

# INFORME NACIONAL DE MONITOREO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL BRASIL



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Empresa de Pesquisa Energética



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



cooperación  
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

# Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética del Brasil



El presente documento fue realizado por los funcionarios de la Empresa de Pesquisa Energética del Gobierno del Brasil. La coordinación general del documento estuvo a cargo de Mauricio Tiomno Tolmasquim y Amilcar Guerreiro. Ricardo Gorini de Oliveira se ocupó de la coordinación ejecutiva y técnica para la elaboración para la base de datos y del presente informe y Jeferson Borghetti Soares se encargó de la coordinación técnica. Se agradece la labor del equipo técnico que participó en la elaboración del documento, en particular de: Ana Cristina Maia e Isabela Oliveira (economía), Bernardo Vianna (revisión), Daniel Stilpen (consolidación y texto), Fernanda Marques (industria), Luiz Gustavo Oliveira (sector agropecuario), Monique Riscado (sector residencial), Natália Moraes y Patricia Messer (sector transporte), Gustavo Magalhães (maquetación) y Nicholas Levine.

Este documento se realiza en el marco del programa regional BIEE (Base de Indicadores de Eficiencia Energética) gracias a la contribución de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) y el Proyecto de la Cuenta de las Naciones Unidas para el Desarrollo (ROA 234/8). El programa es coordinado por Andrés Schuschny, funcionario de la Unidad de Recursos Naturales y Energía de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), con el apoyo técnico de Bruno Lapillonne, Consultor Internacional de Enerdata. Se agradece la colaboración de Didier Bossebouef y, a través de él, a la Agence de l'Environnement et de la Matrise de l'Energie (ADEME) por el apoyo técnico proporcionado y su excelente disposición durante el desarrollo de esta fase del programa.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de las organizaciones participantes.

## Índice

Introducción .....	7
Objetivos y contenido .....	7
Las fuentes de datos .....	7
Acciones estructurales emprendidas por Brasil para promover la eficiencia energética .....	9
I. Antecedentes sobre la eficiencia energética .....	13
A. Políticas de eficiencia energética .....	13
1. Programa brasileño de etiquetado (PBE).....	14
2. Programa nacional de conservación de energía eléctrica (PROCEL).....	14
3. Programa nacional de uso racional de los derivados del petróleo y el gas natural (CONPET).....	14
4. Ley 9.991/2000 .....	15
5. Programa de eficiencia energética de la ANEEL (PEE) .....	15
6. Ley 10.295/2001 (Ley de Eficiencia Energética).....	15
7. Plan nacional de energía 2030 (PNE).....	16
8. Ordenanza interministerial N° 1.007/2010 (MME, MCTI, MDIC) .....	18
9. Plan nacional de eficiencia energética (PNEf) .....	19
10. Programa de apoyo a proyectos de eficiencia energética (PROESCO).....	19
11. Plan de acción conjunta Inova energía .....	20
12. Política nacional de cambio climático (PNCC) .....	20
13. Fondo nacional para el cambio climático .....	20
14. Programa Inovar-Auto .....	20
15. Plan nacional de logística y transporte (PNLT).....	20
16. Sello casa azul .....	21
17. Minha casa minha vida .....	21
18. PAC 2 movilidad grandes ciudades .....	21
19. Política nacional de movilidad urbana .....	21
20. Planes de gestión logística sostenible (PLS) .....	21
B. Condiciones económicas del país y oferta de energía .....	25
II. Tendencia del consumo de energía, por combustible y por sector .....	31
III. Tendencia general de la eficiencia energética .....	39
A. Intensidad energética primaria .....	39

B.	Intensidad energética final .....	42
IV.	Tendencia de la eficiencia energética en los centros de transformación de la energía .....	45
V.	Tendencia de la eficiencia energética del sector industrial .....	51
A.	Tendencia general.....	51
B.	Análisis por segmento de la industria .....	56
C.	Repercusión de las transformaciones estructurales .....	59
VI.	Tendencia de la eficiencia energética del sector agropecuario.....	63
A.	Tendencia general.....	63
B.	Tendencia por segmento .....	65
1.	Agricultura .....	65
2.	Industria pecuaria.....	66
VII.	Tendencia de la eficiencia energética del sector hogares.....	69
A.	Tendencia general del consumo.....	69
B.	Consumo de energía por uso final .....	74
C.	Penetración de aparatos y electrodomésticos eficientes.....	76
D.	Aparatos electrodomésticos.....	77
VIII.	Tendencia de la eficiencia energética del sector transportes.....	83
IX.	Conclusiones .....	95
	Bibliografía.....	99
	Anexo.....	101
	Anexo 1 Metodología del tratamiento de información en figuras .....	102
Cuadros		
Cuadro 1	Brasil: Disposiciones reglamentarias de la Ley de Eficiencia Energética .....	16
Cuadro 2	Brasil: Eficiencia energética por sector, mejora autónoma .....	17
Cuadro 3	Brasil: cronología de los valores mínimos de eficiencia energética que deben cumplir las lámparas incandescentes de 127v de fabricación nacional e importadas .....	18
Cuadro 4	Brasil: cronología de los valores mínimos de eficiencia energética que deben cumplir las lámparas incandescentes de 220v de fabricación nacional e importadas .....	19
Cuadro 5	Políticas que impactan en la eficiencia energética .....	22
Cuadro 6	Brasil: producto interno bruto.....	26
Cuadro 7	Brasil: oferta interna de energía .....	32
Cuadro 8	Brasil: demanda de energía por sector.....	34
Cuadro 9	Demanda de energía del sector energético.....	46
Cuadro 10	Brasil: demanda de energía de los centros de transformación .....	47
Cuadro 11	Brasil: demanda de energía del sector industrial .....	51
Cuadro 12	Demanda de las actividades energo-intensivas .....	55
Cuadro 13	Brasil: demanda de energía del sector agropecuario .....	63
Cuadro 14	Brasil: evolución de la cosecha en rubros seleccionados .....	66
Cuadro 15	Brasil: productividad de los rubros agrícolas escogidos.....	66
Cuadro 16	Brasil: evolución de las cabañas seleccionadas .....	67
Cuadro 17	Brasil: indicadores de la industria pecuaria brasileña .....	67
Cuadro 18	Demanda de energía del sector hogares .....	69
Cuadro 19	Brasil: disposiciones reglamentarias de la Ley 10.295/2001 correspondientes al sector hogares.....	73
Cuadro 20	Brasil: demanda de energía del sector de los transportes .....	83
Cuadro 21	Brasil: eficiencia de los vehículos automotores de carretera .....	86
Cuadro 22	Brasil: venta de vehículos nuevos .....	89
Cuadro 23	Brasil: indicador de número de habitantes por automóvil.....	90

Cuadro 24	Brasil: flota de automóviles y porcentaje de vehículos policarburantes .....	91
Cuadro 25	Brasil: participación de los modelos de motor policarburante en las ventas totales de vehículos .....	92
Cuadro 26	Brasil: consumo de combustibles del transporte por carretera .....	92
Gráficos		
Gráfico 1	Brasil: cuota correspondiente a la mejora de la eficiencia energética en las hipótesis de demanda de energía del PNE 2030 .....	16
Gráfico 2	Brasil: eficiencia eléctrica con respecto al PNE 2030, por hipótesis y por sector .....	18
Gráfico 3	Brasil: producto interno bruto y oferta interna de energía .....	26
Gráfico 4	Brasil: producto interno bruto y oferta interna de energía .....	27
Gráfico 5	Brasil: evolución del consumo de energía, consumo de hogares y el número de viviendas .....	28
Gráfico 6	Brasil: matriz energética .....	29
Gráfico 7	Comparación internacional del grado de renovabilidad de la matriz energética, años seleccionados .....	29
Gráfico 8	Brasil: consumo primario y consumo final de energía .....	31
Gráfico 9	Brasil: distribución de la matriz energética por fuente de energía .....	32
Gráfico 10	Brasil: consumo de energía por sector .....	33
Gráfico 11	Brasil: evolución de la intensidad energética primaria y final .....	39
Gráfico 12	Brasil: intensidad energética primaria y final por períodos .....	40
Gráfico 13	Brasil: distribución anual de la intensidad energética primaria .....	41
Gráfico 14	Brasil: intensidad energética y actividades de transformación de la energía .....	41
Gráfico 15	Brasil: intensidad energética final por sector .....	42
Gráfico 16	Brasil: variación anual de la intensidad sectorial .....	43
Gráfico 17	Brasil: consumo final de energía del sector energético .....	46
Gráfico 18	Cuota de la matriz eléctrica correspondiente a las energías hidráulica y eólica .....	48
Gráfico 19	Aporte de la electricidad a la matriz energética brasileña .....	48
Gráfico 20	Brasil: generación de electricidad total, generación térmica y pérdidas .....	49
Gráfico 21	Matriz del sector energético .....	50
Gráfico 22	Brasil: consumo final de energía del sector industrial .....	52
Gráfico 23	Brasil: consumo de energía de la industria y consumo de energía total .....	52
Gráfico 24	Brasil: valor agregado de la industria, por segmento .....	53
Gráfico 25	Intensidad energética y PIB per cápita correspondientes a la industria .....	53
Gráfico 26	Brasil: intensidad energética de la industria por período .....	54
Gráfico 27	Consumo de energía de las industrias energo-intensivas .....	55
Gráfico 28	Consumo energético por productos seleccionados .....	56
Gráfico 29	Intensidad energética de algunos ramos de la industria .....	56
Gráfico 30	Brasil: consumo energético específico de la industria del azúcar .....	57
Gráfico 31	Brasil: consumo energético específico de la siderurgia .....	57
Gráfico 32	Brasil: consumo energético específico de la industria del cemento .....	58
Gráfico 33	Brasil: consumo energético específico de la industria del papel y la celulosa ...	59
Gráfico 34	Brasil: evolución de la intensidad energética de la industria .....	60
Gráfico 35	Brasil: consumo final de energía del sector agropecuario .....	64
Gráfico 36	Brasil: consumo del sector agropecuario por fuente de energía .....	65
Gráfico 37	Brasil: consumo final de energía de los hogares .....	70
Gráfico 38	Brasil: evolución del número índice del consumo de energía y electricidad de los hogares, del consumo de las familias y del número de viviendas .....	70
Gráfico 39	Brasil: evolución reciente del consumo de electricidad y de energía por vivienda .....	72
Gráfico 40	Brasil: cantidad media de habitantes por vivienda .....	72
Gráfico 41	Brasil: demanda de energía de los hogares por uso final .....	74

Gráfico 42	Brasil: consumo de energía para la cocción de alimentos por vivienda.....	75
Gráfico 43	Brasil: efecto de la sustitución de una fuente de energía por otra en la cocción de alimentos en el hogar .....	75
Gráfico 44	Brasil: consumo de electricidad en las viviendas por uso final.....	76
Gráfico 45	Brasil: penetración del calentador solar de agua .....	77
Gráfico 46	Brasil: parque de aparatos electrodomésticos en los hogares brasileños .....	78
Gráfico 47	Brasil: distribución del gasto de electricidad del parque de aparatos de climatización de ambientes .....	79
Gráfico 48	Brasil: distribución del gasto de electricidad del parque de heladeras.....	80
Gráfico 49	Brasil: distribución del gasto de electricidad del parque de lavadoras .....	80
Gráfico 50	Brasil: consumo del sector transportes por fuente de energía .....	84
Gráfico 51	Brasil: consumo final de energía del sector transportes.....	84
Gráfico 52	Brasil: consumo de energía del sector transportes por medio de transporte .....	85
Gráfico 53	Brasil: distribución del consumo de energía del sector transportes .....	85
Gráfico 54	Brasil: evolución de la demanda de combustible para vehículos ligeros .....	86
Gráfico 55	Brasil: evolución de la eficiencia de los vehículos ligeros .....	87
Gráfico 56	Brasil: matrículas correspondientes a automóviles de 1.000 cc.....	87
Gráfico 57	Brasil: proporción de la fabricación de vehículos ligeros correspondiente a vehículos comerciales ligeros y a automóviles.....	88
Gráfico 58	Brasil: evolución de la adhesión de vehículos al Programa Brasileño de Etiquetado de Vehículos (PBEV).....	88
Gráfico 59	Brasil: evolución de la eficiencia energética de los vehículos del Programa Brasileño de Etiquetado de Vehículos (PBEV).....	89
Gráfico 60	Brasil: comparación internacional del número de habitantes por vehículo ligero.....	90
Gráfico 61	Brasil: contenido de etanol anhidro en la gasolina C, 2000-2012 .....	91
Gráfico 62	Brasil: proporción de biodiesel en la composición del gasóleo de automoción .....	92
Gráfico 63	Brasil: Evolución de la intensidad energética .....	97
 Recuadros		
Recuadro 1	Brasil: evolución de la intensidad energética .....	43
 Diagramas		
Diagrama 1	Brasil: fuentes primarias de datos utilizadas por la EPE para elaborar la base de datos sobre la eficiencia energética .....	8
Diagrama 2	Brasil: Principales políticas de eficiencia energética .....	13
Diagrama 3	Brasil: cronología de las últimas políticas de eficiencia energética promulgadas .....	25
Diagrama 4	Brasil: flujo energético año 2000 .....	34
Diagrama 5	Brasil: flujo energético año 2010 .....	35
Diagrama 6	Brasil: flujo energético año 2012 .....	35
Diagrama 7	Brasil: flujo eléctrico año 2000 .....	36
Diagrama 8	Brasil: flujo eléctrico año 2010 .....	36
Diagrama 9	Brasil: flujo eléctrico año 2012.....	37
 Mapa		
Mapa 1	Brasil: mapa geopolítico, económico y demográfico .....	25

# Introducción

## Objetivos y contenido

Este documento reúne las conclusiones de un extenso trabajo emprendido por la EPE hace tres años y cuyos fines principales son la concepción y realización de una base de indicadores de eficiencia energética, gracias a los cuales se podrán observar y medir la evolución y el resultado de las políticas y programas nacionales de eficiencia energética emprendidos por Brasil.

Constituye una iniciativa inédita en el país, que reafirma el compromiso de la EPE con el objetivo de promover la eficiencia energética. Este trabajo fue concebido inicialmente en colaboración con la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ) (Agencia Alemana de Cooperación Técnica) en el marco del Programa de Energía Brasil-Alemania, la ENERDATA y la Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) (Agencia Francesa de Medio Ambiente y Energía), con el objetivo último de crear una base de datos nacional.

Posteriormente, surgió la idea de unir fuerzas con la Unidad de Recursos Naturales y Energía de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en el marco del Programa BIEE (<http://www.cepal.org/dnri/biee/>) con el fin de adaptar la base de datos que la EPE tenía en fase de elaboración y armonizarla con otros sistemas similares que hay en la región. Gracias a ello, además de comparar los indicadores provenientes de otros países participantes del Programa BIEE que viene desarrollando la CEPAL, sería posible intercambiar las experiencias en el campo de las políticas públicas de eficiencia energética.

En este contexto, el presente documento consolida el primer ciclo de trabajo de la EPE correspondiente a la elaboración de la señalada base de datos con indicadores de eficiencia energética. Por consiguiente, la publicación de la primera edición del informe nacional es un paso fundamental para la difusión y análisis de los indicadores nacionales de eficiencia energética del Brasil y sitúa a nuestro país en posición semejante a la de los países de la Unión Europea en lo que respecta al monitoreo de los resultados de las políticas y programas de promoción de la eficiencia energética (ODYSSEE-MURE).

## Las fuentes de datos

Las principales fuentes primarias de información utilizadas en la elaboración de este informe nacional se exponen en el diagrama 1 y de ellas se extrajeron en su mayor parte los datos utilizados. La



Empresa de Investigación Energética quiere dejar constancia de su agradecimiento a todas las instituciones que brindaron datos para la realización de este trabajo.

**Diagrama 1**  
**Brasil: fuentes primarias de datos utilizadas por la EPE para elaborar la base de datos sobre la eficiencia energética**



Fuente: EPE (2013a).

Con todo, es preciso señalar que se recurrió asimismo a otras muchas fuentes para realizar el estudio, pero por razones de espacio físico no se enumeran en el diagrama. La lista completa de fuentes de datos se reproduce en la sección de bibliografía al final del presente informe.

El espectro de datos utilizados para confeccionar el presente estudio procede de las siguientes categorías de fuentes:

Organismos oficiales:

- Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL);
- Agencia Nacional del Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles (ANP);
- Banco Central del Brasil (BACEN);
- Centro de Investigaciones de Energía Eléctrica (CEPEL);
- Empresa de Investigación Energética (EPE);
- Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE);
- Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología (INMETRO);
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (MAPA);
- Ministerio de Minas y Energía (MME);

- Ministerio de Transportes;
- Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica (PROCEL);
- Programa Nacional de la Racionalización del Uso de los Derivados del Petróleo y del Gas Natural (CONPET).

Industria nacional:

- Asociación Brasileña de Refrigeración, Aire Acondicionado, Ventilación y Calefacción (ABRAVA);
- Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos Automotores (ANFAVEA);
- Asociaciones de ramas de la industria;
- Empresas distribuidoras de electricidad;
- Empresas distribuidoras de gas natural;
- Industrias energo-intensivas;

Organismos internacionales:

- Fondo Monetario Internacional (FMI).

## **Acciones estructurales emprendidas por Brasil para promover la eficiencia energética**

De acuerdo con la ley fundacional de la EPE (BRASIL, 2004), el organismo tiene las siguientes competencias, entre otras: “promover los estudios y producir las informaciones necesarias para ejecutar planes y programas de desarrollo energético que sean sostenibles y que cuiden el medio ambiente, particularmente, los de eficiencia energética”, así como “promover planes de metas que fomenten la utilización racional y conservación de la energía”.

Para hacer viable que en el futuro se puedan trazar planes de metas, que dependen directamente de un estudio que arroje luz sobre la manera de introducir las nuevas tecnologías y prácticas en los sectores consumidores, particularmente por la vía de instaurar medidas expresas, es fundamental conocer el diagnóstico actual, las perspectivas de evolución y las propuestas que defienden el uso eficiente de los distintos recursos energéticos utilizados y su adaptación a las condiciones del Brasil.

Diversos estudios ponen de manifiesto que la promoción de la eficiencia energética resultará cada vez más necesaria para atender la futura demanda de energía de Brasil y el mundo. De entre esos estudios cabe destacar, en la esfera internacional, el World Energy Outlook y el Energy Efficiency Market Report (ambos producidos por la Agencia Internacional de la Energía, IEA), el Annual Energy Outlook (elaborado por la Administración de Información sobre la Energía, Energy Information Administration, dependiente de la Secretaría de Energía de los Estados Unidos) y el Energy Efficiency Policies in the European Union (elaborado por la ODYSSEE-MURE). En el plano nacional se pueden citar el Plan Decenal de Energía (PDE), el Plan Nacional de Energía 2030 (PNE) y el Plan Nacional de Eficiencia Energética (PNEf).

La conclusión que se expone en los estudios mencionados es que la sociedad no puede prescindir de la eficiencia energética en el marco de toda estrategia energética concebida para atender la demanda de energía. La eficiencia energética constituye una contribución importante a la seguridad energética, el abaratamiento de tarifas, la competitividad de la economía y la reducción de los daños medioambientales, entre ellos, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En ese sentido, el aprovechamiento de las oportunidades de eficientización energética conlleva necesariamente que se

aplique una visión integral, tanto de las fuentes de energía como de las correspondientes instancias interesadas: el gobierno, el sector privado y la sociedad en general.

Así, en 2007 fue publicado el Plan Nacional de Energía 2030 (PNE 2030), que constituye el primer documento oficial de planificación energética integral del gobierno brasileño, en el que se fijan metas de eficiencia energética de largo plazo para el país. Cabe destacar los siguientes aspectos del PNE 2030:

- Se precisa la función de la eficiencia energética, dentro de la planificación energética integral nacional con el fin de fomentar a largo plazo el sector energético brasileño, y para ello se fijan metas de eficiencia energética;
- Se impulsa la realización de nuevos estudios en la materia;
- Se establece la necesidad de crear bases de datos con indicadores de eficiencia energética en Brasil, que permitan consolidar los datos que se poseen sobre la materia, monitorear el progreso de tales indicadores y analizar el impacto de las políticas emprendidas en dicho campo.

A raíz de los estudios del PNE 2030, se trazó el Plan Nacional de Eficiencia Energética (PNEf), publicado en 2011 y en el cual se establece un conjunto de directrices para alcanzar los valores de eficiencia energética que se fijan en el Plan. Posteriormente, la Orden No 601/2011 del Ministerio de Minas y Energía constituyó un grupo de trabajo (GT-PNEF) con la "... finalidad de proponer estrategias, elaborar un Plan de Trabajo y fijar criterios destinados a la ejecución y el acompañamiento del Plan Nacional de Eficiencia Energética...", en el cual participan instituciones tales como la EPE, el CEPEL, el CONPET, el INMETRO, la ANEEL, la ANP, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), el Ministerio de Medio Ambiente (MMA) y la Universidad Federal de Itajubá (UNIFEI), con la coordinación del Ministerio de Minas y Energía. En ese grupo, y con arreglo a la directriz que se establece en el capítulo I del PNEf, le correspondió a la EPE conducir la elaboración del plan de trabajo para crear el banco de datos y de informaciones de eficiencia energética del Brasil, en el que se recogerán, entre otros elementos, datos de indicadores, tecnologías, metodologías, estudios y programa de eficiencia energética.

En consecuencia, la EPE encauza su contribución a la planificación de la eficiencia energética del Brasil mediante acciones estructuradas conforme a estos tres pilares:

- Elaboración de bases de datos de indicadores de eficiencia energética, lo que consiste en determinar el potencial existente para generar ahorros energéticos y los costos involucrados;
- Elaboración de estrategias y acciones para promover la eficiencia energética en Brasil;
- Monitoreo de la evolución de los indicadores de eficiencia energética correspondientes a los diversos sectores, y su potencial mejora, si procede, una vez conocido el impacto de las políticas que propician la eficiencia energética.

En cumplimiento con los fines mencionados, entre otras actividades, se han emprendido estudios para determinar las medidas de eficiencia energética correspondientes a cada sector de la economía, sus costos y los mecanismos que permitirían estimular su implementación. La elaboración de las denominadas "curvas de costo del potencial de eficiencia energética" (CCP) se relaciona directamente con dicha necesidad.

Además de establecer la relación entre el potencial de los ahorros energéticos y los correspondientes costos y medidas de eficiencia energética con el fin de implementarlas, la elaboración de los indicadores y el análisis de sus tendencias permiten asimismo: i) monitorear periódicamente la evolución del potencial de ahorro energético; ii) identificar las barreras y escollos que traban la ejecución de los planes y programas de eficiencia energética; iii) concebir un conjunto de acciones de eficiencia energética; iv) comunicar y divulgar los potenciales ahorros energéticos.

Así, desde el punto de vista de la planificación energética nacional, el conocimiento y análisis de estas medidas y programas dan orientaciones a los formuladores de políticas energéticas para la elaboración de mecanismos e incentivos que fomenten las acciones promotoras de la eficiencia energética. Tal información permite también perfeccionar los métodos empleados para calcular el aporte que corresponde a la eficiencia energética a la hora de proyectar la demanda energética. A su vez, para las partes interesadas la divulgación de los datos correspondientes a las medidas de eficiencia energética puede contribuir a reducir la asimetría de la información existente en esta materia, siendo la publicación de las tendencias registradas un importante medio para poner en conocimiento de la sociedad los valores del potencial en la generación de ahorros energéticos.

Considerando, por tanto, la utilidad de este tipo de análisis, la EPE se ha puesto a la tarea de estimar las curvas de costo potencial de la eficiencia energética que sean representativas de los sectores energo-intensivos de la industria brasileña y de las edificaciones comerciales. Entre los resultados obtenidos a la fecha, cabe destacar la concepción de una metodología general de trazado de estas curvas y una metodología específica para el sector industrial, la formulación de un criterio práctico para aplicar la metodología a la realidad brasileña y, asimismo, un primer cálculo de costos de la eficiencia energética para un determinado conjunto de segmentos industriales energo-intensivos. Se ha comenzado a aplicar el instrumento de las curvas de potencial para calcular el potencial de conservación de energía del sector industrial y las conclusiones de esos estudios serán publicadas en notas técnicas posteriores.

Cabe destacar que el proyecto de estudio de las curvas de costo del potencial de las medidas de eficiencia energética es fruto de la suma de conocimientos que propicia el convenio de cooperación técnica entre la EPE y la GIZ en el contexto de los acuerdos de cooperación técnica en el campo de la energía que llevan adelante el Brasil y Alemania.

Finalmente, cabe citar también tres medidas emprendidas por la EPE de común acuerdo con la Embajada del Reino Unido: el cuadro de las políticas de eficiencia energética correspondientes a los sectores público, transportes y hogares; la concepción de un programa informático para trazar las curvas de costo del potencial de eficiencia energética; y el estudio del marco jurídico.



# I. Antecedentes sobre la eficiencia energética

## A. Políticas de eficiencia energética

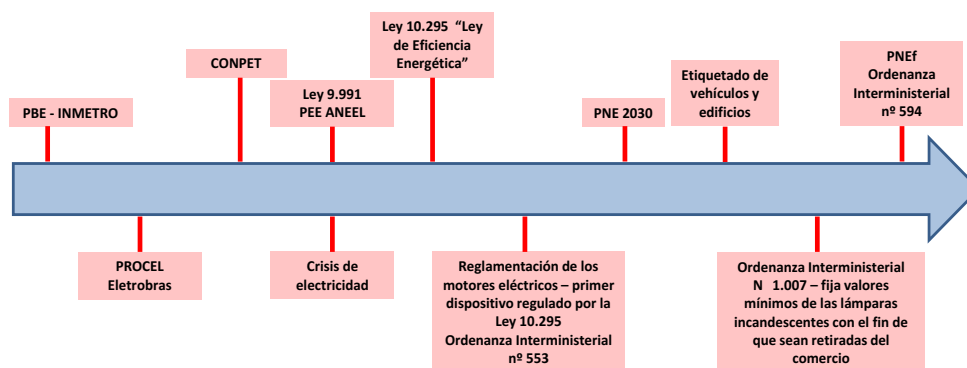
La superación de las barreras existentes para promover la eficiencia energética en el país obliga a que las diversas partes interesadas pongan en vigor un conjunto de medidas. Para alcanzar la eficacia deseada, dichas medidas deberán inscribirse en el marco general de la política nacional de eficiencia energética.

