,0098	0,0103	0,0095	0,0122	0,0147	0,0170	0,0191
<b>TOTAL</b>	<b>0,0099</b>	<b>0,0098</b>	<b>0,0110</b>	<b>0,0141</b>	<b>0,0140</b>	<b>0,0142</b>	<b>0,0139</b>	<b>0,0169</b>	<b>0,0148</b>	<b>0,0147</b>	<b>0,0153</b>	<b>0,0146</b>	<b>0,0175</b>	<b>0,0204</b>	<b>0,0230</b>	<b>0,0252</b>

CO

Sector	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	(Gg)															
Energía	14.919	14.674	14.621	14.214	14.438	14.320	14.318	13.961	13.196	12.419	11.415	10.873	10.969	11.185	11.453	11.282
Subsector Energético	1.583	1.510	1.410	1.436	1.492	1.396	1.334	1.382	1.241	1.254	1.232	1.203	1.273	1.474	1.636	1.670
Subsector Industrial	1.573	1.458	1.455	1.520	1.645	1.598	1.568	1.599	1.622	1.752	1.677	1.746	1.867	2.073	2.297	2.307
Siderurgia	842	757	704	778	789	727	683	678	621	692	756	688	725	842	990	972
Alimentos y Bebidas	366	367	447	446	550	564	579	635	722	778	627	773	867	930	994	1.014
Otras Industrias	366	333	304	297	306	307	305	285	279	281	293	284	276	301	313	321
Subsector Transportes	7.886	7.878	7.979	7.931	8.069	8.380	8.531	8.067	7.370	6.371	5.402	4.699	4.240	3.885	3.702	3.407
Transporte Viario	7.783	7.778	7.882	7.824	7.967	8.279	8.419	7.969	7.264	6.267	5.303	4.596	4.139	3.786	3.595	3.302
Otros Transportes	103	99	97	107	102	101	112	98	105	104	100	104	101	98	106	105
Subsector Residencial	3.522	3.501	3.493	3.065	2.976	2.687	2.625	2.657	2.716	2.802	2.874	2.996	3.344	3.482	3.531	3.602
Otros Subsectores	355	328	285	262	257	261	260	257	247	241	229	228	245	272	289	295
Procesos Industriales (Industria Química)	365	469	502	501	510	510	511	506	514	533	542	487	571	575	612	626
Producción de Aluminio	345	446	476	474	480	480	480	474	480	496	504	449	529	528	562	572
Otras Producciones	20	23	25	26	29	29	31	32	33	36	37	37	40	46	49	53
Agricultura (Quema de Residuos)	2.543	2.517	2.592	2.307	2.741	2.838	2.784	2.358	2.423	2.301	2.131	2.275	2.419	2.672	2.763	2.791
Algodón	88	79	55	22	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caña de azúcar	2.455	2.438	2.537	2.285	2.730	2.838	2.784	2.358	2.423	2.301	2.131	2.275	2.419	2.672	2.763	2.791
Cambio de Uso de la Tierra y Bosques	17.468	15.850	18.538	19.500	19.584	36.370	25.622	21.016	25.464	25.415	26.476	26.463	29.603	33.310	35.507	26.641
<b>TOTAL</b>	<b>35.296</b>	<b>33.510</b>	<b>36.253</b>	<b>36.522</b>	<b>37.273</b>	<b>54.039</b>	<b>43.234</b>	<b>37.841</b>	<b>41.597</b>	<b>40.668</b>	<b>40.563</b>	<b>40.098</b>	<b>43.562</b>	<b>47.742</b>	<b>50.335</b>	<b>41.339</b>

Apenas para información

Bunker fuels	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74,73	110,72	117,56	132,37	149,03	131,02	131,02	131,84
Transporte aéreo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82
Transporte marítimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74,73	110,72	117,56	132,37	149,03	131,02	131,02	131,02