La selección de las medidas que compondrán dicho conjunto y, en particular, de las acciones y mecanismos más urgentes, es la primera y fundamental etapa para delinear un cuadro de situación y así ejecutar luego las acciones necesarias para cumplir las metas programadas de eficiencia energética.

La instauración de mecanismos y políticas de fomento de la eficiencia energética en el Brasil data de la década de 1980 (el año 1984, para ser más precisos), cuando fue lanzado el Programa Brasileño de Etiquetado (PBE). A lo largo de los años subsiguientes, se emprendieron diversas iniciativas a tal efecto.

En tal sentido, cabe señalar algunas de las principales medidas de política en el campo de la eficiencia energética emprendidas en el Brasil. En el diagrama 2 se ilustra la cronología de las políticas de eficiencia energética instauradas en el país entre 1984 y 2011. A continuación se hace una breve reseña de los principales marcos jurídicos citados.

**Diagrama 2**  
**Brasil: Principales políticas de eficiencia energética, 1984 a 2011**



Fuente: EPE (2013a).

## 1. Programa brasileño de etiquetado (PBE)

El Programa Brasileño de Etiquetado (PBE) es un programa de etiquetado, coordinado por el Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología (INMETRO), cuyo fin ha sido contribuir a racionalizar el uso de la energía en el Brasil y para ello se brindan datos de la eficiencia energética correspondiente a los aparatos electrodomésticos que se venden en el mercado nacional.

El PBE proporciona información sobre el rendimiento de los productos y para ello se examinan atributos como la eficiencia energética, el ruido y otros criterios que pueden influir en la elección del consumidor, quien así podrá decidir la compra con más elementos de juicio. El programa también fomenta la competitividad de la industria, que deberá fabricar productos cada vez más eficientes.

En la clasificación de la Etiqueta Nacional de Conservación de Energía (ENCE), que consiste en un mecanismo de difusión del rendimiento de los productos analizados en el marco del programa, se atribuye a los aparatos, vehículos y edificios un color al que corresponden letras, desde la “A” (más eficiente) hasta la “E” (menos eficiente). Además, se brindan otros datos importantes, como, por ejemplo, el consumo de combustible de los vehículos y la eficiencia de la centrifugación y del uso de agua del lavarropas. En su formato actual, el PBE consta de 38 categorías de productos y miles de modelos etiquetados.

## 2. Programa nacional de conservación de energía eléctrica (PROCEL)

El objetivo del Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica (PROCEL) es promover la racionalización de la producción y del consumo de energía eléctrica, lo cual permitirá eliminar el desperdicio de energía y reducir los costos y las inversiones sectoriales. Además de combatir las pérdidas y el derroche de energía, los objetivos del PROCEL incluyen: estimular el uso eficiente y racional de la energía eléctrica y apoyar la promulgación de leyes y reglamentos que fomenten la eficiencia energética.

Fue creada en diciembre de 1985 por los Ministerios de Minas y Energía y de Industria y Comercio, en virtud de la Ordenanza Interministerial N° 1.887, y su administración fue confiada a una Secretaría Ejecutiva subordinada a Eletrobras. El 18 de julio de 1991, el PROCEL fue transformado en programa de gobierno, con lo cual resultó ampliada su esfera de competencias y se le dotó de más atribuciones. El PROCEL posee competencias en las siguientes materias: educación, Centro Brasileño de Información de Eficiencia Energética (PROCEL Info), Selo PROCEL, inmuebles de vivienda y comerciales, edificios públicos, administración de la energía municipal, industria, saneamiento ambiental y alumbrado público y semáforos. Entre estas áreas de actuación, se destaca el Programa Nacional de Iluminación Pública e Señalización Vial Eficiente (PROCEL ReLuz), cuyo objetivo es promover el desarrollo de sistemas eficientes de iluminación pública. A través de ReLuz, Eletrobras puede llegar a financiar hasta el 75% de los proyectos relacionados con el tema (el 25% restante será financiado por la compañía eléctrica y / o la entidad federal responsable del proyecto). De acuerdo con los datos<sup>1</sup> publicados por el PROCEL<sup>2</sup>, en 2012 se lograron economizar 9.097 GWh gracias a las acciones llevadas a cabo por el Programa, lo cual corresponde a cerca del 2% de la demanda de electricidad de todo el Brasil ese año.

## 3. Programa nacional de uso racional de los derivados del petróleo y el gas natural (CONPET)

Instaurado en 1991 por decreto presidencial, el CONPET es un programa cuyo objetivo es evitar el derroche de energía y fomentar el uso racional de los recursos naturales no renovables en el país. Para ello, el programa impulsa el uso eficiente de la energía en diversos sectores, particularmente en los hogares, las industrias y los transportes, además de cumplir acciones de educación ambiental. El CONPET tiene los

<sup>1</sup> ELETROBRAS; PROCEL. “Informe de resultados del PROCEL 2013 con relación a 2012”. Rio de Janeiro, 2013.

<sup>2</sup> <http://www.eletrobras.com/procel>

siguientes fines: racionalizar el consumo de los derivados del petróleo y del gas natural, reducir la emisión de gases contaminantes en la atmósfera, promover la investigación y el progreso técnico y prestar apoyo técnico para incentivar la eficiencia energética en el uso final de la energía.

Los tres campos en los que actúa el CONPET son: eficiencia energética de aparatos y máquinas (área en la que trabaja en asociación con el PBE), educación y transportes<sup>3</sup>.

#### **4. Ley 9.991/2000**

Esta ley reglamenta la obligatoriedad de invertir en la investigación y desarrollo y en eficiencia energética, y es vigente para las empresas concesionarias, permisionarias y autorizadas del ramo de la energía eléctrica.

De acuerdo con la ley, las distribuidoras deben dotar los programas de eficiencia energética con un porcentaje mínimo del beneficio neto, que será del 0,5% hasta 2015, y de dicha cantidad el 60% se destinará a la franja de población de bajos ingresos.

La Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL) informa que en el Programa de Eficiencia Energética de las Concesionarias de Distribución de Energía Eléctrica (PEE), se contabilizan más de 3.000 millones de reales en inversiones ya realizadas o en fase de ejecución<sup>4</sup>. Gracias al PEE, se logró economizar 3.930 GWh en 2012, habiendo 1.148 proyectos por tipología.

#### **5. Programa de eficiencia energética de la ANEEL (PEE)**

Como consecuencia de la Ley 9.991/2000, con el PEE se pretende fomentar el uso racional de la energía eléctrica con el fin de transformar el mercado de eficiencia energética del sector eléctrico. Para ello los proyectos del PEE deben adecuarse a tal mercado y es preciso, además, acreditar la viabilidad económica de las acciones encaminadas a mejorar la eficiencia.

Además de la sustitución de aparatos, como es lógico, las acciones y proyectos tienen por objeto actividades de capacitación y educación, proyectos de administración de la energía, los proyectos especiales que se establecen en el PROPEE<sup>5</sup>, y asimismo la propia evaluación y divulgación del PEE.

En fechas recientes, la ANEEL ha estado trabajando para que se dediquen una mayor cantidad de recursos y proyectos a las materias prioritarias y, como consecuencia, para que el PEE pueda cumplir debidamente el objetivo de transformar el mercado.

#### **6. Ley 10.295/2001 (Ley de Eficiencia Energética)**

Esta ley dispone el establecimiento de valores máximos de consumo específico de energía, o mínimos de eficiencia energética, de las máquinas y aparatos consumidores de energía que se fabrican y venden en el país, con referencia a los correspondientes indicadores técnicos. Dichos valores máximos y mínimos se fijan atendiendo a criterios de viabilidad técnica y económica, con cuyo fin se tiene en cuenta la vida útil de las máquinas y los aparatos que gastan energía.

En lo que respecta a la reglamentación de los aparatos, entre otras funciones, corresponde al CGIEE (Comité Administrador de Indicadores de Eficiencia Energética) establecer el plan de trabajo con el fin de dar ejecución a la Ley N° 10.295/2001 y redactar las normas propias para cada tipo de aparato y máquina que gasta energía, así como establecer el programa de metas indicando la evolución de los valores que debe cumplir cada aparato reglamentado (Ministerio de Minas y Energía, 2014). En el cuadro 1 se enumeran los aparatos que ya han sido reglamentados en virtud de ordenanzas interministeriales.

<sup>3</sup> <http://www.conpet.gov.br>

<sup>4</sup> Datos comunicados por Máximo Luiz Pompermyer, Superintendente de Investigación y Desarrollo y Eficiencia Energética de la ANEEL, al Décimo Congreso Brasileño de Eficiencia Energética (COBEE), reunido en julio de 2013.

<sup>5</sup> Procedimientos del Programa de Eficiencia Energética.



**Cuadro 1**  
**Brasil: Disposiciones reglamentarias de la Ley de Eficiencia Energética**

Legislación específica	Aparatos y máquinas reglamentados
Ordenanzas interministeriales N° 553/2005 y N° 238/2009	Motores eléctricos trifásicos de inducción con rotor del tipo de jaula de ardilla
Ordenanzas interministeriales N° 132/2006 y N° 1.008/2010	Lámparas fluorescentes compactas
Ordenanzas interministeriales N° 362/2007 y N° 326/2011	Refrigeradores y congeladores
Ordenanzas interministeriales N° 363/2007 y N° 325/2011	Cocinas y cocinas a gas
Ordenanzas interministeriales N° 364/2007, N° 323/2011 y N° 324/2011	Aparatos de acondicionamiento de aire
Ordenanza Interministerial N° 298/2008	Calentadores de agua y de gas
Ordenanza Interministerial N° 959/2010	Reactancias electromagnéticas para lámparas de vapor de sodio de alta presión y de vapor metálico (halógeno)
Ordenanza Interministerial N° 1.007/2010	Lámparas incandescentes

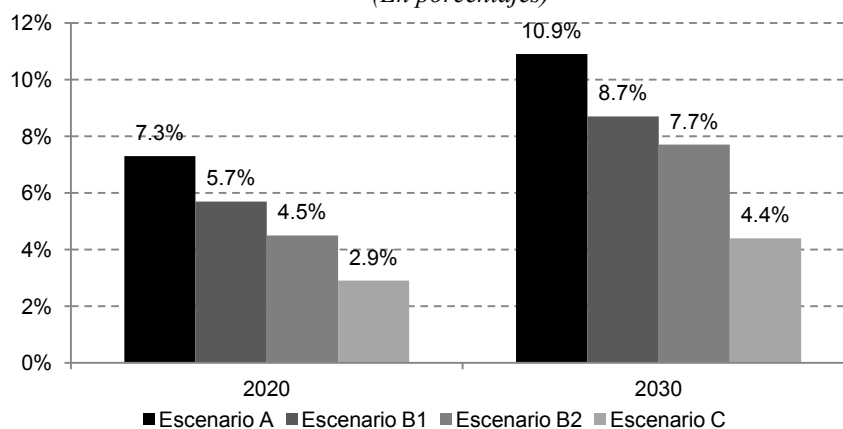
Fuente: Brasil (2005, 2006, 2007a, 2007b, 2007c, 2008, 2009, 2010a, 2010b, 2010c, 2011a, 2011b, 2011c, 2011d).

## 7. Plan nacional de energía 2030 (PNE)

El Plan Nacional de Energía 2030 (PNE 2030) constituye el primer documento oficial de planificación energética integral promulgado por el gobierno brasileño, en el cual se fijan metas de eficiencia energética de largo plazo para el país<sup>6</sup>.

En dicho documento se establecen y cuantifican cuatro hipótesis de demanda de energía, así como la respectiva contribución de la eficiencia energética a cada una de ellas (véase el gráfico 1 y el cuadro 2). La diferencia entre dichas cuatro hipótesis radica en la medida en que el país podrá superar los problemas que se presentan en los planos económico, político y social correspondientes a cada hipótesis. A su vez, a cada hipótesis económica corresponde una tasa de crecimiento económico distinta, que oscila del valor menor (hipótesis C) al valor mayor (hipótesis A).

**Gráfico 1**  
**Brasil: cuota correspondiente a la mejora de la eficiencia energética en las hipótesis de demanda de energía del PNE 2030, 2020-2030**  
(En porcentajes)



Fuente: EPE (2007).

Nota: Se computa la totalidad de la energía, o sea, la electricidad y los combustibles. El porcentaje indica una reducción en relación con el consumo de energía total como consecuencia de la mejora de la eficiencia energética en lo que respecta a los sectores agropecuario, edificios públicos y comerciales, transportes, industrial y hogares.

<sup>6</sup> Está publicado en el sitio [www.epe.gov.br/pne](http://www.epe.gov.br/pne).

Cabe resaltar que las cifras que se exponen en el gráfico anterior corresponden a la contribución aproximada del segmento denominado “mejora autónoma”, o sea, la mejora que se atribuye a la penetración de las medidas de eficiencia energética que proceden de la dinámica natural de renovación de los aparatos existentes, impulsadas por los hábitos de consumo establecidos, o explicadas por el efecto de las políticas vigentes.

**Cuadro 2**  
**Brasil: eficiencia energética por sector, mejora autónoma**

Porcentaje del consumo final	2020	2030
Hipótesis A	7,3	10,9
Agropecuario	5,8	10,1
Edificios públicos y comerciales	8,0	8,0
Transportes	7,1	13,1
Industria	7,9	10,7
Hogares	6,7	8,0
Hipótesis B1	5,7	8,7
Agropecuario	3,3	6,0
Edificios públicos y comerciales	5,1	5,8
Transportes	6,9	12,1
Industria	5,8	7,9
Hogares	3,4	4,1
Hipótesis B2	4,5	7,7
Agropecuario	2,6	4,6
Edificios públicos y comerciales	4,3	4,7
Transportes	6,6	12,0
Industria	3,8	6,0
Hogares	3,3	3,9
Hipótesis C	2,9	4,4
Agropecuario	1,2	2,0
Edificios públicos y comerciales	2,9	3,3
Transportes	3,5	5,9
Industria	3,0	4,2
Hogares	2,5	3,4

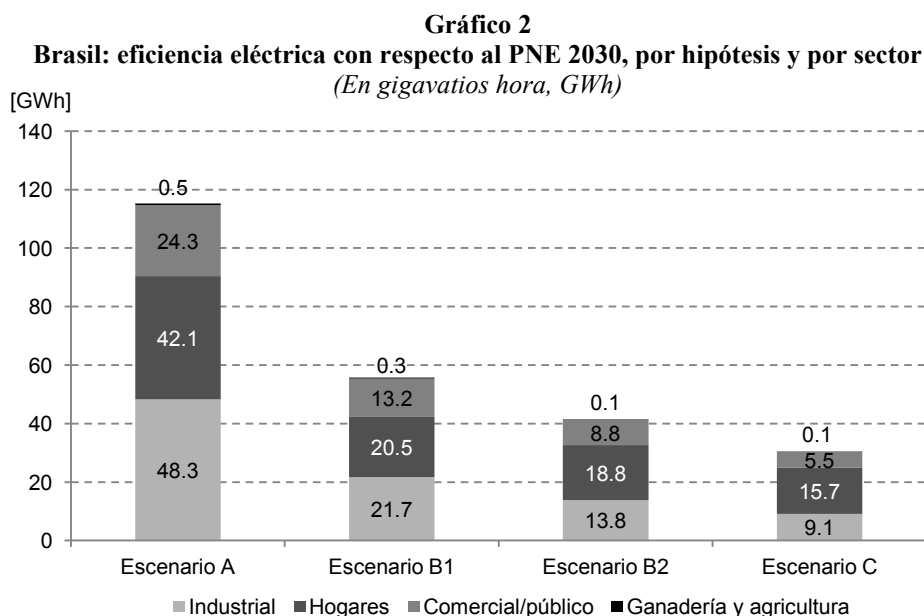
Fuente: EPE (2007).

En lo que respecta a la energía eléctrica en particular, el PNE 2030 establece metas complementarias de eficiencia energética, para lo cual se disponen acciones complementarias denominadas “mejora inducida” de la eficiencia energética. Con dichas acciones se busca contribuir a vencer las diversas barreras (económicas, políticas, tecnológicas, entre otras) que retrasan la penetración de las medidas de eficiencia energética en la sociedad.

Según el PNE 2030, dichas acciones complementarias que se ejecuten en el plazo del estudio aportarían el 5,3% de la demanda total de electricidad de Brasil en 2030. En efecto, considerando

también el aporte de la denominada “mejora autónoma”, la meta de conservación total de electricidad a largo plazo se cifra en aproximadamente el 10% en 2030.

En el gráfico 2 se expone la mejora de la eficiencia eléctrica proyectada por el PNE 2030. En las cuatro hipótesis (A, B1, B2 y C) se representan las cifras correspondientes a los segmentos industrial, hogares, edificios públicos y comerciales, y agropecuario.



## 8. Ordenanza interministerial N° 1.007/2010 (MME, MCTI, MDIC)

La citada ordenanza interministerial establece los valores mínimos de eficiencia energética de las lámparas incandescentes y fija marcos jurídicos, según la potencia de dichas lámparas, con el fin de prohibir el comercio de las lámparas de ese tipo que no cumplan los valores mínimos de eficiencia energética que dispone la Orden. En esa cronología, las primeras cuyos índices mínimos han sido reglamentados son las de mayor potencia (30/6/2012), mientras que para las de menor potencia, el plazo establecido para el cumplimiento de esos índices es 30/6/2016. La cronología general figura en los cuadros 3 y 4.

**Cuadro 3**  
**Brasil: cronología de los valores mínimos de eficiencia energética que deben cumplir las lámparas incandescentes de 127 v de fabricación nacional e importada**

Potencia (en W)	Lámparas incandescentes para el hogar de 127 V y 750 horas				
	Eficiencia mínima (en lm/W)				
	30/6/2012	30/6/2013	30/6/2014	30/6/2015	30/6/2016
Superior a 150	20,0	24,0			
De 101 a 150	19,0	23,0			
De 76 a 100		17,0	22,0		
De 61 a 75		16,0	21,0		
De 41 a 60			15,5	20,0	
De 26 a 40				14,0	19,0
Inferior a 25				11,0	15,0

Fuente: Brasil (2010b).

**Cuadro 4**  
**Brasil: cronología de los valores mínimos de eficiencia energética que deben cumplir las lámparas incandescentes de 220 V de fabricación nacional e importadas**

Potencia (en W)	Lámparas incandescentes para el hogar de 220 V y 1.000 horas				
	Eficiencia mínima (en lm/W)				
	30/6/2012	30/6/2013	30/6/2014	30/6/2015	30/6/2016
Superior a 150	18,0	22,0			
De 101 a 150	17,0	21,0			
De 76 a 100		14,0	20,0		
De 61 a 75		14,0	19,0		
De 41 a 60			13,0	18,0	
De 26 a 40				11,0	16,0
Inferior a 25				10,0	15,0

Fuente: Brasil (2010b).

## 9. Plan nacional de eficiencia energética (PNEf)

El Plan Nacional de Eficiencia Energética (PNEf) fue publicado en 2011 con el fin de promover acciones estructuradas para cumplir las metas de eficiencia energética de largo plazo. A su vez, dicho conjunto de acciones tiene por objeto determinar los instrumentos correspondientes de acción y captación de recursos, razón por la cual la ejecución de tales acciones hace necesaria la labor coordinada de los diversos sectores de la sociedad, como los representantes de los estamentos de la Administración pública (municipal, estatal y federal), las empresas y la sociedad en general.

Cabe destacar que, aunque la meta de eficiencia energética fijada en el PNEf se refiera explícitamente sólo a la electricidad (aproximadamente el 10% de reducción del consumo en 2030), el conjunto de directrices y premisas del Plan no se restringe a dicho recurso energético, sino que comprenden también la eficientización del uso de los combustibles. Por ejemplo, está incluido el sector del transporte, cuya demanda de energía se compone mayormente de combustibles líquidos.

Entre los mecanismos que aplicará el gobierno brasileño para cumplir las señaladas metas en cada segmento de consumo, cabe destacar, entre otros, los incentivos legales o económicos, las campañas nacionales y el establecimiento de valores mínimos de rendimiento.

## 10. Programa de apoyo a proyectos de eficiencia energética (PROESCO)

A partir del 2006, el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) de Brasil creó una línea de financiación centrada en intervenciones que demuestren una contribución al ahorro de energía, aumentar la eficiencia global del sistema energético o promover la sustitución de combustibles fósiles por fuentes renovables.

Tanto las empresas de servicios de conservación de energía (ESCOs), los usuarios finales y las empresas encargadas de la generación, transmisión y distribución de la energía, pueden solicitar estas líneas de crédito, cuya acción se centra en incluir categorías vinculadas a la iluminación, los motores, la optimización de procesos, la calefacción, la refrigeración y otros. Los productos que son financiados por PROESCO incluyen estudios y formulación de proyectos; obras e instalaciones; maquinaria y equipamiento; servicios técnicos especializados; y sistemas de información, monitoreo, control y fiscalización.

## **11. Plan de acción conjunta Inova energía**

Consiste en una iniciativa conjunta entre el BNDES, ANEEL y la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP) con el fin de coordinar las acciones de desarrollo para la innovación en el sector energético. Hay tres líneas temáticas en el plan: redes inteligentes (smart grids) y transmisión de ultra-alta tensión; generación de energía a partir de fuentes alternativas; vehículos híbridos y eficiencia energética vehicular. Hasta el 90% del valor total del proyecto puede ser financiado a través de Inova Energía.

## **12. Política nacional de cambio climático (PNCC)**

Establecida por la Ley N° 12.187 de 2009, la PNCC formaliza el compromiso voluntario de Brasil ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, de promover la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero entre el 36,1% y el 38,9 % de las emisiones previstas para el año 2020. Conforme Decreto N° 7390, que regula la PNCC para lograr el compromiso, las acciones que se llevarán a cabo tienen como objetivo reducir entre 1.168 y 1.259 millones de toneladas equivalentes de dióxido de carbono. El decreto menciona medidas como la ampliación de la oferta hidroeléctrica, fuentes alternativas renovables (especialmente parques eólicos), pequeñas centrales hidroeléctricas y la bio-electricidad, los biocombustibles y el aumento de la eficiencia energética para lograr esta reducción de emisiones.

## **13. Fondo nacional para el cambio climático**

Entre los instrumentos de la PNCC, cabe señalar el Fondo Nacional para el Cambio Climático. El fondo tiene como objetivo financiar proyectos, estudios y proyectos dirigidos a la mitigación del cambio climático y la adaptación a sus efectos. El Fondo Nacional para el Cambio Climático depende del Ministerio de Medio Ambiente (MMA) y ofrece dos fuentes de recursos: reembolsables (donde los recursos son administrados por BNDES) y no reembolsables (donde los recursos son operados por MMA en sí). Algunos de los subprogramas del Fondo son especialmente relevantes para el tema de la eficiencia energética e incluyen cuestiones vinculadas a la movilidad urbana y el uso maquinaria y equipos eficientes.

## **14. Programa Inovar-Auto**

La Ley 12.715 / 2012 creó el Programa de Incentivos a la Innovación Tecnológica y densificación de la Cadena Productiva de Vehículos Motorizados (Inovar-Auto), con el fin de apoyar el desarrollo de tecnología, innovación, seguridad y protección del medio ambiente, eficiencia energética y la calidad de los automóviles, camiones, autobuses y piezas de automóviles. El principal compromiso del programa es lograr niveles mínimos de eficiencia energética para todos los vehículos vendidos en el país.

Entre sus condiciones, Inovar-Auto hace hincapié en la obligación de adherirse al PBE y establece una meta máxima de consumo de energía, expresado en megajulios consumidos por kilómetro (equivalente a una meta mínima de autonomía, dada en kilómetros por litro de combustible utilizado). La meta mínima de autonomía para establecido por Inovar-Auto, la cual el fabricante de automóviles debe cumplir a octubre de 2017, es de 15,93 kilómetros/l para los automóviles livianos a gasolina; 11,04 kilómetros/l para autos a etanol (el vehículo de referencia en 2011, fue de 14 km/l de gasolina y 9,71 kilómetros/ l de etanol). Las empresas que participan en la Inova-Auto tiene derecho a exenciones impositivas y a beneficios adicionales para aquellos que superan los objetivos de eficiencia energética para su calificación (1 o 2 puntos porcentuales de exención adicional del Impuesto Selectivo al Consumo, dependiendo de cuánto fue la meta superada).

## **15. Plan nacional de logística y transporte (PNLT)**

El plan tiene como objetivo promover la planificación en el ámbito del transporte y la logística, analizando los costos involucrados en toda la cadena de transporte (desde los orígenes a los destinos), la sostenibilidad medioambiental, reducción de las desigualdades regionales, el desarrollo sostenible fruto del uso adecuado de los modos de transporte ferroviario y fluvial para el transporte de carga, etc.

La meta del PNLT consiste en que, para el 2031, la matriz de transporte tenga la siguiente distribución: por carretera, 38%; ferrocarril, 43%; navegable, 6%; oleoductos 4% y 9% transporte de cabotaje. El mayor uso de los modos más eficientes (especialmente ferroviario y fluvial-marítimo) reduciría el consumo de combustible en el sector del transporte y, en consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas derivadas de las acciones del PNLT se estimarían en 42 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

## **16. Sello casa azul**

El Sello Casa Azul de la Caja de Ahorros Federal (CAIXA) es una calificación ambiental voluntaria de proyectos de vivienda financiados por la CAIXA, cuya misión es la de reconocer a aquellos emprendimientos que adoptan soluciones eficientes en la construcción, uso, ocupación y el mantenimiento de los edificios, además del uso racional de los recursos naturales y la mejora de la calidad de la vivienda y su entorno.