Sector	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	(Gg)															
Energía	1.781	1.845	1.881	1.936	1.996	2.094	2.198	2.265	2.268	2.337	2.334	2.342	2.327	2.284	2.407	2.388
Subsector Energético	222	232	256	258	259	269	289	329	308	399	406	433	391	417	465	457
Subsector Industrial	320	327	330	348	366	385	413	435	442	460	486	481	496	498	515	542
Siderurgia	98	99	100	109	116	121	127	130	126	123	133	126	128	135	139	149
Otras Industrias	222	227	230	239	250	264	286	305	316	337	354	355	368	363	376	394
Subsector Transportes	1.173	1.221	1.231	1.270	1.311	1.382	1.440	1.445	1.460	1.420	1.381	1.366	1.374	1.304	1.360	1.322
Transporte Viario	1.066	1.115	1.123	1.152	1.206	1.276	1.319	1.349	1.358	1.314	1.283	1.258	1.264	1.197	1.244	1.203
Otros Transportes	108	106	108	118	105	106	121	95	103	105	98	108	109	106	116	119
Subsector Residencial	53	53	53	49	48	45	44	45	45	47	48	49	53	54	54	55
Otros Subsectores	12	11	11	11	13	13	12	12	12	13	12	12	13	11	12	12
Procesos Industriales	8	9	10	10	11	11	12	12	12	13	14	13	15	16	17	18
Agricultura (Quema de Residuos)	219	216	222	197	233	241	236	200	206	195	181	193	205	227	235	237
Algodón	10	9	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caña de azúcar	208	207	215	194	232	241	236	200	206	195	181	193	205	227	235	237
Cambio de Uso de la Tierra y Bosques	496	450	526	554	556	1.033	728	597	723	722	752	752	841	946	1.008	757
<b>TOTAL</b>	2.504	2.521	2.640	2.696	2.797	3.379	3.173	3.074	3.209	3.268	3.280	3.300	3.388	3.473	3.667	3.399
<b>Apenas para información</b>																
Burker fuels	22.53	16.85	18.80	18.97	18.69	23.50	28.17	30.32	146.01	194.30	200.93	226.99	247.11	218.14	219.55	221.38
Transporte aéreo	22.53	16.85	18.80	18.97	18.69	23.50	28.17	30.32	33.91	28.22	24.59	28.43	23.57	21.61	23.02	24.85
Transporte marítimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	112.10	166.08	176.35	198.56	223.54	196.53	196.53	196.53

## COVIDM

Sector	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	(Gg)															
Energía	1.022	999	962	958	974	962	953	934	897	885	860	826	855	899	963	958
Subsector Energético	337	299	276	289	293	271	243	237	215	231	248	233	244	286	329	327
Subsector Industrial	51	49	49	51	55	54	53	54	56	59	57	59	63	68	74	75
Siderurgia	24	22	21	23	23	22	21	21	19	21	22	21	22	24	28	27
Alimentos y Bebidas	14	14	16	16	19	19	20	22	24	26	22	26	28	30	32	33
Otras Industrias	14	13	12	12	13	13	13	12	12	13	13	13	13	14	14	15
Subsector Transportes	371	391	383	390	403	430	452	437	419	384	342	314	304	288	296	288
Transporte Viario	354	375	367	372	387	414	434	422	403	367	326	297	287	271	278	270
Otros Transportes	16	16	16	18	16	16	18	15	16	16	15	17	17	17	18	18
Subsector Residencial	204	203	203	178	173	157	153	155	159	164	168	175	196	203	206	210
Otros Subsectores	59	57	52	51	50	51	51	50	48	47	45	45	48	54	57	58
Procesos Industriales	322	331	342	356	382	423	437	441	476	498	474	503	542	574	599	599
Industria Química	27	25	25	28	31	31	31	34	35	37	43	41	42	45	49	49
Papel y Celulosa	13	15	17	17	19	19	20	21	22	24	25	25	27	30	32	35
Producción de Alimentos	112	128	144	148	176	189	202	203	236	254	223	254	290	316	335	331
Producción de Bebidas	170	164	157	164	157	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	184
Utilización de Disolventes y Otros Productos	350	365	379	407	435	450	455	492	450	431	473	490	497	512	565	595
Aplicación de tintas	227	240	254	280	300	311	320	352	314	293	331	344	347	358	408	439
Otros usos	122	125	125	127	135	139	135	140	136	138	142	146	150	154	157	156
<b>TOTAL</b>	1.693	1.695	1.683	1.722	1.791	1.835	1.845	1.867	1.823	1.814	1.807	1.820	1.894	1.985	2.127	2.152
<b>Apenas para información</b>																
Bunker fuels	0	0	0	0	0	0	0	0	15	22	24	26	30	26	26	26
Transporte aéreo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte marítimo	0	0	0	0	0	0	0	0	15	22	24	26	30	26	26	26





## **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