La CAIXA estableció 53 criterios de evaluación divididos en seis categorías: calidad urbana, diseño y confort, eficiencia energética, conservación de los recursos materiales, gestión del agua y prácticas sociales. Hay diferentes niveles en los que el sello se puede entregar (bronce, plata y oro), de acuerdo con el desempeño de la empresa respectiva.

En cuanto a la categoría de eficiencia energética, el objetivo es evaluar los aspectos relevantes para reducir el consumo de gas natural y electricidad en los proyectos, además de enfocarse en el uso de equipos más eficientes. Esta categoría se subdivide en ocho criterios de evaluación que incluyen lámparas de bajo consumo, sistemas de calefacción solar, calefacción a gas, electrodomésticos eficientes, fuentes alternativas de energía y otros.

## **17. Minha casa minha vida**

Este es un programa habitacional del gobierno federal para la contratación de unidades de vivienda priorizando a las familias de bajos ingresos. En el área de energía, debemos destacar el hecho de que los hogares del programa sustituyen a la ducha eléctrica con un sistema solar para calentar el agua, lo que reduce el consumo de electricidad en las casas, especialmente en las horas punta.

## **18. PAC 2 movilidad grandes ciudades**

El programa PAC 2 Movilidad Grandes Ciudades tiene como objetivo capacitar y desplegar sistemas estructurales de transporte público, con el objetivo de aumentar la capacidad y promover la integración intermodal y el sistema de movilidad física y de tarifas en los centros urbanos. Esto, a través de incentivos para el transporte público y programas de promoción de la eficiencia en desplazamientos urbanos.

## **19. Política nacional de movilidad urbana**

La Política Nacional de Movilidad Urbana tiene como objetivo integrar los diferentes modos de transporte y mejorar la accesibilidad y la movilidad de las personas y mercancías. Uno de los aspectos más destacados de la política es la figura del Plan de Movilidad Urbana, un instrumento que debe ser elaborado por los municipios con más de 20.000 habitantes y que se integra en el plan maestro municipal.

## **20. Planes de gestión logística sostenible (PLS)**

Los planes de gestión logística sostenible fueron creados por el Decreto N° 7746 de 2012. Los PLS son herramientas de planificación que permiten a los organismos o entidades de la administración pública establecer prácticas de sostenibilidad y racionalización del gasto y procesos. Corresponde a la administración pública federal, organismos y fundaciones autónomas, así como las empresas estatales dependientes, desarrollar sus programas.

Con el fin de estandarizar el contenido de dichos planes, el Departamento de Logística y Tecnología de la Información del Ministerio de Planificación y Presupuesto publicó la Instrucción Normativa N° 10, que establece normas y directrices para la preparación de PLS. La instrucción establece que cada PLS deben contener las prácticas de sostenibilidad y uso racional de los materiales y servicios, entre los que se incluyen el área de energía, por lo que se promueve el diagnóstico de la situación de las instalaciones eléctricas y se proponen los cambios necesarios para reducir y monitorear el consumo de energía y promover campañas de sensibilización.

Además de las medidas ya presentadas, la Tabla 5 presenta algunas de las principales políticas actuales en Brasil para abordar el tema de la eficiencia energética en algunos de sus aspectos. Las políticas se dividen en transversales, cuando tienen impacto en los diferentes sectores económicos y energéticos, y sectoriales (si afectan a sectores específicos). Es importante destacar que no todas las políticas contenidas en la Tabla 5 abordan específicamente el tema de la eficiencia energética, pero sí pueden influir en él. Un ejemplo es el Minha Casa Minha Vida, que se centra en temas habitacionales, pero al promover el uso de calentadores solares, reduce efectivamente el consumo de energía eléctrica del sector residencial.

**Cuadro 5**  
**Políticas que impactan en la eficiencia energética**

Política	Breve descripción / objetivos
<b>Transversales</b>	
Plan Nacional de Eficiencia Energética (PNEf)	El PNEf busca orientar las acciones que se implementarán con el fin de alcanzar las metas de ahorro de energía en el contexto de la planificación energética nacional. El objetivo adoptado por PNEf es la reducción del 10% (106.623 GWh) de consumo de electricidad al 2030.
Programa Brasileño de Etiquetado (PBE)	PBE es un programa de etiquetado de rendimiento, con el fin de contribuir al uso racional de la energía en Brasil, proporcionando información sobre la eficiencia energética de los equipos disponibles en el mercado nacional. La Etiqueta Nacional de Conservación de Energía (ENCE) clasifica equipos, vehículos y edificios en bandas de colores, por lo general de "A" (más eficiente) a "E" (menos eficiente).
Programa Nacional de Conservación de la Energía Eléctrica (PROCEL)	Sus objetivos son luchar contra el despilfarro de energía, promover el uso eficiente y racional de la electricidad y fomentar y apoyar el desarrollo de leyes y reglamentos para las prácticas de eficiencia energética dirigidas. PROCEL opera en las áreas de: Educación, Centro Brasileño de Información de Eficiencia Energética (Procel Info), Procel, Edificios, Edificios Públicos, Gestión Municipal de la Energía, Industria y RELUZ Sanear. Los resultados obtenidos en 2012 fueron 9.097GWh de energía ahorrada, que es equivalente a una planta de energía de 2.182 MW.
Sello PROCEL	El Sello Procel tiene como objetivo orientar a los consumidores en la compra de dispositivos, indicando los productos con los mejores niveles de eficiencia energética dentro de cada categoría. Los productos premiados con el Procel se caracterizan por la banda "A".
RELUZ	Implementar proyectos de eficiencia energética en el alumbrado y semáforos públicos.
Programa Nacional para uso racional de derivados del petróleo y gas natural (CONPET)	Los objetivos del CONPET son racionalizar el consumo de petróleo y gas natural; reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera; promover la investigación y el desarrollo tecnológico; y prestar apoyo técnico para incrementar la eficiencia energética en el uso final de la energía. Su desempeño abarca las áreas: Eficiencia Energética en equipamiento, educación y transporte.
Programa de Eficiencia Energética de las Empresas de Distribución - PEE.	Las empresas de distribución deben aplicar un porcentaje mínimo del margen de explotación (NOI) en programas de eficiencia energética. El valor es de 0,5% en 2015, de los cuales el 60% se debe centrar en la población de bajos ingresos.
PROESCO	El objetivo de PROESCO es apoyar proyectos de eficiencia energética en el país. PROESCO cubre las áreas de iluminación, motores, optimización de procesos, el aire, bombeo, aire acondicionado y comprimido, ventilación, refrigeración y enfriamiento, la producción y distribución de vapor, calefacción, automatización y control, distribución de energía y la gestión de la energía.

Cuadro 5 (continuación)

Política	Breve descripción / objetivos
Política Nacional para el Cambio Climático – PNMC	El PNCC formaliza el compromiso voluntario de Brasil ante el Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero entre el 36,1% y el 38,9% de las emisiones previstas para el año 2020. Incluye esfuerzos orientados a la eficiencia energética y el ahorro de energía como una forma de reducir el consumo, evitando la generación adicional y disminuyendo la emisión de gases de efecto invernadero.
Programa Tecnológico para la Mitigación del Cambio Climático - Proclima	Creado en 2007 por Petrobras. El objetivo de la iniciativa es proporcionar soluciones tecnológicas para reducir la intensidad de los gases de efecto invernadero (GEI) en sus procesos y productos, con el fin de garantizar la sostenibilidad de su negocio y contribuir a la mitigación del cambio climático global.
Programa Fondo Clima – BNDES	Apoyar la implementación de los proyectos, la adquisición de maquinaria y equipo y el desarrollo tecnológico relacionado con la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y la adaptación al cambio climático y sus efectos.
PAC2 Movilidad Grandes Ciudades	El objetivo es el reacondicionar y desplegar sistemas estructurales de transporte público, con el objetivo de aumentar la capacidad y la promoción de la integración intermodal, sistema de movilidad física y de tarifas en los centros urbanos.
Compras Públicas Sustentables	Medidas para la Administración Pública Federal para adquirir equipos con Procel o nivel de etiqueta "A" en el PBE.
Ley de eficiencia energética	Establece los niveles máximos de consumo específico de energía o eficiencia energética mínima de las máquinas y equipos fabricados o comercializados en el país y que consuman energía, de acuerdo con indicadores técnicos pertinentes.
Plan Inova Energía	El plan abarca cuatro líneas de innovación: redes inteligentes que distribuyen la energía de manera más eficiente; mejora en la transmisión de alta tensión a larga distancia; energías alternativas como la solar y solar térmica; y el desarrollo de dispositivos eficientes para los vehículos eléctricos, que pueden contribuir a la reducción de las emisiones contaminantes en las ciudades.
Régimen Especial de Incentivos para o Desarrollo de la Infraestructura – REIDI	Los beneficiarios del REIDI son personas jurídicas que tienen aprobados proyectos para la ejecución de obras de infraestructura en el transporte, puertos, energía, saneamiento y riego. El régimen especial otorga la exención del requisito de PIS / PASEP y COFINS sobre las adquisiciones e importaciones de bienes y servicios relacionados con el proyecto de infraestructura aprobado a ser realizado en el período de cinco años desde la fecha de la licencia.
Planes de Gestión Logística Sustentable	Son una herramienta que permite a los organismos o entidades establecer prácticas de sostenibilidad y racionalización del gasto y procesos en la administración pública.
Transportes	
Programa de control de la contaminación de vehículos automotores (PROCONVE)	Reducir y controlar la contaminación del aire de fuentes móviles (vehículos motorizados), estableciendo de límites de tiempo, límites máximos de emisiones y fijando requisitos tecnológicos para los vehículos motorizados nacionales e importados.
Etiquetado de vehículos livianos (PBEV)	Siguiendo el modelo de la EBP, la etiqueta tiene la finalidad de informar a los consumidores el nivel de eficiencia energética de los productos adquiridos.
PNLT - Plan Nacional de Logística y Transporte	El plan tiene como objetivo rescatar la planificación y considerar los aspectos logísticos, los costos involucrados en toda la cadena de transporte desde los orígenes a los destinos, la sostenibilidad y el medio ambiente, reducir las desigualdades regionales, el desarrollo sostenible de la inducción y el uso adecuado de las modalidades de ferrocarril y vías navegables en el transporte de cargas.
Reducción del IPI de vehículos flex y a gasolina de hasta 1.000 cc de cilindrada	La medida tiene como objetivo estimular la producción y venta de los vehículos que consumen menos combustible.



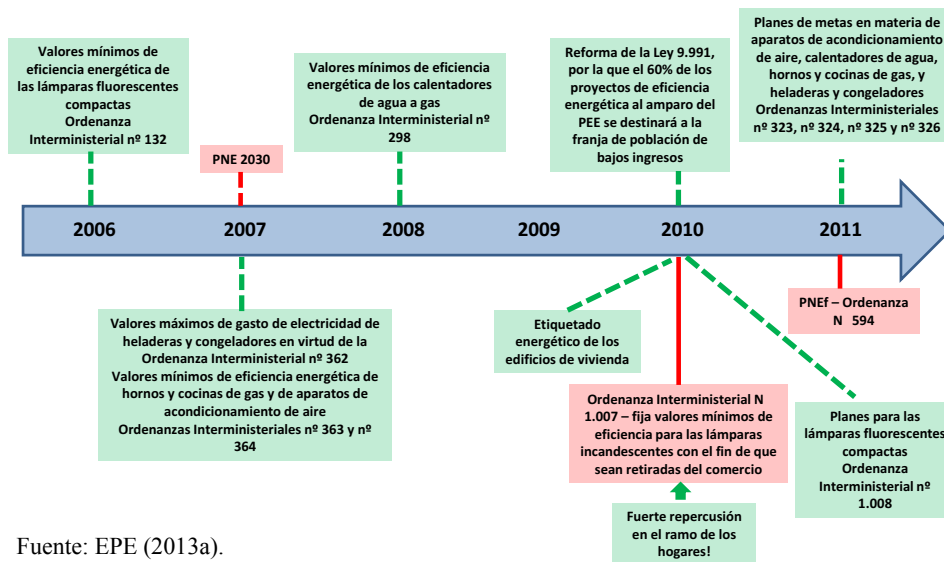
Cuadro 5 (conclusión)

Política	Breve descripción / objetivos
Innovar-Auto	Política industrial cuyo objetivo es incrementar la competitividad, eficiencia, tecnología y seguridad de los automóviles producidos y vendidos en Brasil. La meta de eficiencia es de 17,26 kilómetros / l (gasolina) y 11,96 kilómetros / l (etanol).
PNMU - Política Nacional de Movilidad Urbana	Su objetivo es integrar los diferentes modos de transporte y la mejorar la accesibilidad y la movilidad de personas y bienes a nivel municipal.
Industria (incluye industrias productoras de energía)	
Incentivo a la I+D en la industria	Por ley, Petrobras tiene ventajas fiscales para apoyar a proyectos de investigación y desarrollo (I + D), que cuentan con el 0,5% de los ingresos brutos de la empresa.
Programa de Ajustes para la Reducción en la Quema de Gas Natural - ANP	El Programa de Ajuste para la Reducción de la Quema de Gas Natural (Parq), es un requisito que se implementó en 2010 por la ANP.
Programa de Aumento de la Eficiencia Operacional (PROEF) – Petrobras	Tiene por objeto aumentar la confiabilidad en la entrega de petróleo mediante la mejora de los antiguos niveles de eficiencia e integridad de los sistemas de producción de la Bacia de Campos minimizando.
Programa Interno de Eficiencia Energética – Petrobras	Petrobras cuenta con 38 Comisiones Internas de Conservación de Energía, desarrolla e implementa proyectos de mejora de la eficiencia energética para reducir el consumo de electricidad y combustible en sus unidades.
Programa de Optimización de la Infraestructura Logística (InfraLog) – Petrobras	Planificación integrada, supervisión y gestión de proyectos y acciones para satisfacer las necesidades de infraestructura logística de Petrobras 2020.
Edificaciones	
Ley de prohibición de las lámparas incandescentes	Prohibición gradual de uso de bombillas incandescentes por rango de potencia por el MME / MCTI y MDIC, No 1007/2010.Nº
Etiquetado de Edificaciones Comerciales, Públicos y Residenciales	La etiqueta tiene la finalidad de informar a los consumidores el nivel de eficiencia energética de los productos comprados.
Programa Mi Casa Mi Vida (calefacción solar)	Es un programa para la contratación de unidades de vivienda con prioridad en las familias de bajos ingresos. Su objetivo ha sido llegar a 2 millones de hogares para el año 2014. En el programa residencial, un sistema de calentamiento solar de agua sustituye a la ducha eléctrica, lo que reduce el consumo de electricidad de las casas y lo convierte en un aliado importante en la reducción del consumo de electricidad.
Sello Caja Azul (construcción sustentable)	Programa de construcción sostenible. El Sello Casa tiene como objetivo reconocer y estimular los proyectos que demuestren su contribución a la reducción de los impactos ambientales.
Agricultura	
Política Nacional de Irrigación	Incentivos a la utilización de equipamiento para el uso eficiente del agua y la modernización e implementación de herramientas para apoyar los sistemas de riego.
Programa de Incentivo a la Irrigación y al Almacenamiento - Moderinfra	Apoyar el desarrollo de la agricultura de regadío sostenible, económico y ambiental, para minimizar el riesgo en la producción y aumentar la oferta de productos agrícolas.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, además de los marcos jurídicos descritos anteriormente, cabe destacar otras acciones de eficiencia energética más recientes, que se ilustran en el diagrama 3. En particular, es notable la intensificación de la adopción de medidas reglamentarias para fomentar la eficiencia energética en Brasil, en el período comprendido entre 2006 y 2011, especialmente en el sector residencial.

**Diagrama 3**  
**Brasil: cronología de las últimas políticas de eficiencia energética promulgadas, 2006-2011**



Fuente: EPE (2013a).

## B. Condiciones económicas del país y oferta de energía

El mapa 1 muestra las condiciones demográficas, económicas, geográficas y políticas del territorio brasileño. Son datos generales cuyo fin es ubicar rápidamente al país para comprender mejor los conceptos que se verterán en los capítulos posteriores del presente documento.

La intensidad energética de la economía brasileña registró un ligero ascenso entre 1990 y 2010, a raíz de lo cual el valor de la elasticidad ingreso de la demanda se situó en 1,0 (um) en las dos décadas pasadas. En dicho período, el PIB (en valores constantes de 2000) pasó de 922.400.000.000 reales en 1990 a 1.682.200.000.000 reales en 2010 (aumento de 82,4% en veinte años).

**Mapa 1**  
**Brasil: mapa geopolítico, económico y demográfico**



**Geografía:**  
 Superficie: 8.514.577 km<sup>2</sup> (el quinto país del mundo)  
 26 estados y un Distrito Federal  
 Capital: Brasilia  
 Fronteras terrestres: 16.885 km  
 Costas: 7.491 km

**Demografía:**  
 Población: 200.137.588 a 31/12/2012 (la quinta del mundo)  
 Tasa de crecimiento: +0,9% en 2012  
 Esperanza de vida al nacer: 73 años  
 0,98 varones por mujer

**Economía:**  
 Divisa: Real [R\$]  
 Tasa de cambio: 1 dólar = 2,20 reales  
 PIB en 2012: 4 billones de reales (2,252 billones de dólares)  
 PIB per cápita: 11.770 dólares  
 Población que vive en la miseria: 4,2%  
 Mano de obra: 106,3 millones  
 Tasa de desocupación: 5,5%  
 Coeficiente de Gini en 2012: 51,9

Fuente: EPE (2013a).

Nota: Los límites y los nombres que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

El cuadro 6 ilustra el crecimiento del producto interno bruto nacional en cinco períodos diferentes: 1990-1995, 1995-1999, 1999-2001, 2001-2008, y 2008-2012. Cabe resaltar que las cifras fueron ajustadas tomando como referencia el año 2000. Se puede observar también el aumento porcentual medio en cada intervalo observado, lo cual permite constatar que la década de 2000 es la que registra el mejor resultado.

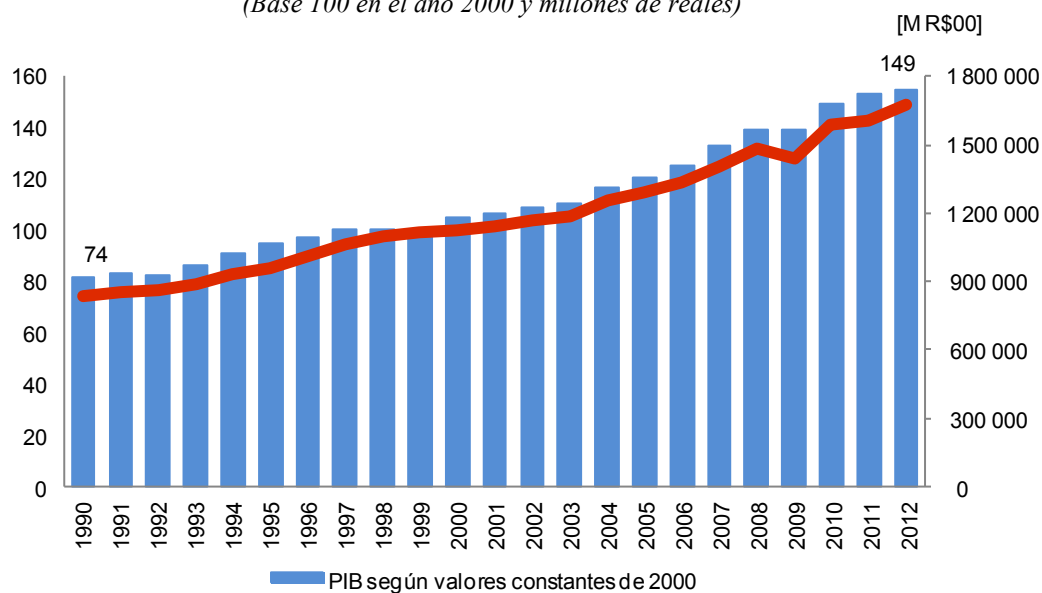
Por otro lado, la oferta de energía prácticamente se duplicó, pues fijando en 100 el valor de 1990 con el número-índice 100, ese valor ascendió a 189 en 2010. Dicha evolución se ilustra en el gráfico 3. Sin embargo, tal comportamiento no fue homogéneo a lo largo de todo el período, lo cual se puede constatar en el gráfico 5. Además, el período de 1990-2012 se puede descomponer en cinco momentos: 1990-1995, 1995-1999, 1999-2001, 2001-2008 y 2008-2012.

**Cuadro 6**  
**Brasil: producto interno bruto**

[En reales de 2000]	1990-1995	1995-1999	1999-2001	2001-2008	2008-2012
Variación en valor absoluto	145.385	63.041	64.182	374.560	176.468
Variación media anual	+3,0%	+1,5%	+2,8%	+4,0%	+2,7%
Valor agregado de la industria	40.317	1.781	11.301	77.408	18.017
Variación media anual de la industria	+3,3%	+0,2%	+2,1%	+3,5%	+1,2%

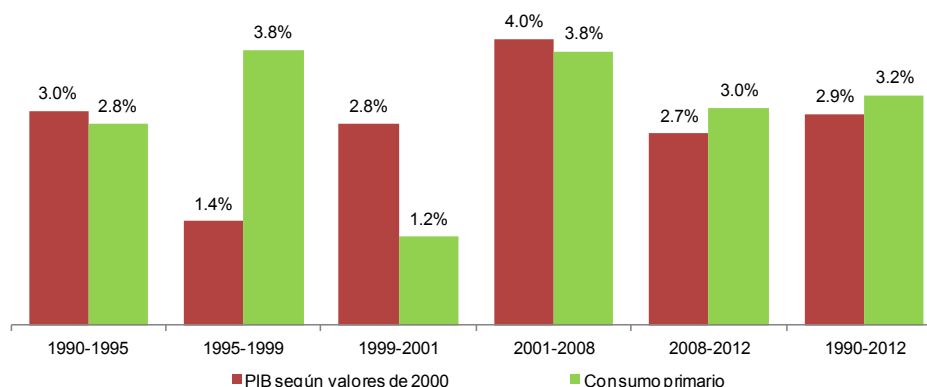
Fuente: EPE (2013b).

**Gráfico 3**  
**Brasil: producto interno bruto y oferta interna de energía, 1990-2012**  
(Base 100 en el año 2000 y millones de reales)



Fuente: EPE (2013b).

**Gráfico 4**  
**Brasil: producto interno bruto y oferta interna de energía, períodos seleccionados**  
*(En porcentajes)*



Fuente: EPE (2013b).

En la primera mitad de la década de 1990, el PIB creció a razón de una media anual de 3,0% mientras que el suministro de energía lo hizo al 2,8%. Ese período se distinguió por tasas elevadas de inflación, con una media superior al 1.000 % de aumento anual, cuyo origen data de la segunda mitad de la década de 1980 y que afectó a toda la economía.

Dicha situación deterioró del poder de compra de los hogares, lo cual, a su vez, perjudicó la demanda de bienes y servicios y afectó la actividad de sectores como el comercio y los servicios, así como parte de la industria. En ese lapso, cabe destacar que la industria nacional vivió un período de despidos y de capacidad ociosa, con el resultado que la oferta de energía creció a un ritmo más bajo que el PIB, habida cuenta que la demanda creció a tasas inferiores al PIB, en especial, en la industria energo-intensiva.

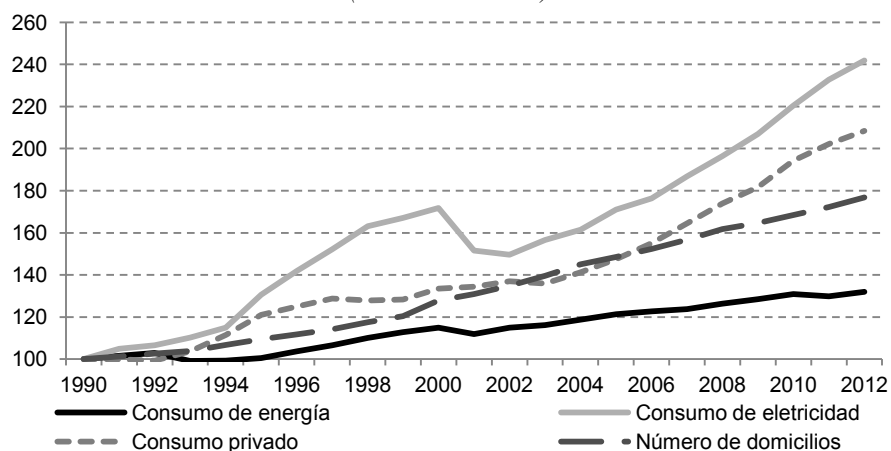
A su vez, entre 1995 y 1999, la oferta interna de energía creció más que el producto interno bruto: media anual de 3,8% versus 1,4%. El aumento del PIB se puede atribuir al efecto de un acertado plan económico para controlar la inflación que se promulgó en 1994 (Plan Real) y gracias al cual, entre otras cosas, fue posible iniciar un proceso de mejor distribución de la renta en el país.

Los señalados factores calentaron la economía brasileña y permitieron atender en parte la demanda reprimida hasta entonces existente, en forma de bienes y productos más elaborados, además de acceso a bienes hasta entonces inaccesibles para parte de la población. Como se puede observar en el gráfico 5, la tasa de crecimiento del consumo de los hogares (bienes y servicios) aumentó más que el número de viviendas en el período 1990-2000.

Es interesante señalar también el importante aumento en el consumo de electricidad registrado entre 1990 y 2000, el cual se explica porque aumentó el consumo de los hogares (electrodomésticos) y también de la industria y servicios en general.

La situación se mantuvo equilibrada en la década siguiente, de 2000 a 2010, con una discreta ventaja para el PIB (media anual de 3,6% versus 3,5%). Uno de los principales hechos acaecidos en ese período fue la reducción abrupta del consumo de electricidad provocada por el racionamiento ocurrido en 2001, lo cual se puede apreciar en el gráfico. Además de eso, cabe destacar la penetración de aparatos reglamentados con índices mínimos de eficiencia energética, lo cual se deriva precisamente de la Ley de Eficiencia Energética (Nº 10.295/2001), publicada en el período de racionamiento de electricidad.

**Gráfico 5**  
**Brasil: evolución del consumo de energía, consumo de hogares y el número de viviendas, 1990-2011**  
*(Índice 1990=100)*



Fuente: EPE (2013b).

En dicho período se intensificó el avance acelerado, tanto en el proceso de aumento general de la renta per cápita de la población, como en la redistribución de la renta en el Brasil. Eso provocó, por ejemplo, que se acelerara el aumento de la posesión y uso de electrodomésticos en los hogares brasileños y a que creciera también la tasa de motorización de la población.

A raíz de ello, el consumo de electricidad creció por encima del 4,4% anual entre 2001 y 2011. El gráfico 6 ilustra la evolución de la matriz energética nacional en dicho período, donde destaca el alto índice de fuentes renovables.

Aunque decayó el aporte de las renovables a la matriz energética brasileña (en 1990 la oferta interna totalizaba 142,0 millones de tep, de los cuales el 49% correspondía a fuentes de energía renovable), dicha cuota se mantuvo en valores superiores al 40%, siendo uno de los mayores porcentajes de energía renovable del mundo. Esto se puede apreciar en el gráfico 7.

El porcentaje de las fuentes de energía renovables en la matriz energética mundial de 2011 (último dato consolidado) fue 13,3%, lo cual no llega a representar ni la tercera parte del porcentaje que poseen dichas fuentes en la matriz brasileña. En el caso de los países que componen la OCDE, se dispone de los datos de la matriz energética del mismo año (2012) y la situación es incluso más distinta: las fuentes renovables suman apenas el 9,0% de la matriz, o sea, poco menos de un quinto del porcentaje nacional.

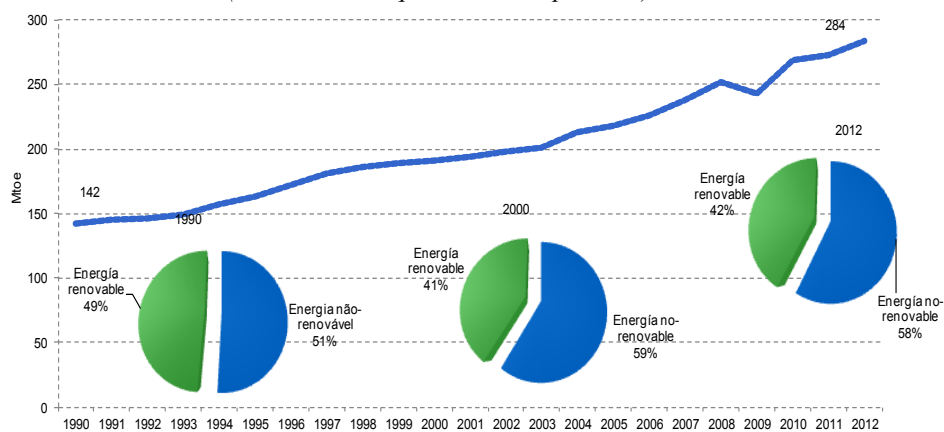
Entre 1990 y 2000 la oferta interna de energía creció 3,0% anual, pasando de 142,0 millones de tep a 190,0 millones de tep. La participación de la energía renovable en dicha matriz presentó una reducción del 49% al 41% debido a factores como la sustitución de la leña (contabilizada como 100% renovable)<sup>7</sup>, el mayor consumo de derivados del petróleo (principalmente, gasóleo y gasolina), la mayor penetración del gas natural en la matriz (inicio de la explotación del gasoducto entre el Estado Plurinacional de Bolivia y Brasil) y una caída en la cuota correspondiente al consumo de biocombustibles: producción de etanol con el bagazo de la caña de azúcar.

De 2000 a 2010 la oferta interna de energía creció el 3,5% anual, pasando de 190,0 a 268,8 millones de tep. Se registró una notable recuperación de la actividad del sector de biocombustibles en Brasil en dicho lapso, impulsado por la difusión de los automóviles de motor flexible que pueden usar indistintamente dos combustibles (“policarburante”, nafta y etanol) en 2003. Cabe destacar que, en ese período, también se redujo el porcentaje de los derivados del petróleo, en parte porque fueron sustituidos por el gas natural.

<sup>7</sup> Parte del consumo total de leña del país se atribuye a la deforestación, por lo cual, dicha cuota no puede, en rigor, considerarse renovable.

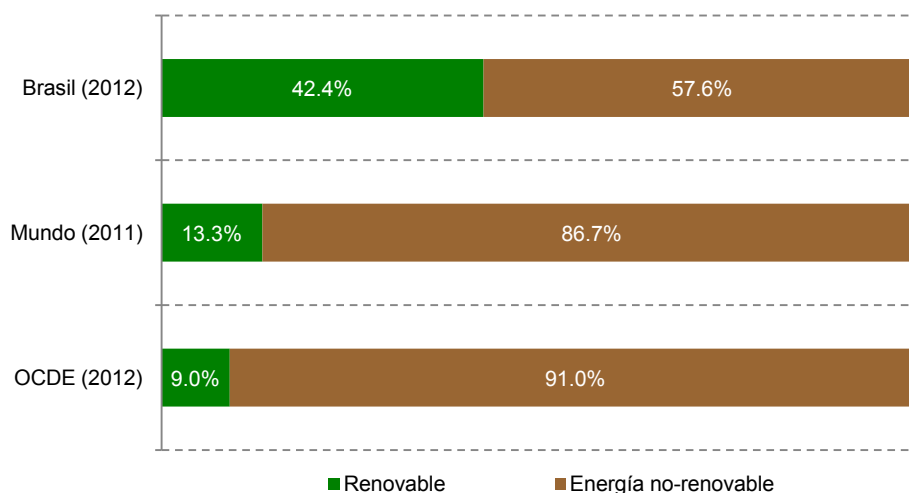
Otro hecho observado fue la continuidad del proceso de sustitución del consumo de leña y carbón vegetal en el país, así como la pérdida de la cuota relativa de la generación hidroeléctrica, que fue compensada por la penetración de otras energías renovables, en especial, la energía eólica.

**Gráfico 6**  
**Brasil: matriz energética, 1990-2012**  
*(En toneladas equivalentes de petróleo)*



Fuente: EPE (2013c).

**Gráfico 7**  
**Comparación internacional del grado de renovabilidad de la matriz energética, años seleccionados**  
*(En porcentajes)*



Fuente: IEA (2013).

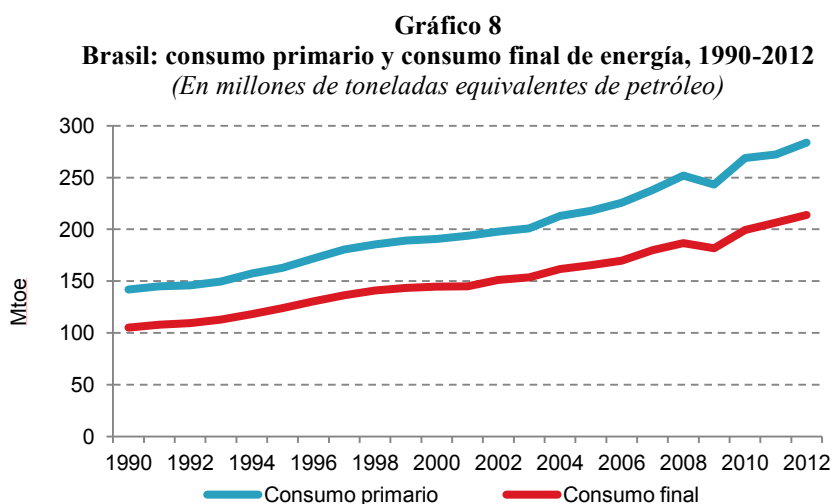


## II. Tendencia del consumo de energía, por combustible y por sector

Los fenómenos descritos anteriormente, en especial en los últimos años, se ilustran en los gráficos 8, 9 y 10 y en el cuadro 7. En 1990, salvo el porcentaje correspondiente al sector energético, la demanda total de energía ascendía a 105,1 millones de tep y el suministro de energía a 141,9 millones de tep. Esta diferencia entre la oferta y la demanda se atribuye a las pérdidas que se registran habitualmente en los centros de transformación de la energía (refinerías de petróleo, plantas generadoras de electricidad, fábricas de coque, destilerías y plantas de producción de gas natural), donde la energía primaria es transformada en energía secundaria.

Veintidós años después, en 2012, la demanda alcanzó los 213,9 millones de tep y la oferta 283,6 millones de tep. En ese lapso, la oferta de energía registró un aumento medio anual de 3,2%, mientras que la tasa anual de expansión del consumo fue de 3,3%.

El hecho de que la demanda aumentara más que la oferta se debe a que mejoró la eficiencia, en especial en el sector de los hogares (sustitución del consumo de leña por combustibles con un método de transformación más eficiente, como el gas licuado de petróleo (GLP) y el gas natural), y a que se redujeron las pérdidas en los centros de transformación de energía, lo que pone de manifiesto la mayor eficiencia alcanzada por los métodos térmicos y de cogeneración.





La comparación de dos matrices energéticas distintas correspondientes a una misma década permite revelar determinados fenómenos. Según se puede observar en el cuadro 7 y en el gráfico 9, crecieron en valor relativo los rubros “derivados de la caña de azúcar” (etanol y bagazo de caña), “otras fuentes renovables” (principalmente, residuos agrícolas e industriales), uranio y gas natural.

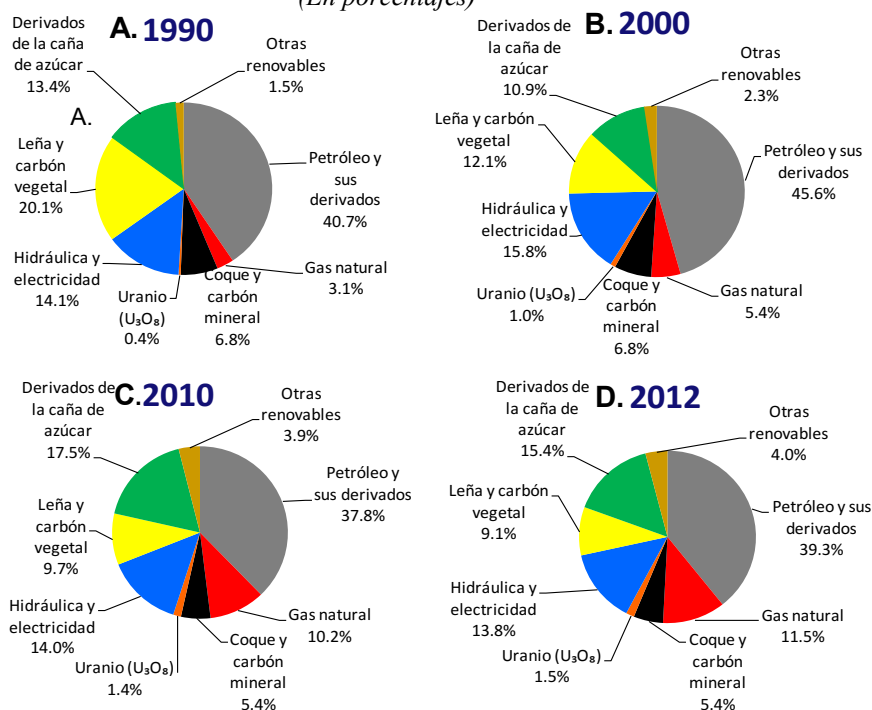
**Cuadro 7**  
**Brasil: oferta interna de energía, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
(En miles de toneladas equivalentes de petróleo)

	1990	2000	2010	2012	Promedio de aumento anual (en porcentajes) 2000-2012
Petróleo y sus derivados	57 749	86 743	101 714	111 193	2,1
Gas natural	4 337	10 256	27 536	32 598	10,1
Coque y carbón mineral	9 598	12 999	14 462	15 287	1,3
Uranio (U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	598	1 806	3 857	4 286	7,5
Hidráulica y electricidad	20 051	29 980	37 663	39 181	2,6
Leña y carbón vegetal	28 537	23 060	25 998	25 735	0,9
Derivados de la caña de azúcar	18 988	20 761	47 102	43 572	6,4
Otras renovables	2 126	4 438	10 440	11 754	8,5
Total	141 983	190 043	268 771	283 607	3,4

Fuente: EPE (2013c).

En contraste, registraron un descenso los rubros derivados del petróleo, coque y carbón mineral, electricidad y leña. En el caso de los derivados del petróleo, se puede observar que disminuyó la participación de la gasolina en favor del etanol, en lo que respecta al transporte automotor, y que también se redujo el porcentaje del gas licuado de petróleo (GLP), favoreciendo el gas natural para la cocinar y producir agua caliente en el hogar.

**Gráfico 9**  
**Brasil: distribución de la matriz energética por fuente de energía, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
(En porcentajes)

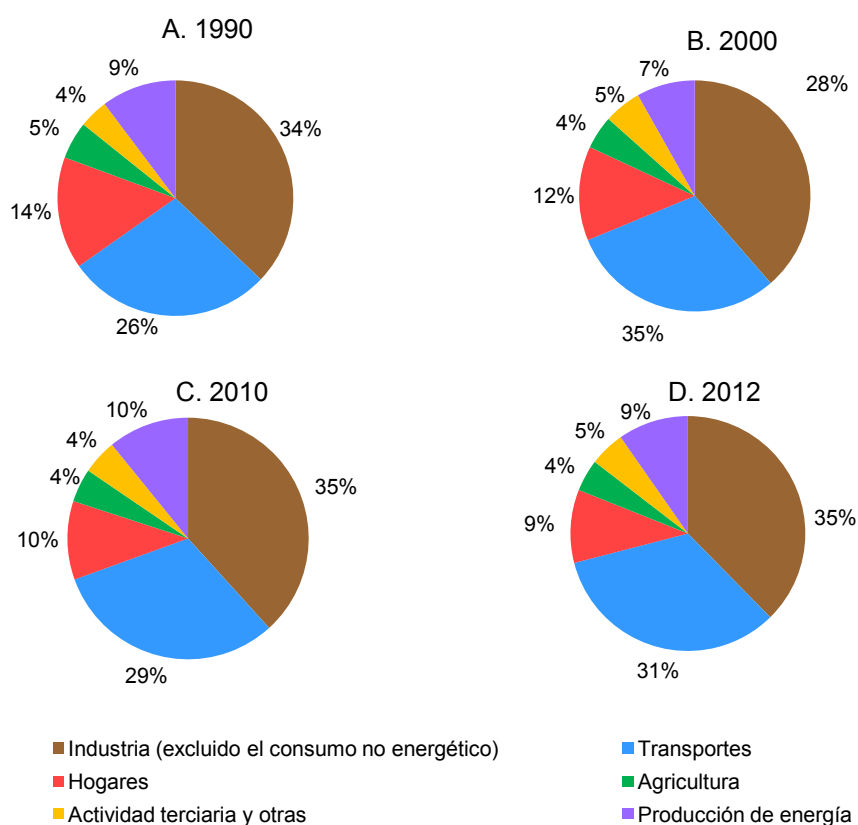


Fuente: EPE (2013C).

Otro análisis de la evolución de la matriz energética brasileña se realiza mediante un corte sectorial, dejando de lado el porcentaje no energético, que se utiliza como materia prima (véase el gráfico 10). En 2000, la industria representó la mayor cuota de la demanda (34% del total) y junto al porcentaje del segmento transportes, sumaba el 60% de la matriz energética. Los siguen los sectores hogares (14%), energético (9%), agropecuario (5%) y el sector público y comercial (4%).

En 2010, el porcentaje de industria creció al 35%, y mantuvo su posición de preeminencia. El sector de los transportes registró un ligero aumento hasta llegar al 31%, mientras que el segmento agropecuario se redujo al 4%. En este período, la mayor disminución de porcentaje correspondió al sector de los hogares. Por su parte, los sectores energético, agropecuario y público y comercial tuvieron variaciones insignificantes.

**Gráfico 10**  
**Brasil: consumo de energía por sector, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
(En porcentajes)



Fuente: EPE (2013c).

El panorama no cambia mucho cuando se incluye la cifra correspondiente a la demanda no energética, pues la tasa de crecimiento de esa categoría es inferior a la del promedio de la energía total (3,4% anual). En el cuadro 8, destaca el aumento del sector energético entre 2000 y 2010 (6,6% anual), que dobló la tasa registrada en la industria en la década de 2000.

Es preciso destacar el crecimiento del sector energético (aproximadamente el 90%) a lo largo de una década, que se traduce en un aumento de 11,4 millones de tep. Esta cifra supera el consumo total del sector agropecuario en el Brasil en 2010 (10,0 millones de tep). Como se verá posteriormente, este fenómeno explica en gran parte los indicadores de eficiencia energética del período.

**Cuadro 8**  
**Brasil: demanda de energía por sector, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
*(En miles de toneladas equivalentes de petróleo)*

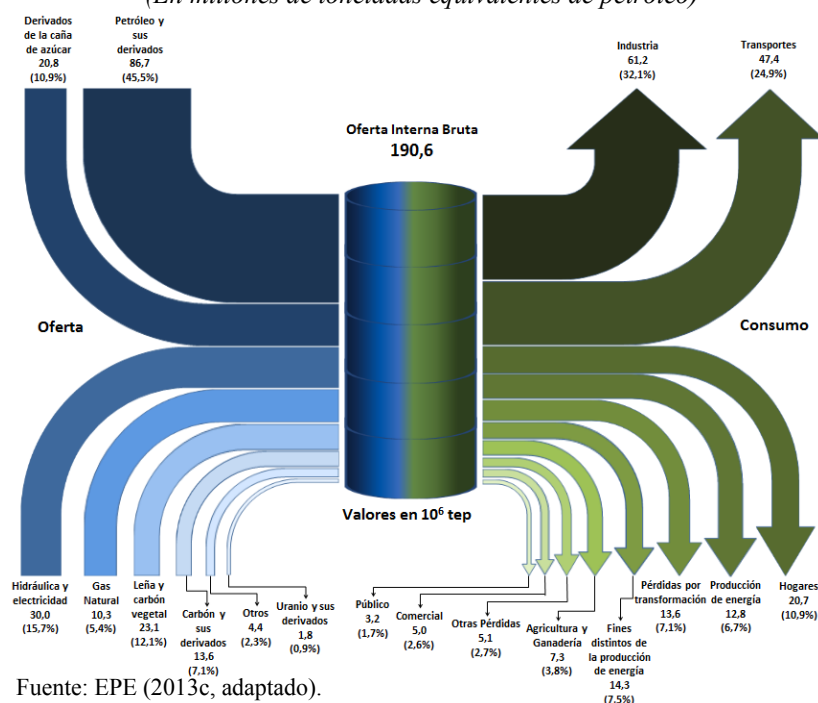
	1990	2000	2010	2012	Promedio de aumento anual (en porcentajes) 2000-2012
Consumo no energético	9 953	14 293	17 686	16 678	1,3%
Sector energético	12 042	12 847	24 263	22 888	4,9%
Sector hogares	18 048	20 688	23 562	23 761	1,2%
Sector comercial	2 936	4 968	6 731	7 710	3,7%
Sector público	1 732	3 242	3 636	3 749	1,2%
Sector agropecuario	6 027	7 322	10 029	10 362	2,9%
Sector de los transportes	32 964	47 385	69 720	79 308	4,4%
Sector industrial	43 523	61 204	85 567	88 966	3,2%
Total	127 535	171 949	241 194	253 422	3,3%

Fuente: EPE (2013c).

Una manera didáctica y muy útil de representar los flujos energéticos y eléctricos de la sociedad es con diagramas de flujo. Los diagramas 4, 5 y 6 representan gráficamente los principales flujos de energía correspondientes al Brasil en 2000, 2010 y 2012, respectivamente. Análogamente, los diagramas 7, 8 y 9 representan los flujos eléctricos del país en esos años.

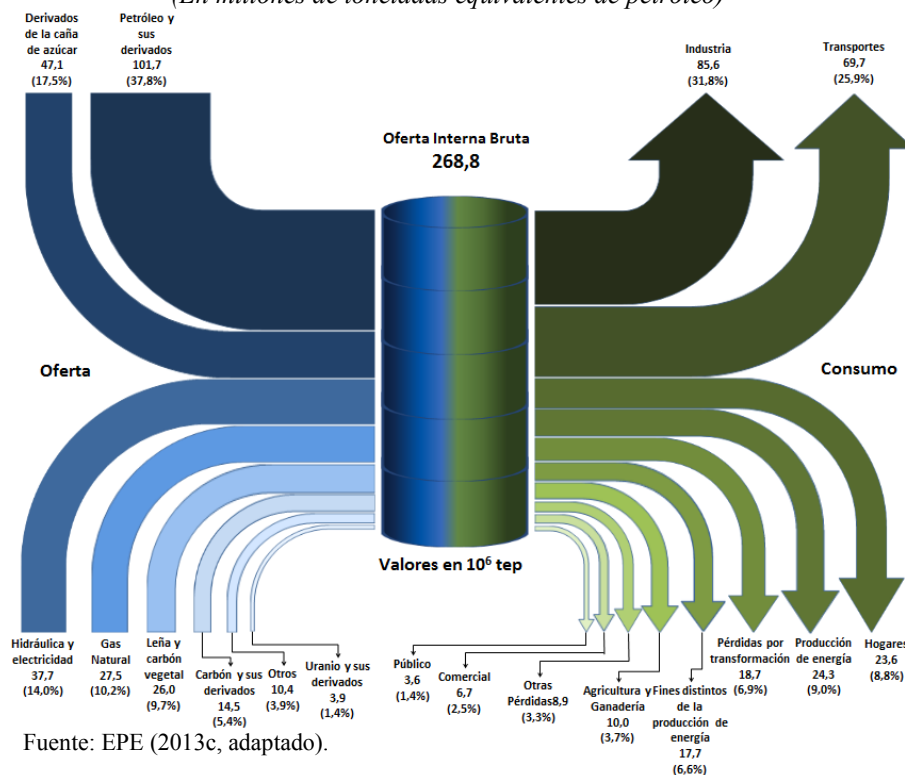
En ambos casos, las componentes de entrada (oferta) están a la izquierda del diagrama y las salidas (consumo) están a la derecha. El bloque central representa la oferta interna bruta en los tres primeros gráficos y la oferta interna de energía eléctrica (OIEE) en los tres siguientes.

**Diagrama 4**  
**Brasil: flujo energético año 2000**  
*(En millones de toneladas equivalentes de petróleo)*



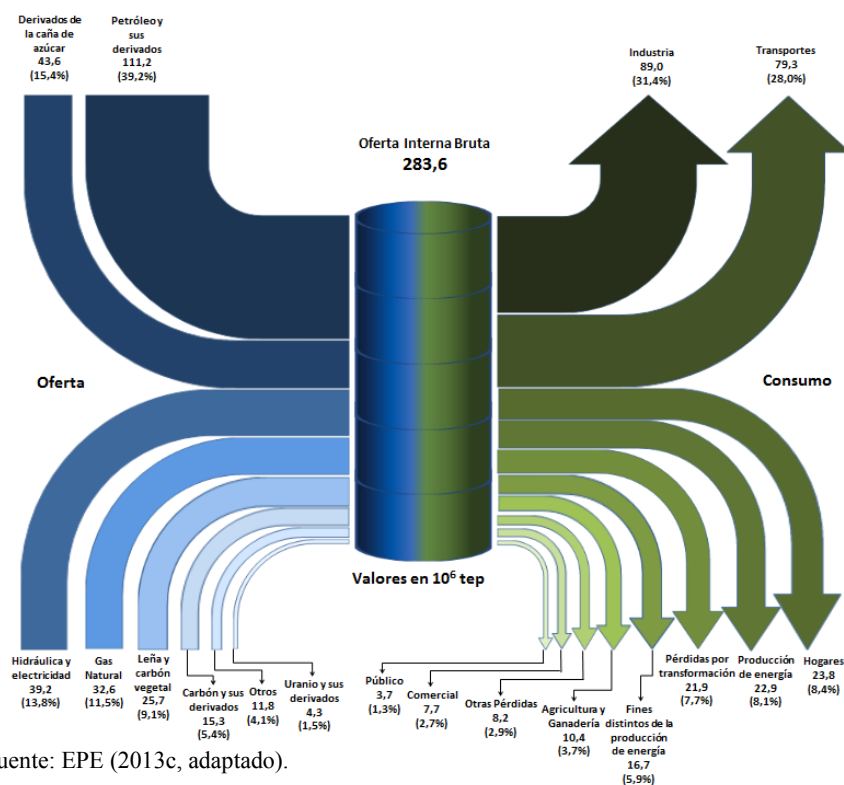
Fuente: EPE (2013c, adaptado).

**Diagrama 5**  
**Brasil: flujo energético año 2010**  
*(En millones de toneladas equivalentes de petróleo)*



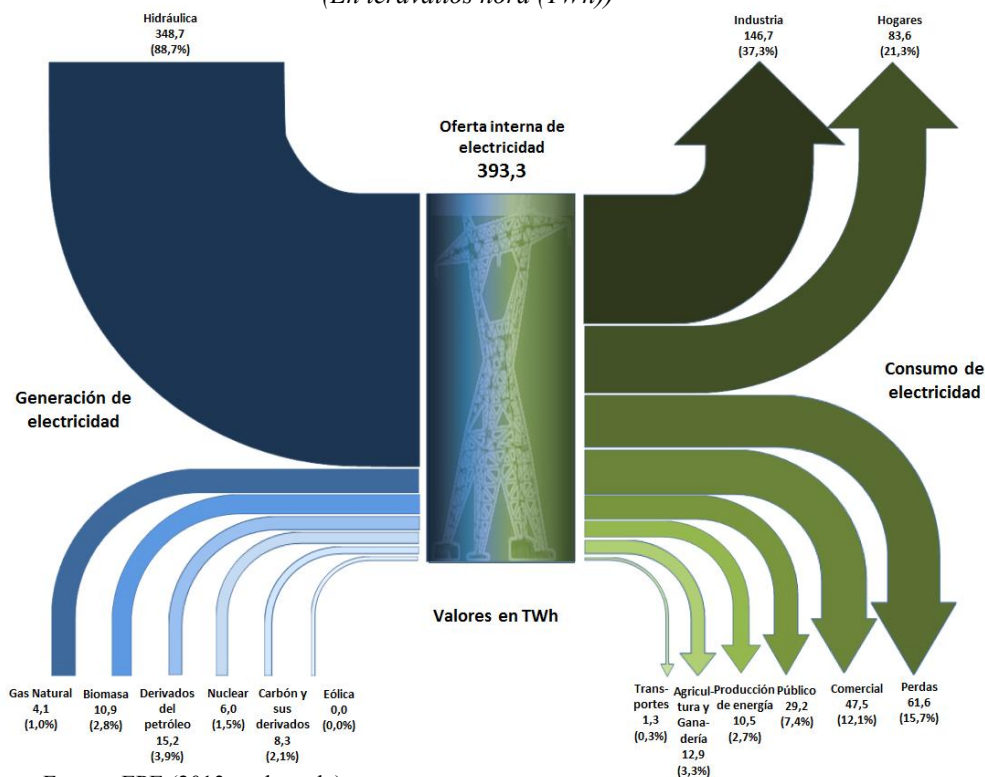
Fuente: EPE (2013c, adaptado).

**Diagrama 6**  
**Brasil: flujo energético año 2012**  
*(En millones de toneladas equivalentes de petróleo)*



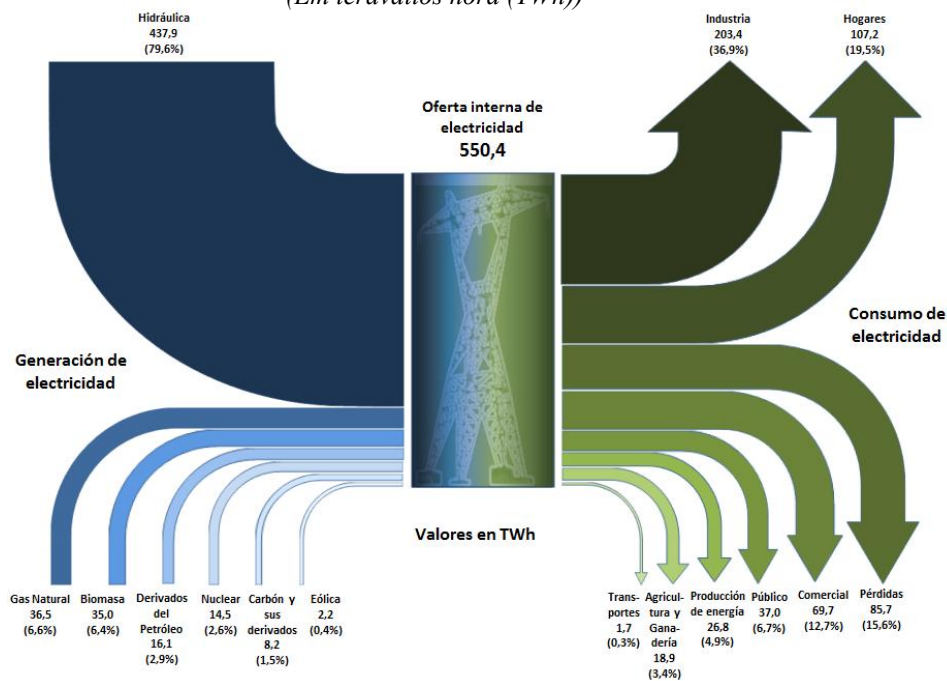
Fuente: EPE (2013c, adaptado).

**Diagrama 7**  
**Brasil: flujo eléctrico año 2000**  
*(En teravatios hora (TWh))*



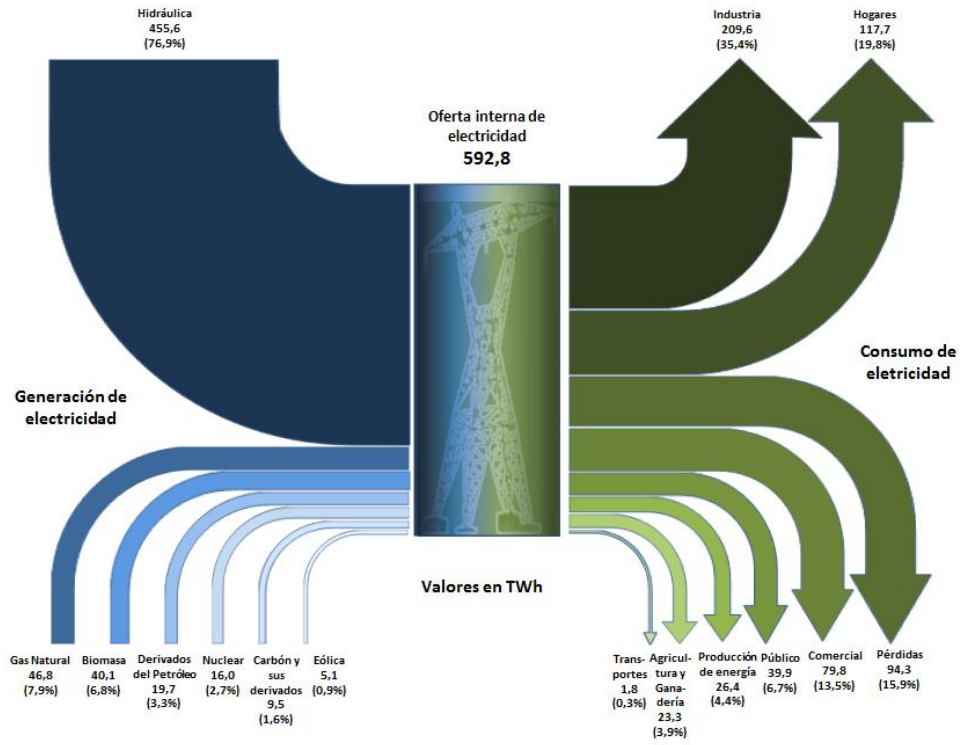
Fuente: EPE (2013c, adaptado).

**Diagrama 8**  
**Brasil: flujo eléctrico año 2010**  
*(En teravatios hora (TWh))*



Fuente: EPE (2013c, adaptado).

**Diagrama 9**  
**Brasil: flujo eléctrico año 2012**  
*(En terawatts-hora (TWh))*



Fuente: EPE (2013c, adaptado).

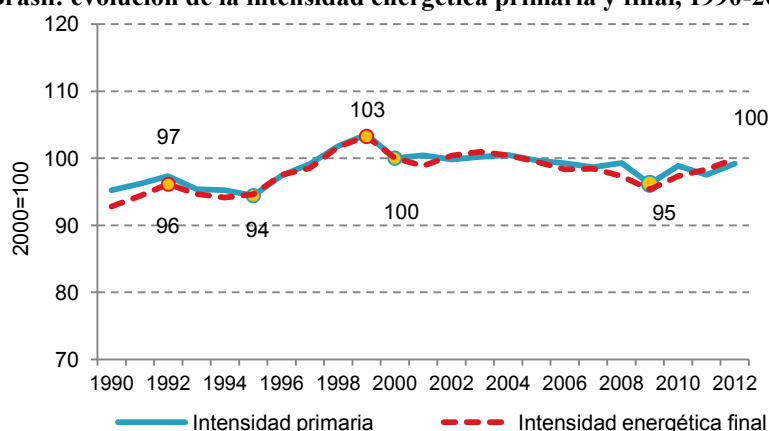


### III. Tendencia general de la eficiencia energética

#### A. Intensidad energética primaria

El gráfico 11 ilustra la evolución de las intensidades energéticas primaria y final en Brasil, entre 1990 y 2012, tomando como parámetro el valor registrado en 2000 (valor en el año 2000=100).

**Gráfico 11**  
**Brasil: evolución de la intensidad energética primaria y final, 1990-2012**



Fuente: EPE (2013b).

Se puede observar que en la década de 1990, la tendencia de ambas curvas es ascendente hasta alcanzar su máximo (valor 103). Después de 1999, se aprecia un descenso de las intensidades a raíz de la crisis del racionamiento eléctrico. El comportamiento se mantuvo estable entre 2001 y 2008, en torno al nivel 100. En 2009, la crisis económica internacional afectó a la industria nacional, especialmente la metalurgia y la minería, de manera que la intensidad energética cayó hasta el índice 95. En ese año en particular, se observó la supresión de las instalaciones más ineficientes (menos competitivas) y el aumento de la intensidad energética de esos segmentos industriales. Después de ese año, se registró una recuperación gradual y se alcanzó nuevamente el índice 100 en el año 2012.

Cuando se analiza por períodos, como en el gráfico 12, se pueden apreciar algunos efectos. Al inicio del quinquenio de 1990-1995, hubo momentos de gran dificultad económica para las familias brasileñas, a causa de una tasa de inflación muy elevada y de la decisión por parte del Gobierno Federal de bloquear las cuentas de ahorro con el fin de restringir la circulación de efectivo en la economía. Fue una medida política desastrosa, pues además de resultar sumamente impopular, no surtió el efecto macroeconómico deseado.



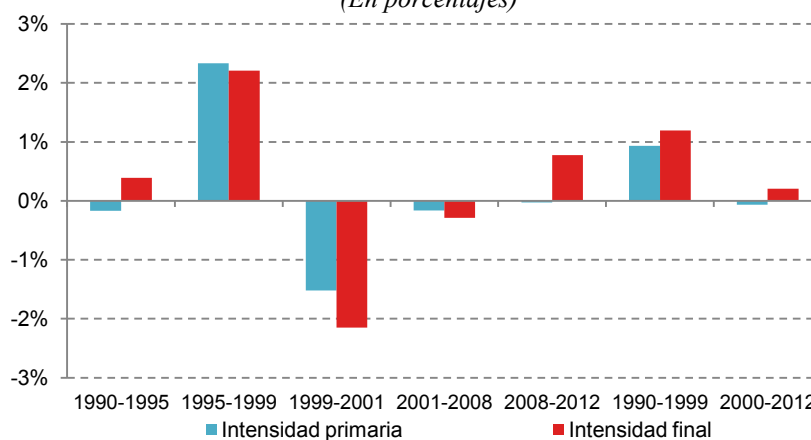
En 1994 se puso en marcha el Plan Real con el que se consiguió reducir la inflación en el Brasil. En ese intervalo la intensidad primaria disminuyó en 0,2% anual y la intensidad final creció 0,4% anual. El poder de compra de la población aumentó en el período 1995-1999 gracias al control de la inflación. En este lapso la intensidad primaria se incrementó en 2,3% anual y la intensidad final 2,2% anual.

A comienzos de 1999, la economía brasileña sufrió una devaluación de la moneda, produciendo un efecto inmediato en varios segmentos industriales. A pesar de que el producto interno bruto creció a razón de una media anual del 2,8% entre 1999 y 2001, la intensidad primaria descendió 1,5% anual y la intensidad final 2,1% anual. Cabe recordar la crisis de racionamiento eléctrico de 2001, que afectó principalmente a la producción industrial y a los hogares.

Entre 2001 y 2008, después del período de racionamiento, se produjo un movimiento de recuperación económica, durante el cual la variación del PIB osciló en torno al 4,0% anual. También conviene señalar que las políticas sociales instauradas desde el comienzo de la década fomentaron una mejor distribución de la renta en el Brasil y la reducción de la pobreza extrema. El promedio anual de la intensidad primaria cayó 0,2% y el de la intensidad final se redujo en 0,3%.

Entre 2008 y 2012, la economía nacional tuvo un comportamiento normal, pese a la grave crisis económica internacional de 2008. La variación del PIB fue del 2,7% anual, la intensidad primaria permaneció estable y la intensidad final aumentó el 0,8% anual.

**Gráfico 12**  
**Brasil: intensidad energética primaria y final por períodos, 1990-2012**  
(En porcentajes)



Fuente: EPE (2013b).

Cuando se agregan años a un intervalo, los indicadores oscilan menos y, por consiguiente, el patrón observado se vuelve más regular. En la década de 1990, la intensidad primaria aumentó un promedio anual del 0,9%, mientras que la intensidad final se incrementó un 1,2% anual.

Entre 2000 y 2012, las variaciones fueron del -0,1% anual y del 0,2% anual para la intensidad primaria y final, respectivamente. Se registraron aumentos anuales pequeños en los 22 últimos años, de 1990 a 2012 (0,2% en el caso de la intensidad primaria y 0,3% en el de la intensidad final).

Como se ha visto, en valores absolutos la variación en la intensidad energética fue muy reducida entre 1990 y 2012. En el gráfico 13, se desglosa el indicador en tres rubros: intensidad energética final, generación de electricidad y otros métodos de transformación. En 1990, la intensidad primaria equivalía a 281 tep por millón de dólares de 2000. El indicador alcanzó su máximo en 2001, con un valor de 300 tep por millón de dólares de 2000 y terminó 2012 con un valor de 288 tep por millón de dólares de 2000.

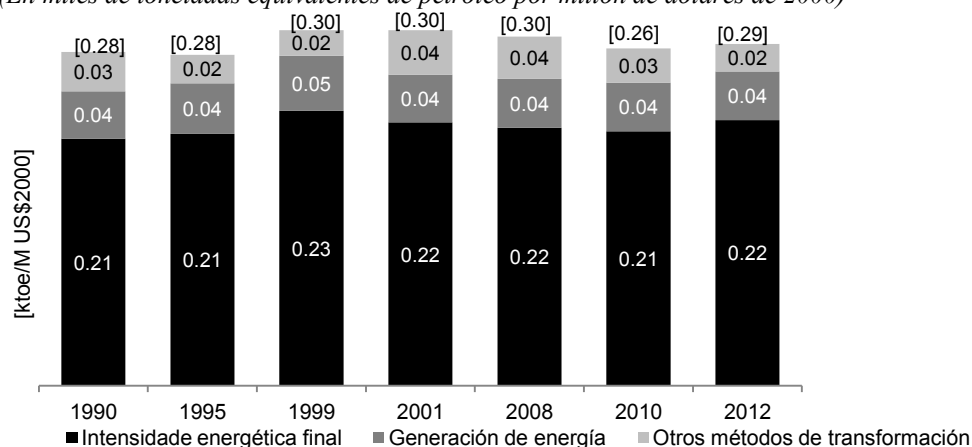
Un análisis de las cifras revela que, la intensidad energética final en 2012 osciló entre 208 tep por millón de dólares de 2000 y 224 tep por millón de dólares de 2000, después de haber alcanzado un máximo de 232 tep por millón de dólares de 2000 en 1999. La generación de electricidad varió poco, de 40 tep por millón de dólares de 2000 en 1990 a 46 tep por millón de dólares de 2000 en 1999. Las demás

actividades de transformación también se mantuvieron en valores estables, con un mínimo de 23 tep por millón de dólares de 2000 en 2012 y un máximo de 38 tep por millón de dólares de 2000 en 2001.

Gráfico 13

**Brasil: distribución anual de la intensidad energética primaria, años seleccionados entre 1990 y 2012**

(En miles de toneladas equivalentes de petróleo por millón de dólares de 2000)



Fuente: EPE (2013b).

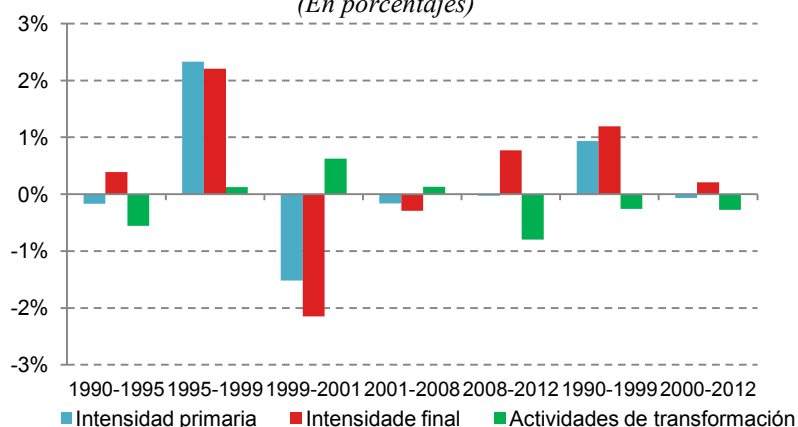
Cuando se analiza la variación por períodos (véase el gráfico 14), es preciso tomar en cuenta que, además de la intensidad energética final, en la intensidad primaria la combinación de modalidades de generación de energía (hidráulica, térmica y eólica) influye en cada momento.

Por otra parte, el intervalo de mayor crecimiento de la intensidad primaria y de la intensidad final fue el período entre 1995 y 1999, cuando se registraron promedios anuales de 2,3% y 2,2%, respectivamente. En dicho período, la energía hidráulica permaneció estable en un valor cercano al 90% de la matriz eléctrica nacional. La intensidad primaria se redujo entre 1990 y 1995; es decir, para el mismo valor total de la economía se usó menos energía en 1995 que en 1990, lo que se explica, en particular, por la caída observada en las labores de transformación y por el escaso aumento de la intensidad final. En el período señalado, apenas varió la intensidad de las actividades de transformación.

Gráfico 14

**Brasil: intensidad energética y actividades de transformación de la energía, períodos seleccionados entre 1990 y 2012**

(En porcentajes)



Fuente: EPE (2013b).

En contraste, el período de 1999 a 2001 fue el que registró el mayor descenso anual en ambos indicadores: -1,5% y -2,1%, en ese orden, lo que se debió fundamentalmente a la reducción de la intensidad energética final. Se decretó el racionamiento eléctrico en esa época, con incentivos para reducir notablemente el consumo de energía eléctrica (en especial) y ampliar la generación térmica,

con la consiguiente reducción en el aporte hidráulico a la matriz eléctrica. Las actividades de transformación aumentaron un 0,65% anual en ese trienio.

La volatilidad observada en los períodos de crisis resulta ajustada cuando se examinan los 22 últimos años. Considerando el período entero, se aprecian incrementos anuales del 0,2% en el caso de la intensidad primaria y del 0,3% en el caso de la intensidad final. Las actividades de transformación disminuyeron a una tasa media anual de 0,2%.

Si la tendencia observada en estos períodos se explica por la evolución de la intensidad de la energía final y de la transformación, será preciso estudiar con más detenimiento la transformación para enriquecer el análisis, lo que se hará en la siguiente sección.

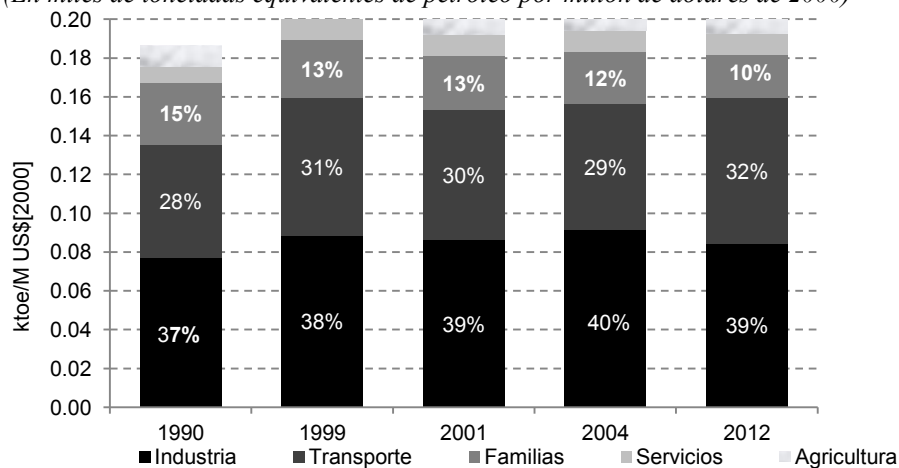
## B. Intensidad energética final

Aunque la transformación haya cumplido su función, la intensidad energética final constituyó la causa principal de los cambios en la intensidad energética primaria. El gráfico 15 ilustra la distribución del indicador de intensidad energética por sector. El aporte de la industria representa la mayor cuota: el 37% en 1990 y el 39% en 2012, con un valor máximo del 40% en 2004.

En segundo lugar se encuentra el segmento de los transportes, que oscila en torno al 30% del total. Comenzó la serie representada en el 28% y terminó con una cuota del 32%. En la secuencia, se observa que disminuyó el aporte del sector hogares, cuya cuota se redujo del 15% en 1990 al 10% en 2012.

**Gráfico 15**

**Brasil: intensidad energética final por sector, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
(En miles de toneladas equivalentes de petróleo por millón de dólares de 2000)



Fuente: EPE (2013b).

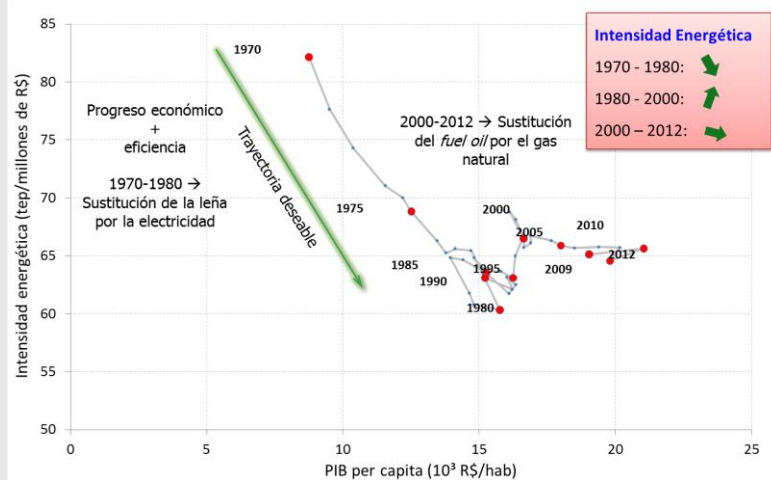
En comparación con el sector agropecuario y el sector de los servicios, el segmento industrial es más energético-intensivo (véase el gráfico 16), pues su intensidad energética creció en torno al 1% anual durante los 22 últimos años, gracias al reciente auge que registran segmentos como la peletización, la siderurgia, la celulosa y la bauxita. Creció el aporte del segmento de comercio y servicios, que al inicio del período equivalía a un 8% del total y al final a un 11%. Por último la actividad agropecuaria también permaneció estable a lo largo de la serie con valores cercanos al 10%. En la actividad agropecuaria la intensidad energética se ha reducido a una tasa de 1,0% anual desde 1990. Se destacan cifras correspondientes al sector de los servicios cuya intensidad energética ha crecido a razón de 1,9% anual aunque se encuentra en un nivel notablemente inferior al de los otros dos sectores. En la sección siguiente, además de la transformación, se examinará con detenimiento la intensidad de la energía final correspondiente a la industria, para explicar el origen de la evolución que se ha producido en los últimos años.

**Recuadro 1**  
**Brasil: evolución de la intensidad energética**

El gráfico que figura a continuación reproduce el diagrama denominado “sendero energético”, en el que se relaciona la intensidad energética con el PIB per cápita con el fin de elucidar el proceso de eficientización de la oferta y la demanda de energía del país.

El hecho sobresaliente de la década de 1970 fue la reducción de la participación de la leña del 47% al 27% de la oferta interna de energía. El indicador de intensidad energética descendió a lo largo de esa década (-27%) y aumentó el PIB per cápita (179%).

**Brasil: evolución de la intensidad energética en función del producto interno bruto (PIB), 1970-2012**  
(En toneladas equivalentes de petróleo por millón de reales y en miles de reales por habitante)



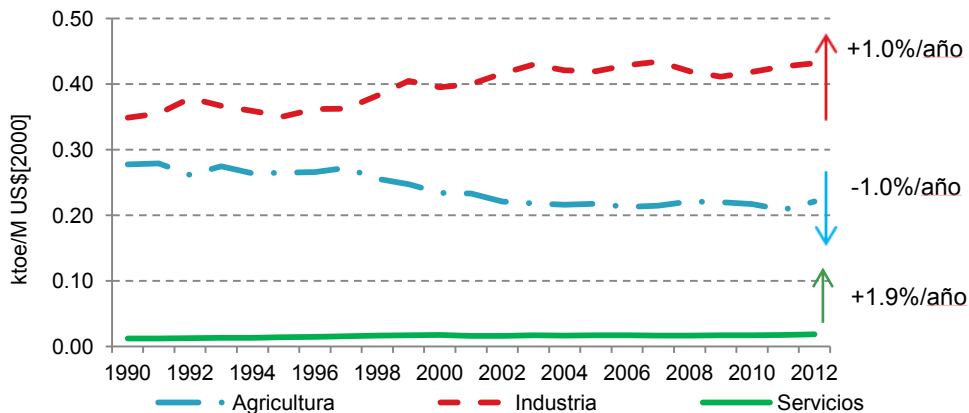
Fuente: EPE (2013a).

En la década de 1980, diversos problemas afectaron la inversión en infraestructura en el país. En esta década, cayó el PIB per cápita (-0,5% anual) y aumentó la intensidad energética de la economía un 0,5% anual.

En la década de 1990, la intensidad energética creció debido a la recuperación del sector industrial y del sector transporte. Además, la estabilización económica que llegó de la mano del Plan Real incrementó el poder adquisitivo de la población y repercutió en el consumo de energía

En el inicio del milenio, el país presentaba un elevado pasivo social y grandes problemas de infraestructura. Ante esta situación, en 2001 se decretó el racionamiento de la electricidad. Hubo un importante crecimiento del PIB per cápita (2,4% anual) y se mantuvo el nivel de intensidad energética de la economía. La oferta interna creció el 3% anual y alcanzó cerca de 270 millones de tep en 2010.

**Gráfico 16**  
**Brasil: variación anual de la intensidad sectorial, 1990-2012**  
(En miles de toneladas equivalentes de petróleo por millón de dólares de 2000)



Fuente: EPE (2013b).



## IV. Tendencia de la eficiencia energética en los centros de transformación de la energía

Según se vio anteriormente, la intensidad de la transformación registró escasas alteraciones en el período de 1990-2012, pese a lo cual, particularmente en los momentos de crecimiento económico, se acentuó la volatilidad del indicador. En la presente sección se examinará con detenimiento la actividad de los centros de transformación para esclarecer el fenómeno observado.

En primer lugar, habrá que establecer una diferenciación conceptual entre la demanda de energía del sector energético y la eficiencia de la transformación de la energía primaria en energía secundaria en ese sector, que está formado por los centros de transformación de la energía. En Brasil, los centros de transformación se distribuyen en las siguientes categorías:

- Refinerías de petróleo;
- Unidades de producción de gas natural (UPGN);
- Plantas de gasificación;
- Plantas de coque;
- Ciclo del combustible atómico;
- Centrales eléctricas de servicio público;
- Centrales eléctricas autoproductoras;
- Carbonerías;
- Destilerías;
- Otros métodos de transformación.

Por demanda de energía correspondiente a los centros de transformación se entiende la energía que emplean esos centros para transformar las fuentes de energía primaria en energía secundaria. Es decir, es la energía que consumen las máquinas e instalaciones del centro para realizar las operaciones de transformación.

Por otro lado, la eficiencia de los métodos que se utilizan para transformar la energía es la diferencia de contenido energético que hay entre los productos de salida y los insumos, atendiendo a la

pérdida de energía ocurrida a raíz de dichas operaciones de transformación, según se establece en la primera ley de la termodinámica<sup>8</sup>. Cabe destacar que, si bien a veces se computa en la pérdida la energía consumida por el propio centro, para fines del presente documento la pérdida de energía registrada en los centros de transformación no se suma al concepto de consumo propio.

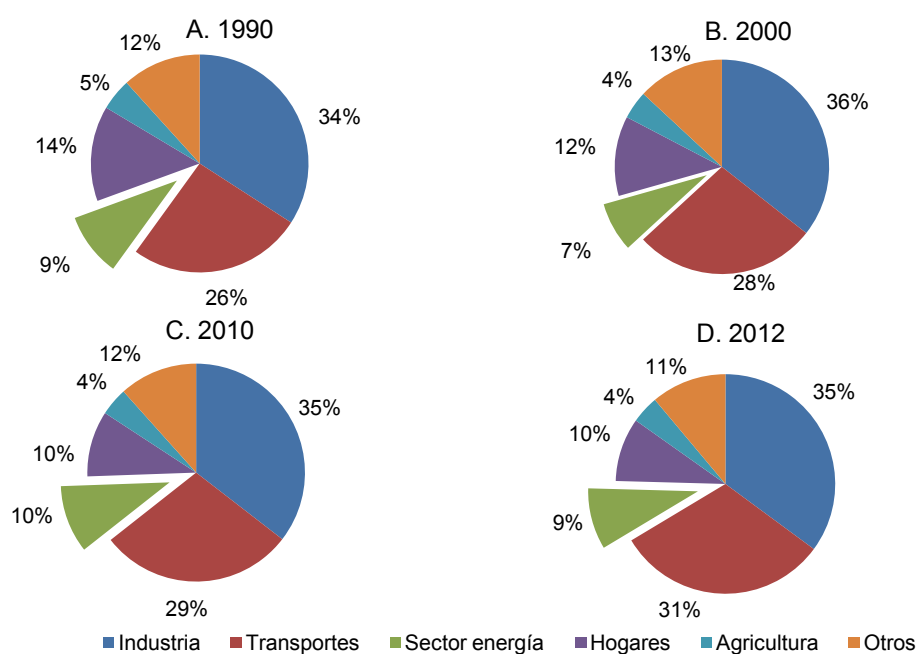
El cuadro 9 y el gráfico 17 presentan el porcentaje de la energía disponible en la sociedad que es utilizada como autoconsumo en los centros de transformación. Esa demanda propia aumentó 89% en valor absoluto en entre 2000 y 2010, de 12,847 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep) a 24,263 millones de tep, siendo la causa principal de esa alza el aprovechamiento del gasóleo de automoción y el gas natural (en las plataformas petrolíferas), así como del bagazo de la caña de azúcar, que se utiliza con fines de cogeneración en las instalaciones de la industria sucro-alcoholera.

**Cuadro 9**  
**Demanda de energía del sector energético, años seleccionados entre 1990 y 2012**

Consumo de energía por segmento	1990	2000	2010	2012
Sector energético [en 10 <sup>3</sup> tep]	12.042	12.847	24.263	22.888
Sector energético (en porcentajes de la demanda total)	9,4%	7,5%	10,1%	9,0%

Fuente: EPE (2013c).

**Gráfico 17**  
**Brasil: consumo final de energía del sector energético, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
(En porcentajes)



Fuente: EPE (2013c).

El porcentaje de consumo de energía del sector energético en relación a la demanda total del país ascendió al 10,1% en 2010, lo cual pone de relieve su posición destacada en la matriz, pues ocupa el tercer puesto, después de la industria y los transportes. El segmento que más aportó al aumento fue el sucro-alcoholero, que creció el 238% en la década de 2000.

<sup>8</sup> En este caso no se toma en consideración ningún análisis de energía de insumos y productos, conforme se establece en la segunda ley de la termodinámica.

El cuadro 10 muestra la demanda propia de energía del sector energético y las cifras correspondientes a las actividades principales del segmento. Cerca del 37% del autoconsumo de todo el sector en 2010 correspondía a las industrias del petróleo (de exploración, producción, refinó y comercialización) y el gas natural.

A pesar del mayor consumo de gasóleo de automoción como consecuencia del ritmo de las actividades de exploración y producción de petróleo en la región del presal, descendió la cuota correspondiente a la industria de petróleo y gas natural, cuando en el año 2000 ambas sumaban poco más de la mitad del consumo total (un 51%).

En 2010 el porcentaje mayor correspondió a las destilerías, con el 55% del sector energético, frente al 44% registrado en el año 2000, lo cual representa un importante aumento medio anual del 9,0% en valor absoluto.

El tercer segmento por orden de importancia es el de generación de electricidad, que se mantuvo en torno al 2% del total en la década de 2000, pasando de 236.000 tep a 464.000 tep.

Por último, los demás centros de transformación (fábricas de coque, carbonerías, ciclo del combustible atómico, plantas de gasificación y plantas de biodiesel, entre otros) aumentaron del 2,6% al 2,9% su aporte conjunto a la demanda de energía entre 2000 y 2010.

**Cuadro 10**  
**Brasil: demanda de energía de los centros de transformación, 1990, 2000 y 2010**

Consumo de energía por segmento (en miles de toneladas equivalentes de petróleo (tep))	1990	2000	2010	Promedio de aumento anual (en porcentajes) 2000-2010
Plataformas de petróleo	732	1.218	3.493	+11,1
Refinerías	3.950	5.395	6.147	+1,3
Destilerías (sector del biocombustible)	6.850	5.660	13.454	+9,0
Generación de electricidad (servicio público y autoproducción)	160	236	464	+7,0
Plantas de coque	348	327	204	-4,6
Resto de instalaciones (carbonerías y plantas de gasificación entre otras)	3	11	501	+46,5
Total	12.042	12.847	24.263	+6,6

Fuente: EPE (2013c, adaptado).

En el gráfico 18 se ilustra el aporte de la hidroelectricidad a la matriz eléctrica nacional y los marcos de entrada de la energía eólica en el Brasil. En 2000 y 2001 hubo restricciones en la generación de electricidad, tanto por cuestiones relacionadas con un régimen hidrológico desfavorable como por razones estructurales (deficiencia de las líneas de transmisión).

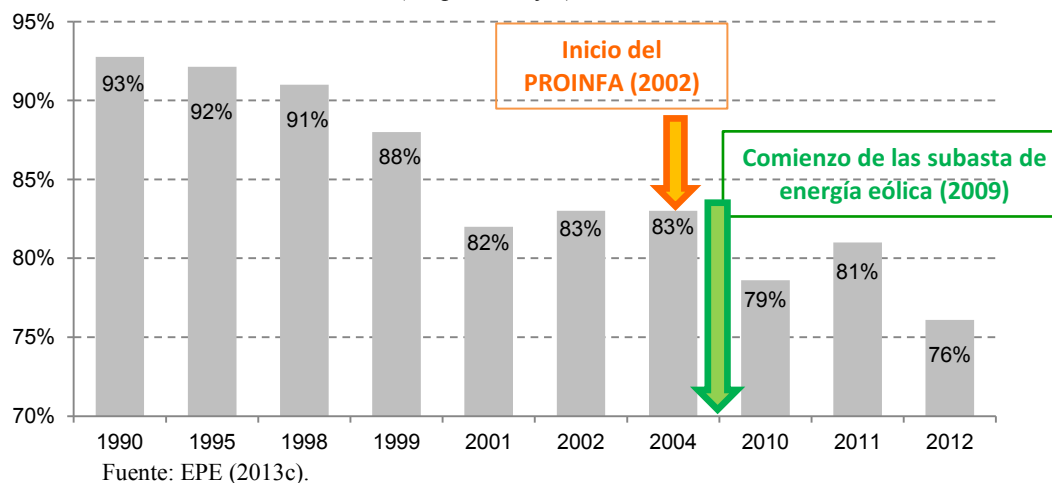
Junto con las circunstancias citadas, el fomento del uso de las instalaciones termoeléctricas de emergencia, que funcionan con gasóleo de automoción y diésel, contribuyó a que el aporte hidráulico descendiese al 82% del total.

Cabe atribuir principalmente a dos hechos la introducción de la energía eólica en el Brasil: el PROINFA, en 2002, y la primera subasta específica en relación con dicha fuente de energía, en 2009. En virtud del primer Programa de Incentivo de las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica (PROINFA), 46 parques de energía eólica fueron contratados por el plazo de 20 años, con una potencia total de 1.136 MW.

El segundo marco de referencia fue un concurso convocado expresamente para energía eólica, que se realizó en diciembre de 2009 a instancias de la EPE. En dicha subasta se comercializaron 1.805,7 MW, correspondientes a 71 parques de energía eólica, también por un plazo de 20 años.



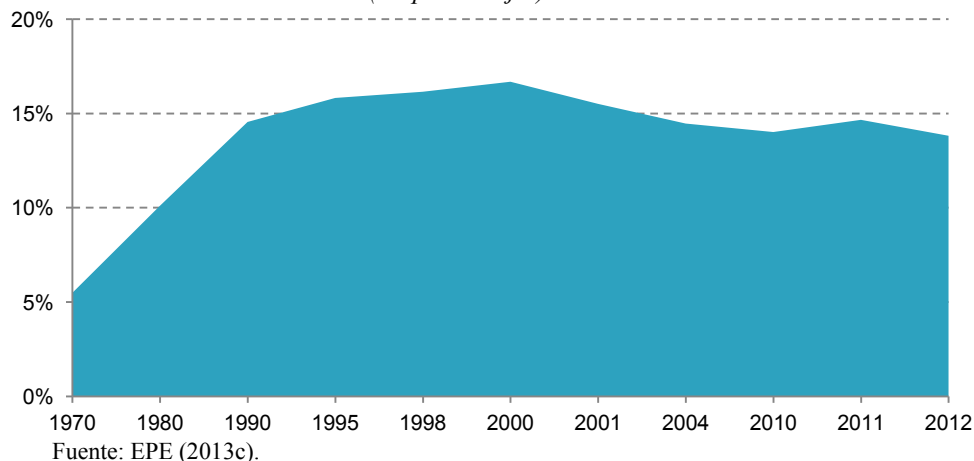
**Gráfico 18**  
**Cuota de la matriz eléctrica correspondiente a las energías hidráulica y eólica, 1990-2012**  
 (En porcentajes)



Desde entonces la energía eólica ha conseguido buenos resultados en las nuevas subastas de energía realizadas por la EPE y quedó demostrado que puede competir en buenas condiciones con las demás fuentes de energía ofertadas (estos concursos se rigen por la regla de la tarifa de energía eléctrica más barata), ya que en 2012 se alcanzó la cifra de 1.894 MW de potencia instalada.

Actualmente, (2012) la electricidad es la tercera fuente de energía del Brasil, pues ha perdido posiciones a favor del rubro de los derivados del petróleo y de la biomasa de la caña de azúcar. En el gráfico 19 se observa que el aporte de la energía eléctrica a la matriz era 14,5% en 1990 y llegó al 16,7% en el año 2000. Posteriormente, el porcentaje cayó levemente, al 14,0% en 2010 y al 13,8% en 2012.

**Gráfico 19**  
**Aporte de la electricidad a la matriz energética brasileña, 1990-2012**  
 (En porcentajes)

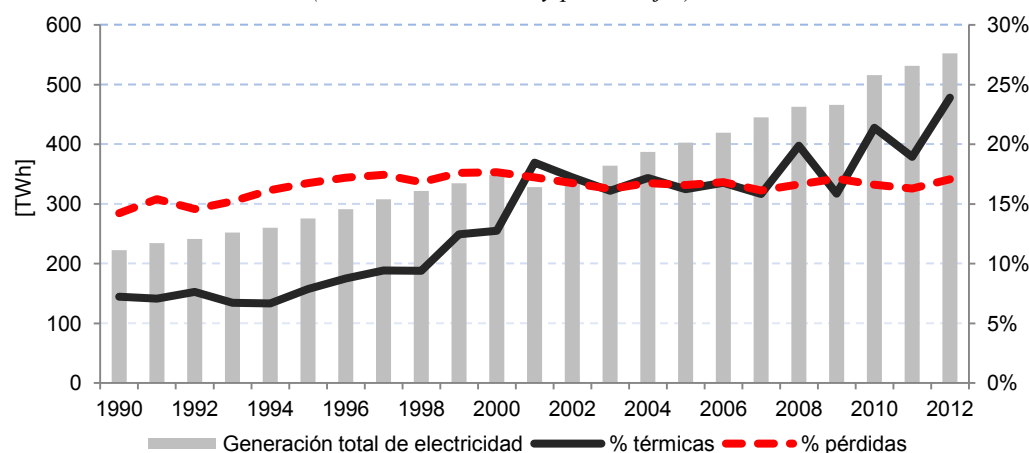


El aumento que se aprecia en el cuadro 10 (rubro de la generación de electricidad) obedece a las causas que se exponen a continuación. La generación nacional de energía eléctrica se calcula sumando las cifras que facilitan las plantas de servicio público y las instalaciones autoproductoras, aunque no se tiene en cuenta el intercambio de electricidad del Brasil con otros países (particularmente, la hidroeléctrica binacional de Itaipú).

En 1990 la generación eléctrica brasileña alcanzó la cifra de 222,7 TWh y en 2012 la cantidad producida fue de 552,5 TWh, lo cual quiere decir que dicha producción creció a razón de una media anual del 4,2% entre ambas fechas.

La autoproducción creció más del 550% a partir de 1990, sobre todo en el segmento industrial, y la generación termoeléctrica también aumentó de forma notable, pasando de 16 TWh en 1990 a 132 TWh en 2012, o sea, a una tasa anual media de 10,0% (véase el gráfico 20).

**Gráfico 20**  
**Brasil: generación de electricidad total, generación térmica y pérdidas, 1990-2012**  
(En teravatios, horas y porcentajes)



Fuente: EPE (2013c).

Ayudará a comprender mejor la situación peculiar del Brasil el hecho de que en 1990 la termoelectricidad representaba apenas el 7% de la generación eléctrica total, y hacia finales de la década de 1990 el nivel rondó el 10%.

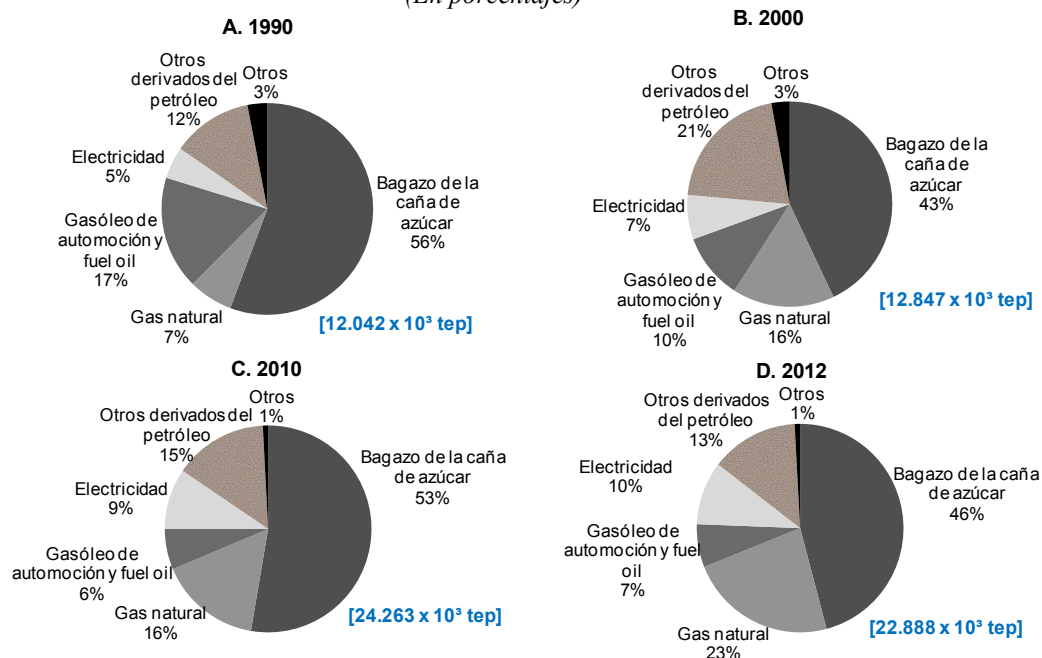
Después de la crisis de electricidad del 2001, el Estado dispuso incentivos para que se construyeran nuevas centrales termoeléctricas con el fin de reforzar el abastecimiento eléctrico de la nación. En 2001 la cuota térmica representaba ya el 18% y, desde entonces, el incremento fue moderado, alcanzando el 24% en 2012.

Merece la pena destacar que, si bien el aumento registrado en la autoproducción hizo posible disminuir las pérdidas técnicas, al no hacerse uso de las redes de transmisión y distribución, el aumento de la participación de la generación termoeléctrica en la matriz provocó que aumentaran también las pérdidas en el Sistema de Interconexión Nacional y en el autoconsumo de energía (demanda propia para generación de electricidad).

En el gráfico 20 se observa que la pérdida eléctrica total (pérdidas técnicas y comerciales) registró un nivel estable alrededor de una media de 16%. Tal estabilidad pone de relieve que en las dos últimas décadas se dejaron sentir los efectos de las iniciativas para el incremento de la eficiencia en la generación (por ejemplo, el uso de calderas que trabajan con mayor presión), transmisión y distribución de energía, y de que se intensificaron las medidas contra el hurto de electricidad (cuota de pérdidas comerciales).

Como se muestra en el gráfico 21, a lo largo de la década de 2000 el consumo del sector energético prácticamente se duplicó, alcanzando 24,3 millones de tep. En 1990 las fuentes renovables aportaban el 50% de la energía, cifra que en 2010 había ascendido al 63%.

**Gráfico 21**  
**Matriz del sector energético, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
*(En porcentajes)*



Fuente: EPE (2013c).

Se constata que creció la participación del bagazo de la caña de azúcar y de la electricidad, a la par de una disminución en el gasóleo de automoción, el fueloil y los demás derivados del petróleo. Ello se debe a que aumentó la cogeneración en las destilerías (sector biocombustible) y al uso de electricidad en procesos para los cuales se empleaba anteriormente el vapor (y que se basaban en derivados del petróleo), con el doble propósito de mejorar la eficiencia energética y de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Por ende, cabe concluir que, si bien por un lado se constata que la producción hidroeléctrica decae sistemáticamente en el sector eléctrico (generación), lo cual afecta el rendimiento general de la generación de energía eléctrica, se aprecian también dos fenómenos que amortiguan dichas consecuencias negativas que sufren los centros de transformación de la energía, pues ambos tienen un rendimiento elevado en el uso de la energía primaria: 1) el aumento de la generación eólica y de biomasa, y 2) el aumento de la producción en las destilerías. Tampoco se puede dejar de notar la penetración del gas natural en el sector energético y la reducción de la participación del gasóleo de automoción y los demás derivados del petróleo.

Finalmente, las principales líneas de acción propuestas por el Plan Nacional de Eficiencia Energética para el sector de transformación de la energía son:

- Elaborar, en asociación con el sector industria, programas enfocados en la eficientización de los procesos térmicos y en proyectos de cogeneración.
- Crear incentivos para la modernización de las plantas azucareras y de alcohol, a partir de la eficientización de procesos industriales para poder producir un mayor excedente de bagazo y, de esta manera, poder producir más electricidad exportable.
- Fomentar el uso de residuos industriales (biomasa, gases de coquería y de hornos) en procesos de cogeneración de energía para poder generar electricidad exportable.

## V. Tendencia de la eficiencia energética del sector industrial

### A. Tendencia general

Según se ha visto anteriormente, en el cuadro de la intensidad energética final, el sector industrial es el de mayor consumo energético (en relación al agropecuario y servicios) y se observa también que la intensidad energética crece en los 22 últimos años (un 1,0% anual en 1990-2012). Ello se examinará con detenimiento en esta sección y asimismo se analizarán las variaciones observadas en los períodos de crisis y de auge económico.

Aproximadamente un tercio de la energía final de que dispone la sociedad brasileña es consumida por el segmento industrial. El cuadro 11 y el gráfico 22 ilustran la participación de la industria nacional en la demanda de energía para los años 1990, 2000, 2010 y 2012, que permanece estable en el 35%.

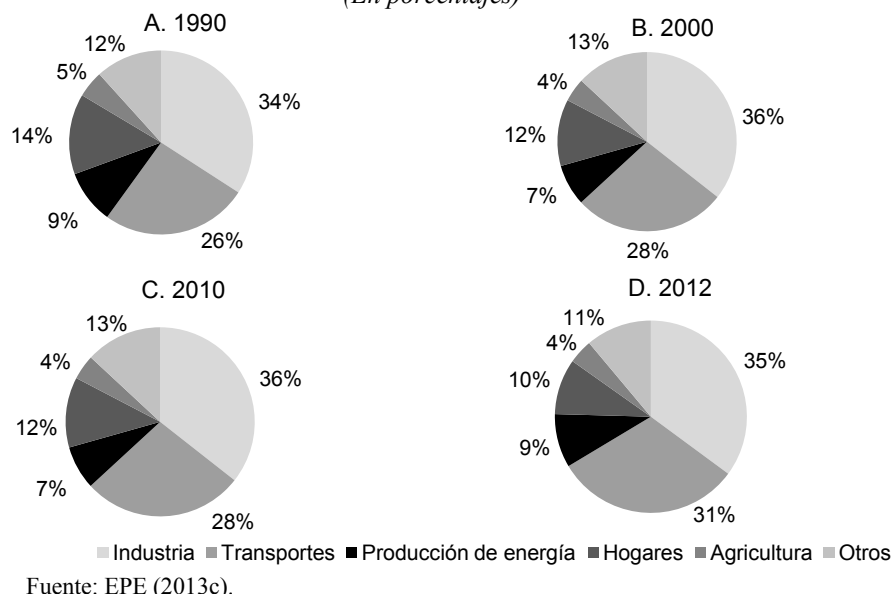
**Cuadro 11**  
**Brasil: demanda de energía del sector industrial, años seleccionados entre 1990 y 2012**

Consumo de energía por segmento	1990	2000	2010	2012
Sector industrial (en miles de toneladas equivalentes de petróleo (tep))	43 523	61 204	85 567	88 966
Sector industrial (en porcentajes de la demanda total)	34,1	35,6	35,5	35,1

Fuente: EPE (2013c).

En valor absoluto, el incremento fue del 39,8% en diez años, o sea, el 3,4% anual. Las mayores variaciones corresponden a los aumentos en las actividades de ferroaleaciones (10,4% anual), alimentos y bebidas (6,4% anual) y papel y celulosa (5,0% anual).

**Gráfico 22**  
**Brasil: consumo final de energía del sector industrial, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
*(En porcentajes)*

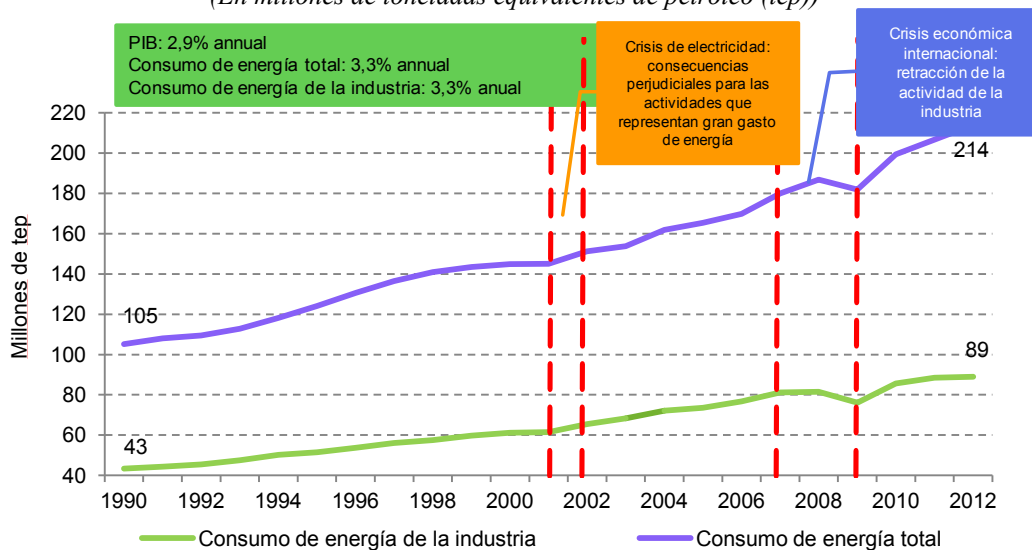


La demanda de energía de la industria brasileña creció a razón de una media anual de 3,3% entre 1990 y 2012, pasando de 43 millones de tep en 1990 a 89 millones de tep en 2012 (véase el gráfico 23).

El PIB brasileño (total) aumentó a una tasa media ligeramente inferior: 2,9% anual. El consumo de energía total creció en la misma proporción que la demanda industrial: 3,3% anual; en 2012 se consumieron 214 millones de tep, frente a 105 millones de tep en 1990.

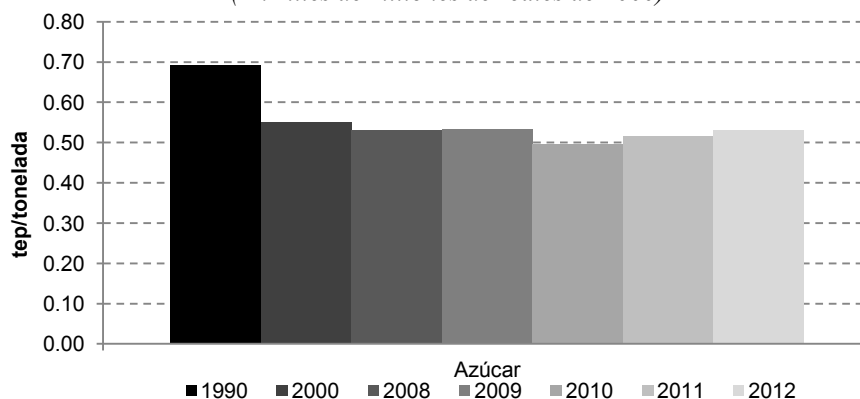
Los dos períodos que nos ocupan corresponden a la crisis de electricidad (racionamiento) registrada en 2001 y la crisis económica de 2008 y 2009. El primero se dejó sentir menos en la actividad industrial, aunque hubo limitación del abastecimiento y aumentó el costo de uno de los insumos: la energía eléctrica. Los subsectores más afectados fueron los electro-intensivos, particularmente la metalurgia.

**Gráfico 23**  
**Brasil: consumo de energía de la industria y consumo de energía total, 1990-2012**  
*(En millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep))*



La crisis económica de 2008-2009 supuso un fuerte golpe para la industria brasileña por la caída en las exportaciones y en el consumo interno en algunos segmentos, con la correspondiente repercusión en la producción industrial nacional. En 2009 se registró una variación negativa del 6,6% en la demanda de energía de la industria (81,5 millones de tep en 2008 frente a 76,2 millones de tep en 2009).

**Gráfico 24**  
**Brasil: valor agregado de la industria, por segmento, 2000 y 2012**  
(En miles de millones de reales de 2000)



Fuente: EPE (2013b).

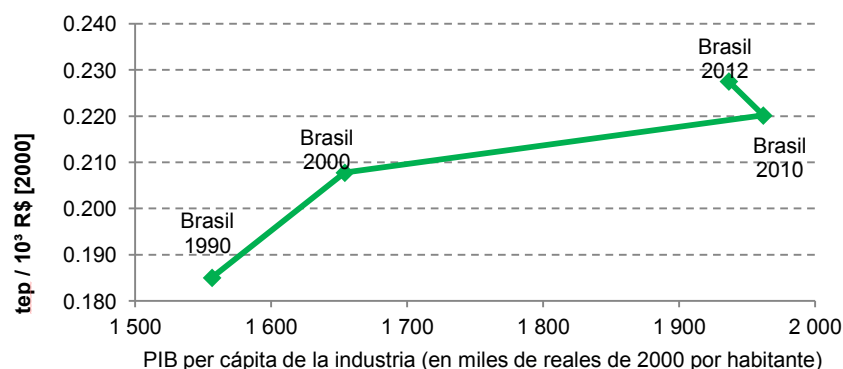
En moneda constante del año 2000, el valor agregado industrial pasó de 85.600 millones de reales en 2000 a 215.900 millones de reales en 2012, lo cual representa un aumento medio anual de 8,0% (véase el gráfico 24).

Los segmentos cuyo valor agregado creció más fueron la metalurgia primaria (11,1% anual), los alimentos y bebidas (9,4% anual) y los minerales no ferrosos (8,7% anual). Figuran seguidamente el sector químico (7,1% anual), el textil y papel y celulosa, ambos con una tasa de 4,7% anual.

El gráfico 25 ilustra la evolución de la intensidad energética de la industria brasileña. Tomando como referencia el valor constante de 2000, se puede apreciar que en 1990 la intensidad energética de la industria fue de 0,185 tep/1.000 reales.

Por ende, en los últimos 20 años la intensidad energética de la industria brasileña creció el 12,4%, lo cual se explica por diversas causas. En el transcurso de la década de 1990, se realizaron inversiones en nuevas plantas de fabricación de celulosa, en detrimento de las fábricas de papel, y el indicador aumentó en una media anual del 1,2%, hasta alcanzar 0,208 tep/1.000 reales en el año 2000.

**Gráfico 25**  
**Intensidad energética y PIB per cápita correspondientes a la industria,**  
**años seleccionados entre 1990 y 2012**  
(En toneladas equivalentes de petróleo (tep) por 1.000 reales de 2000)



Fuente: EPE (2013b).

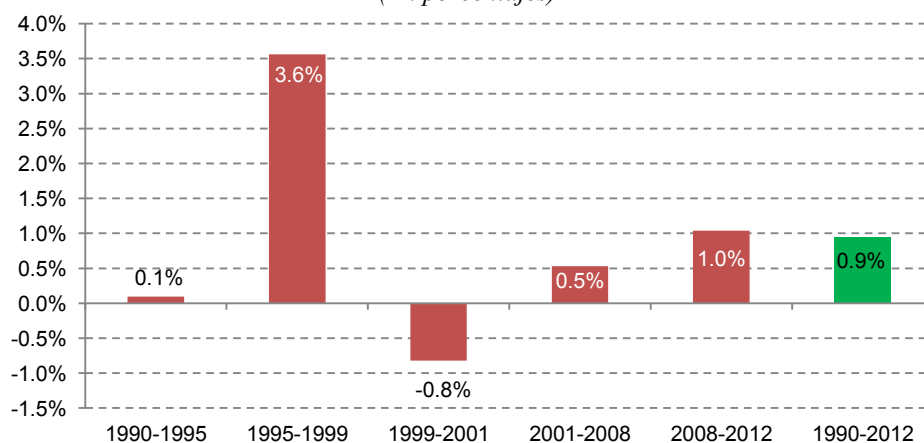
En la década siguiente (2000-2010) el aumento medio anual fue menor (representó el 0,6%), por lo que la intensidad energética alcanzó la cifra de 0,220 tep por 1.000 reales en 2010. La razón porque se redujera la inclinación de la derivada, fue que mejoró la eficiencia en sectores como el cemento (con una reducción anual de 1,8% en el consumo) y la siderurgia (con una reducción anual de 1,0%). Por otro lado, en dicho período creció la capacidad productiva de sectores como la siderurgia, los no ferrosos y la celulosa. Dos años después, en 2012, se llegó a la cifra de 0,228 tep/1.000 reales (un aumento de 1,8% anual), fruto del aumento registrado en el segmento cementero en dicho bienio (de 5,6% anual).

Si aumentó la intensidad energética por un lado, también creció el PIB industrial, aunque a tasas menores que el consumo. El indicador del eje horizontal del mismo gráfico (PIB industrial per cápita) registraba, en 1990, el valor de 1,556 x 106 reales/habitante y ascendió a 1,654x106 reales/habitante en 2000 (un incremento de 0,6% anual).

En fechas posteriores, el valor agregado de la industria per cápita aumentó a 1,962 x 106 reales por habitante en el año 2000 (un 1,7% anual) y cayó a 1,936 x 106 reales/habitante en 2012 (un 0,6% anual).

El gráfico 26 muestra el análisis por períodos, con el fin de ayudar a comprender mejor cómo evolucionó la intensidad energética de la industria, y se aprecian hechos trascendentes. La década de 1990 fue un período en el que se recuperó la inversión en el segmento industrial, especialmente después de la retracción de la década anterior, lo cual determinó que el indicador creciera a razón de 1,6% anual. Sin embargo, cuando se separan las dos mitades de la década de 1990 resulta que en la primera parte hay estancamiento (aumento de solo un 0,1% anual), mientras que en la segunda parte el crecimiento es evidente (del 3,6% anual).

**Gráfico 26**  
**Brasil: intensidad energética de la industria por período, 1990-2012**  
(En porcentajes)



Fuente: EPE (2013b).

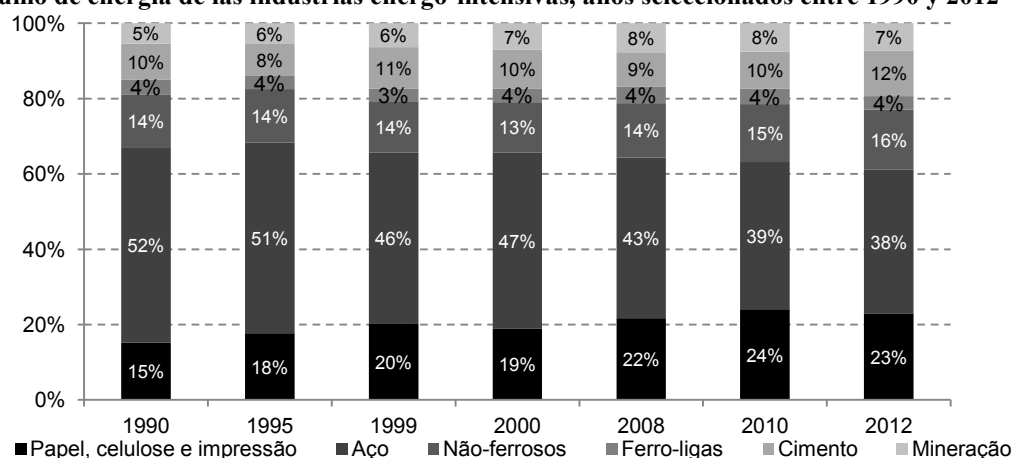
En 2000 y 2001 surge la crisis de racionamiento de electricidad, por lo que el indicador registra una tasa anual del 0,8%. Sigue un período de recuperación (2001-2008) en el que se ponen en marcha nuevos proyectos y, por ende, la intensidad energética de la industria brasileña crece a razón de una media anual de 0,5%. Según se señaló anteriormente, los segmentos más electro-intensivos y de mayor intensidad energética sufrieron más el efecto de dicho problema, que, además, se dejó sentir en toda la sociedad brasileña.

En 2008 y 2009 la crisis económica internacional golpeó con fuerza a la industria nacional e hizo descender la intensidad energética. Cabe destacar que los segmentos relacionados con la metalurgia fueron los más afectados por esa crisis, que provocó la paralización e, incluso, el cierre de las instalaciones industriales menos eficientes. Tras la crisis se recuperó nuevamente la inversión, sobre todo a partir de proyectos en las ramas de la siderurgia, la bauxita, el aluminio y la celulosa (que se incrementaron en promedio un 1,0% anual). Entre 1990 y 2012 el indicador creció a razón de una media anual general del 0,9%.

El gráfico 27 expone la distribución del consumo de energía correspondiente a los segmentos energo-intensivos de la industria brasileña en cuatro años seleccionados. En 1990 la siderurgia consumía más de la mitad de la energía industrial, proporción que se redujo a partir de entonces: un 47% en 2000, un 39% en 2010 y un 38% en 2012.

El segundo consumidor es la industria del papel y la celulosa, a la que se destina actualmente el 23% de la energía industrial. Hace 22 años el porcentaje era notablemente menor (15%), siendo este el subsector que más ha crecido desde entonces.

**Gráfico 27**  
**Consumo de energía de las industrias energo-intensivas, años seleccionados entre 1990 y 2012**



Fuente: EPE (2013b).

El tercer segmento corresponde a los minerales no ferrosos y otros de la metalurgia, cuya participación presenta un comportamiento más estable. Comenzó el período en el 14% y hoy se encuentra en el 16%.

En la secuencia aparece la industria del cemento, que consumió el 10% de la energía en 1990, 2000 y 2010. En 2012 la cuota fue ligeramente mayor (un 12%). Sigue en la lista el subsector de la minería y peletización, cuyo consumo comenzó en 5%, alcanzó el 8% en 2010 y en 2012 llegó al 7% de la demanda total. Por último, figura el segmento de las ferroaleaciones, con un 4% del consumo industrial en los años seleccionados.

En el cuadro 12 se representa la participación de los segmentos energo-intensivos (papel y celulosa, siderurgia, no ferrosos, ferroaleaciones, minería y peletización y cemento) en el consumo total de energía del sector industrial.

**Cuadro 12**  
**Demanda de las actividades energo-intensivas, años seleccionados entre 1990 y 2012**

Consumo de energía	1990	2000	2010	2012
Segmentos energo-intensivos (en miles de toneladas equivalentes de petróleo (tep))	23.682	32.714	42.103	43.898
Sector industrial (en miles de tep)	43.523	61.204	85.567	88.966
Segmentos energo-intensivos (en porcentaje de la demanda total)	54,4	53,5	49,2	49,3

Fuente: EPE (2013c).

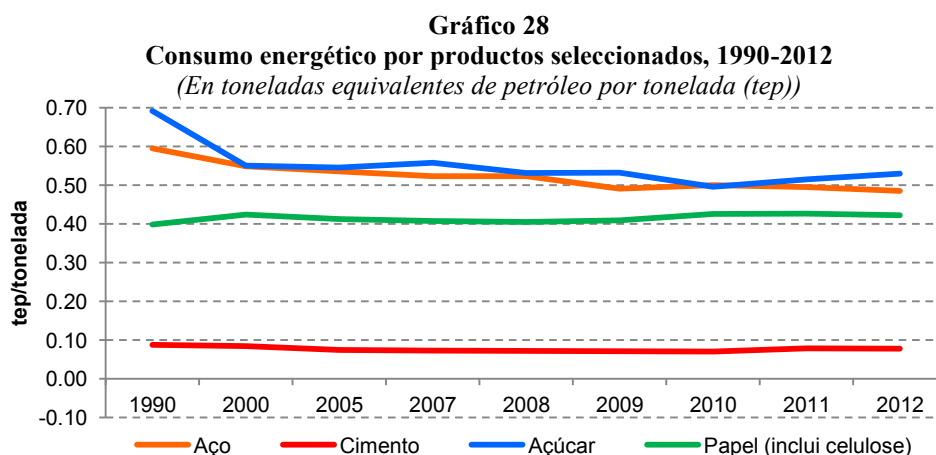
Como consecuencia de lo que se viene de exponer, el aporte de los sectores energo-intensivos sufrió una ligera reducción en el período que va desde 1990 a 2012 (-5,1%), aunque la disminución no fue uniforme a lo largo de todo el período. En 1990 esos seis subsectores consumieron 23,7 millones de tep (el 54,4% del total industrial). Después de 22 años, el consumo creció 20,2 millones de tep, hasta alcanzar 43,9 millones de tep, o sea, el 49,3% del total.



## B. Análisis por segmento de la industria

Según se ha visto anteriormente, corresponde en gran parte a la industria, particularmente a los sectores que consumen más energía, la evolución de la intensidad energética final. En este apartado se tratan aspectos de esa evolución con cifras más precisas correspondientes a los sectores señalados de la industria.

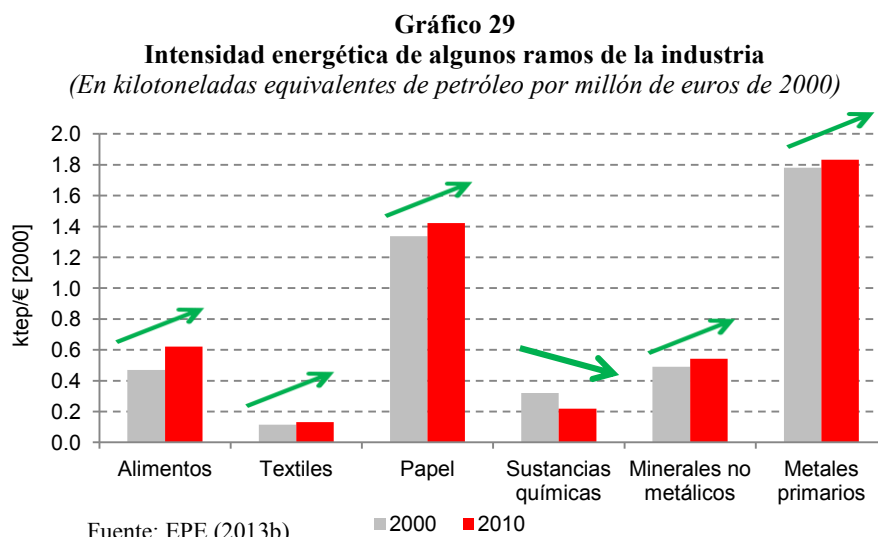
El gráfico 28 expone el consumo energético específico correspondiente a cinco subsectores de la industria: la siderurgia, el papel y celulosa, el cemento, el aluminio y el azúcar.



La cuestión de la intensidad energética queda ilustrada en el gráfico 29, en el que figuran seis segmentos de la industria brasileña en los años 2000 y 2010: alimentos y bebidas, textil, papel y celulosa, química, minerales no metálicos (principalmente el cemento) y metales primarios.

Salvo en el ramo de la industria química, cuyo indicador cayó 32% durante la década, se puede apreciar que la intensidad energética de esos segmentos de la industria brasileña aumentó en el período. La variación fue la siguiente: 32% en el segmento alimentos y bebidas, 14% en textil, 6% en papel y celulosa, 11% en minerales no metálicos y 3% en metales primarios.

El mayor valor de la intensidad energética de la industria corresponde a los metales primarios (1,83 kilotoneladas equivalentes de petróleo (ktep) por millón de euros de 2000) y al papel y celulosa (1,42 ktep por millón de euros de 2000). En contraste, las cifras más bajas son las de la química (0,22 ktep por millón de euros de 2000) y textil (0,13 ktep por millón de euros de 2000).



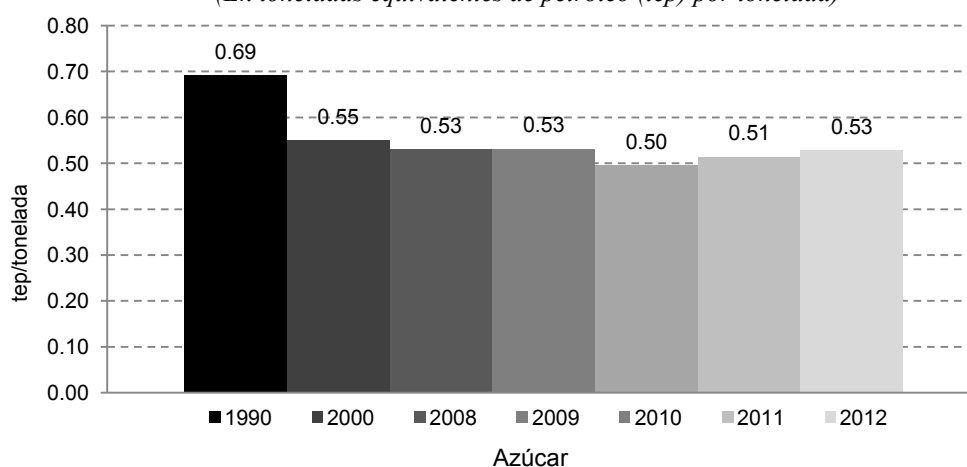
Tratándose de los sectores más energo-intensivos, exceptuadas las proxys de los no ferrosos y de alimentos y bebidas, en los tres restantes se considera el consumo específico. En el caso del segmento de los no ferrosos y otros de la metalurgia, el aluminio representa un 56% del total y es considerado proxy. En el subsector de alimentos y bebidas, se toma de proxy el azúcar, al que corresponde el 75% del total.

Cabe reiterar que, de los cuatro segmentos citados, el azúcar es el producto más energo-intensivo, pues aunque se registró una reducción importante (de 23%) en el consumo específico durante el período, la fabricación de azúcar aún consume aproximadamente siete veces más que la industria cementera.

En el gráfico 30 se detalla la caída del consumo energético específico en el segmento azucarero, que utilizaba 0,691 toneladas equivalentes de petróleo por tonelada de azúcar en 1990 y 0,529 en 2012. Aunque se trate de un segmento autosuficiente en lo que respecta al abastecimiento de energía, es importante señalar el notable consumo necesario para producir dicho alimento.

**Gráfico 30**

**Brasil: consumo energético específico de la industria del azúcar, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
(En toneladas equivalentes de petróleo (tep) por tonelada)

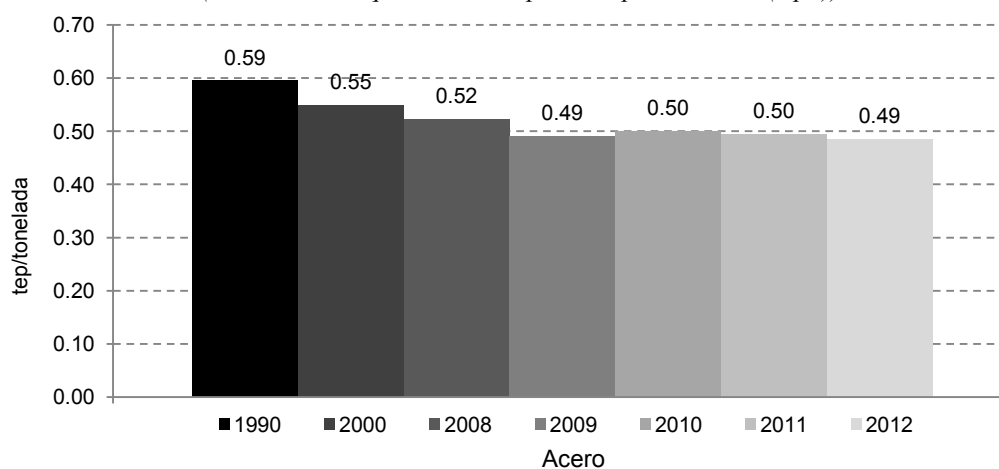


Fuente: EPE (2013b).

En el gráfico 31 se aprecia la disminución del consumo específico de la industria siderúrgica, pues en 1990 se necesitaban 0,594 toneladas equivalentes de petróleo (tep/t) para producir una tonelada de acero, cantidad que se redujo a 0,485 tep/t en 2012 (lo que equivale a una disminución de 18,4%).

**Gráfico 31**

**Brasil: consumo energético específico de la siderurgia, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
(En toneladas equivalentes de petróleo por tonelada (tep/t))



Fuente: EPE (2013b).

Si exceptuamos el año 2010, en todos los demás se registraron caídas en relación con el año anterior. Se considera que el bienio 2009-2010 fue atípico, dado que no había cesado aún la perturbación del mercado provocada por la crisis económica internacional, que golpeó con fuerza a la siderurgia brasileña al final de la década pasada.

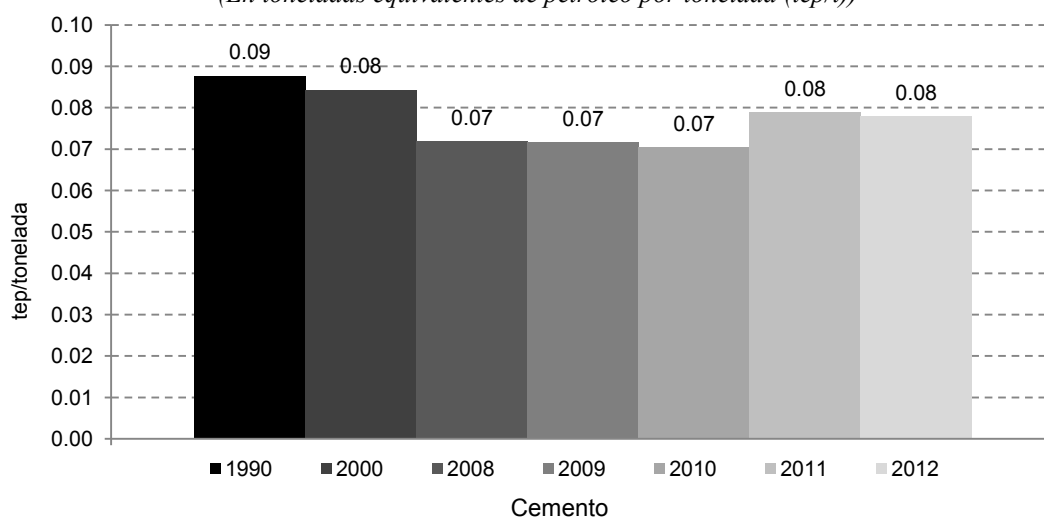
Combinando el análisis con las cifras que se reproducen en los gráficos 22 a 25, se observa que el menor aporte de la siderurgia al consumo de las industrias energo-intensivas obedece, en parte, a la eficientización de los métodos (caída en el consumo específico). Además de eso, es bastante probable que la rebaja del precio del acero en los últimos años (en el mercado internacional) y el estancamiento de la producción en el Brasil hayan contribuido a reducir el valor agregado de dicho segmento de la economía brasileña.

Si se toma la siderurgia como proxy del sector de minerales metálicos (siderurgia y ferroaleaciones), se observa que, aunque haya habido una reducción en el consumo específico (siderurgia), la intensidad energética en el período aumentó.

De manera análoga, tomando el cemento como proxy de los minerales no ferrosos, se registra algo semejante a lo ocurrido en la siderurgia (véase el gráfico 32). En 1990 el consumo específico de cemento era de 0,088 tep/t y al final de 2012 se situó en 0,078 tep/t, esto es, un 11,4% menos.

Nuevamente se puede apreciar que hay una tendencia a la baja a lo largo de las dos décadas, aunque más suave que la observada en el caso de la siderurgia.

**Gráfico 32**  
**Brasil: consumo energético específico de la industria del cemento,**  
**años seleccionados entre 1990 y 2012**  
(En toneladas equivalentes de petróleo por tonelada (tep/t))



Fuente: EPE (2013b).

Hasta la fecha todo indica que la razón sería la sustitución de combustibles en el proceso de producción del cemento, pues este segmento es conocido por su flexibilidad y porque se buscan siempre insumos más baratos. A raíz de ello, se registró una transformación estructural de la matriz energética del sector en 2011 y 2012, pues se comenzó a utilizar carbón mineral y carbón vegetal, entre otras fuentes, que alcanzaron aproximadamente el 5%, en sustitución de una parte de la cuota correspondiente al coque de petróleo.

Considerando que los nuevos combustibles utilizados tienen menor poder calorífico que el coque de petróleo y que, en algunos casos, su transformación en energía es menos eficiente, está justificado el incremento del consumo específico.

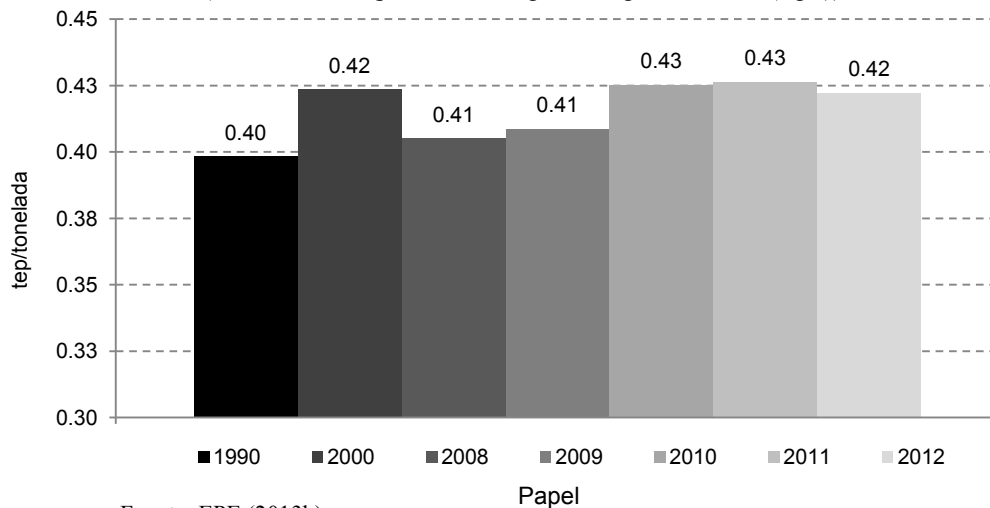
Del examen conjunto de dichos aspectos resulta la participación estable del cemento en la demanda de los sectores energo-intensivos. Esta estabilidad se puede atribuir a un bajo consumo específico

en comparación con los demás sectores que hacen uso intensivo de la energía. Aunque, por un lado, descendió el consumo específico durante el período (en el sector del cemento), se redujo el valor agregado de los sectores no metálicos y ello contribuyó a elevar la intensidad energética en el mismo período.

La industria del papel y la celulosa se comportó de manera bastante irregular, aunque después del año 2000 se destaca en general por la estabilidad. En efecto, en 1990 el nivel era de 0,398 tep/t, en 2000 de 0,424 tep/t, y en 2012 de 0,422 tep/t (véase el gráfico 33).

La razón tras dichas oscilaciones radica en la diferencia entre el consumo energético específico de las operaciones necesarias para fabricar el papel y la celulosa, pues la fabricación de esta última requiere más energía. Entre 2007 y 2012, cerca del 70% del crecimiento del sector correspondió a la celulosa, lo cual eleva el consumo medio total.

**Gráfico 33**  
**Brasil: consumo energético específico de la industria del papel y la celulosa,**  
**años seleccionados entre 1990 y 2012**  
*(En toneladas equivalentes de petróleo por tonelada (tep/t))*



Fuente: EPE (2013b).

Por tanto, aunque mejoró el método de producción a lo largo de los años, esa evolución quedó compensada por la entrada en operación de nuevas fábricas de celulosa, que aumentaron el consumo energético específico de todo el sector.

El resultado final es que también creció la intensidad energética del segmento en el mismo período. En realidad, entre 1990 y 2010 aumentó la contribución de dicho segmento a la demanda de energía de las actividades energo-intensivas, pasando del 15% al 24% del total. Uno de los motivos probables es el aumento de la producción de papel en las dos décadas, mayor en porcentaje que la variación observada en otras actividades, como la siderurgia.

Según se ha visto, algunos segmentos energo-intensivos lograron reducir el consumo específico, lo cual influyó positivamente en la eficiencia energética, pero la intensidad energética del sector industrial, particularmente de la rama con un uso más intensivo de energía, creció en las últimas décadas.

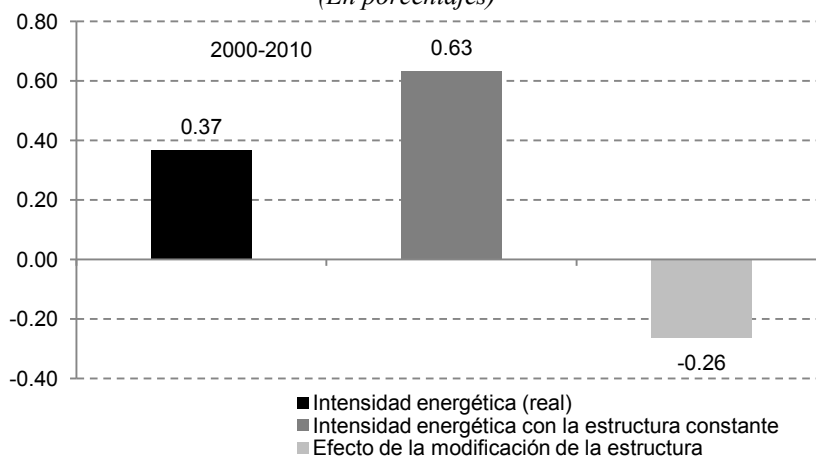
### C. Repercusión de las transformaciones estructurales

No obstante, se puede concluir que el peso de las ramas energo-intensivas afecta considerablemente el resultado de la intensidad energética total de la industria. La presente sección trata sobre el efecto de esa transformación en la estructura de la industria.

El gráfico 34 expone un interesante panorama de la intensidad energética de la industria nacional, correspondiente al decenio de 2000-2010. Según esas cifras, en la última década dicho indicador aumentó a razón de una media anual de 0,37%, pasando de 682 tep/millón de reales a 708 tep/millón de reales.

También es posible entender que, si la estructura del sector industrial fuese constante, la intensidad energética habría crecido más, el 0,76% anual, pues en 1990 el indicador era 682 tep/millón

**Gráfico 34**  
**Brasil: evolución de la intensidad energética de la industria, 2000-2010**  
(En porcentajes)



Fuente: EPE (2013b).

De ello se desprende que la alteración a la estructura productiva de la industria que se produjo en la última década favoreció al indicador de intensidad energética, lo cual, como ya se expuso, se atribuye particularmente al enfriamiento en los últimos años de la industria que requiere un mayor uso de energía.

En el período citado se registra también una redistribución de la participación relativa de los segmentos que consumen más energía en el indicador de intensidad energética. La siderurgia, que tiene un consumo específico elevado, incluso en comparación con los demás segmentos del sector, registró una reducción de la cuota equivalente al 14% del total, y en consecuencia fue una de las más afectadas. Ocurre otro tanto con el aluminio.

El mayor crecimiento de la década en aporte correspondió a las fábricas de papel y celulosa (8%), pero como su consumo específico fue un 17% menor que lo registrado en la siderurgia, dicha “compensación” repercutió positivamente en el efecto de la modificación de la estructura.

En síntesis, los sectores de mayor consumo energético registraron en conjunto un comportamiento menos energo-intensivo en los últimos años. Cabe preguntarse si esa variación será permanente, y la respuesta a esa pregunta viene de la mano de estudios como el presente, que tienen por objeto monitorear el fenómeno.

Finalmente, algunas líneas de acción del Plan Nacional de Eficiencia Energética para el sector industrial son:

- Estudiar la creación de incentivos fiscales y tributarios para la modernización industrial y la eficiencia energética, incluyendo la sustitución de equipos ineficientes por similares eficientes.
- Estudiar el uso de transformadores con núcleo de metal amorfo, además del desarrollo de proyectos más eficientes y la adopción de programas de etiquetación.
- Elaborar programas enfocadas en la eficientización de procesos industriales térmicos y en proyectos de cogeneración (medida compartida con el sector de transformación de energía).

- Crear mecanismos para incentivar la sustitución de la leña por gas natural en los sectores de alimentos y bebidas, cerámicas y papel y celulosa cuando sea viable (esta medida puede reducir el consumo de energía primaria, pero si el origen de la leña fuese madera reforestada, aumentarían las emisiones de gases de invernadero).
- Fomentar el uso de residuos industriales (biomasa, gases de coquería y hornos) en procesos de cogeneración de energía, eficientizando los procesos industriales involucrados (medida compartida con el sector de transformación de energía).
- Promover un programa de eficiencia energética con los clientes industriales de los distribuidores de gas natural.
- Estudiar mecanismos obligatorios de inversión en la eficiencia energética, con aporte de capital propio o de terceros, para el financiamiento otorgado por agencias gubernamentales (como el BNDES).
- Promover mecanismos para la identificación de oportunidades de integración energética entre distintas industrias, en búsqueda de sinergias entre las industrias e incentivando proyectos de cogeneración distrital.
- Crear líneas de financiamiento para equipos energéticamente eficientes (sello A o sello PROCEL)
- Fortalecer y/o crear mecanismos para incentivar la ampliación de la participación de los ESCO con los segmentos productivos.



## VI. Tendencia de la eficiencia energética del sector agropecuario

### A. Tendencia general

Según se ha visto, después de la industria, corresponde al sector agropecuario el segundo lugar por consumo de energía, y el tercero, al segmento de los servicios y el comercio. Sin embargo, dicho sector es uno de los que registra menor consumo relativo de energía en Brasil, pues supera solamente a los segmentos comercial y público. A continuación se hablará de los sectores de transporte y de los hogares, que no son tenidos en cuenta cuando se examina la situación desde la óptica del PIB (producción), aunque son importantes consumidores de energía final.

Cabe recordar que, si en el caso de la industria, aumentó la intensidad energética en los últimos años, el sector agropecuario contribuyó en el sentido opuesto, pues entre 1990 y 2012 su intensidad energética disminuyó cerca del 1% anual (sección I). A continuación se expondrán las causas de dicha evolución.

**Cuadro 13**  
**Brasil: demanda de energía del sector agropecuario, años seleccionados entre 1990 y 2012**

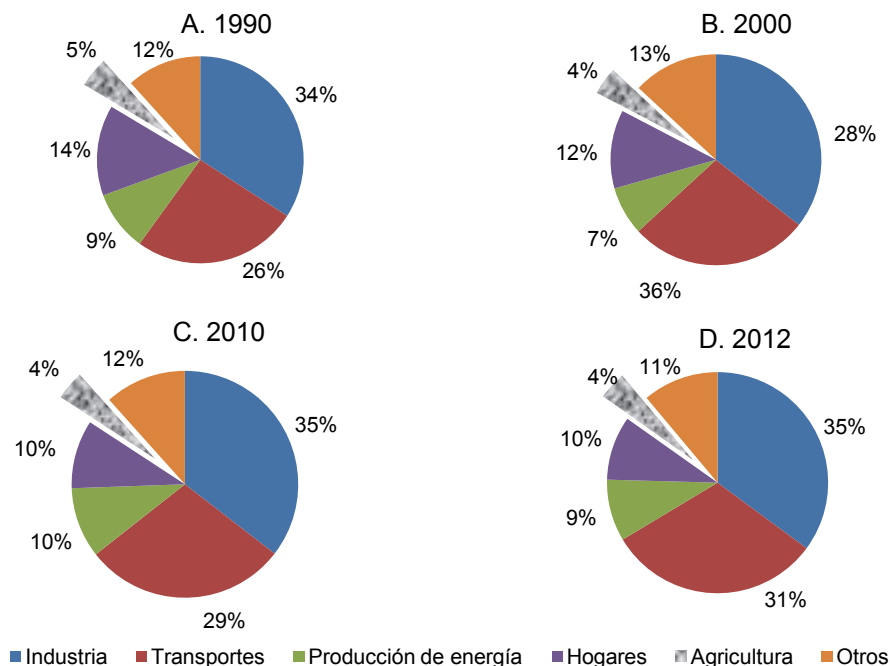
Consumo de energía por segmento	1990	2000	2010	2012
Sector agropecuario (en miles de toneladas equivalentes de petróleo (tep))	6 027	7 332	10 029	10 362
Sector agropecuario (en porcentaje de la demanda total)	4,7	4,3	4,2	4,1

Fuente: EPE (2013c).

Entre los años 1990 y 2012 la participación relativa del sector agropecuario en la matriz energética brasileña se mantuvo estable, cercana al 4% (véanse el cuadro 13 y el gráfico 35). La demanda total de energía en valor absoluto aumentó según una media anual de 3,2%, pasando de 7,332 millones de tep en 2000 a 10,029 millones de tep en 2010.



**Gráfico 35**  
**Brasil: consumo final de energía del sector agropecuario, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
*(En porcentajes)*



Fuente: EPE (2013c).

En la última década, la actividad agropecuaria brasileña creció a tasas superiores a las de la economía, lo cual se explica por el aumento de la productividad agropecuaria y porque aumentó también la demanda internacional de alimentos.

Según el gráfico 36, la demanda de energía del sector agropecuario se compone de tres recursos energéticos: el gasóleo de automoción, la electricidad y la leña. Es bastante exigua la cuota correspondiente a otros recursos energéticos, como el gas licuado del petróleo (GLP), el carbón vegetal y el gas natural.

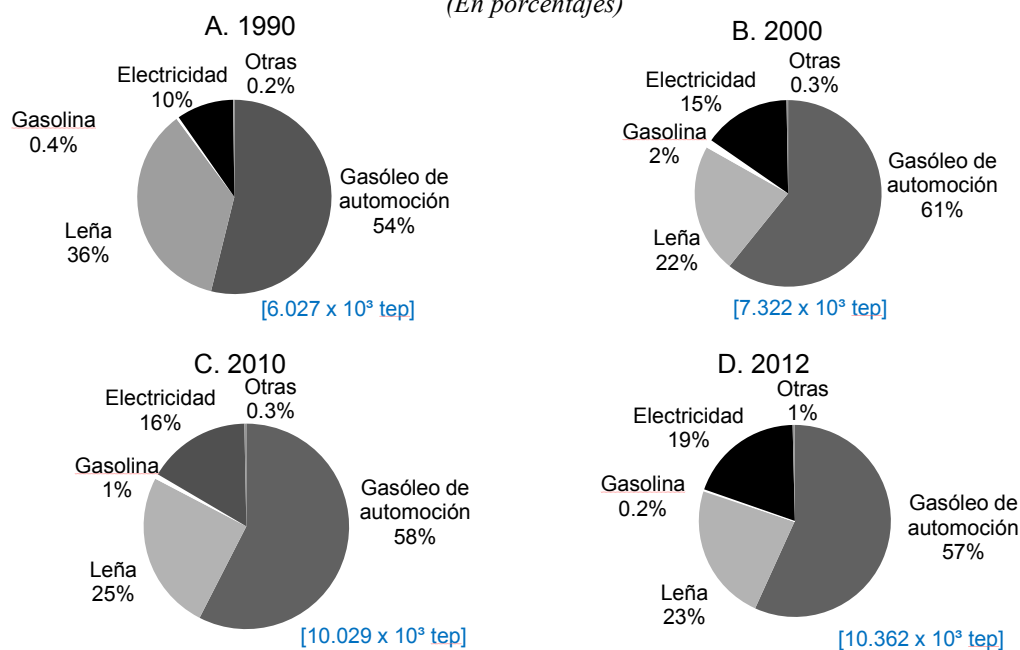
El gasóleo de automoción es el principal producto energético utilizado en el sector agropecuario brasileño, con un aporte del 58% en 2010, y la demanda está relacionada directamente con la flota de maquinaria agrícola del sector. El crecimiento de superficie plantada de grandes cultivos de granos y la mecanización del cultivo de la caña de azúcar obligaron a ampliar dicha flota.

En la industria pecuaria, el aumento de la intensificación de la producción también obligó a extender cultivos agrícolas que sirven de forraje para el ganado, lo cual hizo necesario acrecentar la flota de maquinaria agrícola.

El consumo de leña se explica por los métodos de secado de los granos en la producción agrícola y porque se usa con fines de calefacción en la actividad pecuaria. La cuota de la leña creció del 22% del total en 2000 al 25% en 2010.

El consumo de electricidad corresponde a dos actividades: los métodos de irrigación en la agricultura y los métodos de refrigeración de la industria pecuaria. La extensión de los cultivos a regiones que fueron precisos acondicionar, hizo crecer la demanda de diversos medios y aperos agrícolas, entre ellos, los recursos hídricos.

**Gráfico 36**  
**Brasil: consumo del sector agropecuario por fuente de energía, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
 (En porcentajes)



Fuente: EPE (2013c).

La matriz energética del sector refleja el aumento habido entre los años 2000 (un 15%) y 2010 (un 16%), con lo cual la electricidad es la tercera fuente de energía del segmento.

En la industria pecuaria, la demanda de energía eléctrica se atribuye al mayor número de instalaciones de refrigeración para la producción de leche y de instalaciones frigoríficas para mataderos.

## B. Tendencia por segmento

### 1. Agricultura

El cuadro 14 ilustra el notable auge registrado por la producción agrícola brasileña, gracias, fundamentalmente, a que se han mejorado y fomentado cultivos que se adaptan mejor a las condiciones edafoclimáticas del país.

No obstante, ese aumento de productividad se explica en parte por el impulso dado a la mecanización de los cultivos agrícolas, pues la ampliación de los cultivos en regiones que no estaban adaptadas hizo necesario aumentar la irrigación con el fin de mantener la curva de crecimiento de la productividad.

La soja es el cultivo agrícola que más se ha extendido desde 1990, con un crecimiento medio anual de 8,3%. En segundo lugar figura la caña de azúcar, con un aumento de 5,2% anual. Completan el cuadro el maíz, el trigo y el arroz, con incrementos anuales de 4,4%, 3,3% y 1,6%, respectivamente.

Corresponde ahora hacer un repaso y balance de las iniciativas por aumentar la eficiencia de los métodos agrícolas aplicados en Brasil durante las dos últimas décadas. Cuatro de los cinco cultivos del cuadro anterior (caña de azúcar, maíz, soja y trigo) registraron un ritmo de crecimiento de la cosecha superior al aumento de la demanda de energía del sector agropecuario.

**Cuadro 14**  
**Brasil: evolución de la cosecha en rubros seleccionados, 1990-2010**  
*(En miles de toneladas y en porcentajes)*

Producción	1990	2000	2010	1990-2010
Caña de azúcar	262 674	326 121	717 462	5,2
Maíz	24 096	42 290	57 407	4,4
Soja	15 395	38 432	75 324	8,3
Arroz	9 997	10 386	13 613	1,6
Trigo	3 078	3 194	5 882	3,3

Fuente: IBGE (2013).

Por ende, es lógico deducir que se aplicaron medidas para aumentar la eficiencia energética en el segmento agrícola, especialmente en los dos principales cultivos de la actualidad: la caña de azúcar y la soja. De forma concomitante se observa que mejoró la productividad del agro, lo cual también contribuyó a que se redujera la demanda de energía en las etapas de plantío y cuidado y recogida de la cosecha.

En el cuadro 15 figura el indicador de productividad (tonelada/superficie plantada), que resulta sumamente útil para comprender los cultivos que mejor absorbieron el efecto de las medidas de mejoramiento genético y mecanización del agro.

Según dicho indicador, la soja cede el primer puesto al trigo, cuyo indicador de productividad creció el 5,5% anual a lo largo de 20 años. En el segundo puesto, la soja creció el 4,6% y el maíz llegó tercero, subiendo un 4,0% anualmente.

Completan la relación el cultivo del arroz y de la caña de azúcar, con incrementos medios anuales del 3,6% y 1,3%, respectivamente, lo cual permite comprender que el aumento de la zafra y de la cosecha de soja se debe mucho más a la expansión de la superficie plantada que a la evolución e la productividad.

**Cuadro 15**  
**Brasil: productividad de los rubros agrícolas escogidos, 1990-2010**  
*(En toneladas por hectárea y porcentajes)*

Indicadores agrícolas	1990	2000	2010	Promedio de aumento anual 1990-2010
Caña de azúcar	60,8	66,8	78,3	1,3
Maíz	2,0	3,3	4,4	4,0
Soja	1,3	2,8	3,2	4,6
Arroz	2,4	2,8	4,9	3,6
Trigo	0,9	2,1	2,7	5,5

Fuente: IBGE (2013).

## 2. Industria pecuaria

Al igual que ocurre en la agricultura, la mayor productividad de la proteína animal es consecuencia de que se mejoraron la explotación del ganado y los métodos zootécnicos gracias a investigaciones realizadas por la EMBRAPA<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Véase [en línea] [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br).

El aumento de la tasa de sacrificio de animales obligó a contar con más instalaciones de almacenamiento refrigeradas, mientras que la intensificación hizo necesario ampliar la flota de máquinas para cultivo de forrajes.

El cuadro 16 ilustra la evolución de las cabañas bovina, porcina y aviar de Brasil, donde la avicultura es la actividad que registra mayor crecimiento, con una media de 4,2% anual.

La producción bovina aparece en segundo lugar con casi 210 millones de cabezas de ganado en 2010, o sea, un crecimiento del 42,5% en dos décadas. La cabaña porcina se ubica en tercer lugar, con un incremento medio anual inferior al 1,0%.

**Cuadro 16**  
**Brasil: evolución de las cabañas seleccionadas, 1990-2010**  
(En millones de cabezas y porcentajes)

Cabaña ganadera	1990	2000	2010	Promedio de aumento anual 1990-2010
Bovinos	147,1	169,9	209,6	1,8
Porcinos	33,6	31,6	39	0,7
Aves <sup>10</sup>	546,2	842,7	1.238,9	4,2

Fuente: IBGE (2013).

La demanda de energía para la cría de animales varía mucho de una especie a otra, pues depende de dos factores: si el ganado está suelto o no y si existe algún método de acondicionamiento ambiental para mejorar la productividad<sup>11</sup>. La porcicultura y la avicultura se realizan de forma intensiva, en instalaciones cerradas, aunque en la mayor parte del Brasil predomina la ganadería extensiva.

En ese sentido, la avicultura consume más energía que la actividad pecuaria, por ejemplo. En efecto, la cabaña aviar brasileña creció el 127% desde 1990 y el consumo de energía del sector agropecuario creció un 37% en el mismo período, lo cual permite deducir que también mejoró la eficiencia energética del método de producción de dicho segmento económico.

Otro indicador importante es el que establece la proporción de ganado bovino y porcino y cabaña aviar con respecto a la población humana de una región determinada. En el cuadro 17 se aprecia la actividad de exportación de proteína animal, función que ha cumplido el Brasil a largo de su historia. En el país hay actualmente más de seis aves por ciudadano, una vaca por habitante y un cerdo por cada cinco personas.

**Cuadro 17**  
**Brasil: indicadores de la industria pecuaria brasileña, años seleccionados entre 1990 y 2010**

Indicadores de la pecuaria	1990	2000	2010
Población humana (en millones de habitantes)	149,3	175,1	196,4
Bovinos/habitante	0,99	1,14	1,07
Porcinos/habitante	0,23	0,21	0,20
Aves/habitante	3,7	4,8	6,3

Fuente: EPE (2013b).

Se puede comprobar que en ese sector se ha conseguido mejorar la productividad, gracias, en parte, a que mejoró también la eficiencia energética, entre otras causas. Sin embargo, no se puede dejar de mencionar la evolución registrada por el valor agregado (precio) de las materias primas en las últimas décadas.

<sup>10</sup> Gallinas, gallos y pollos.

<sup>11</sup> En este caso se entiende que la productividad no está solo relacionada con la producción diaria de leche y huevos, sino también con el ritmo de crecimiento del animal en régimen de confinamiento, especialmente en la avicultura.



## VII. Tendencia de la eficiencia energética del sector hogares

### A. Tendencia general del consumo

Según se ha visto en las secciones anteriores, aunque mejoró la eficiencia energética en algunos sectores de la economía, también aumentó la intensidad energética total en las últimas décadas por causa del sector industrial.

Cuando se examina el problema a través del prisma del consumidor final, particularmente las familias, se aprecia la importancia que tienen las nuevas acciones concebidas para lograr la eficiencia energética en el consumo final, en especial cuando se toma en cuenta el pasivo imputable al escaso crecimiento económico que hubo en la década de 1980 e inicio de la de 1990 y por cuya causa se restringió el consumo de los hogares brasileños.

En la presente sección se observarán las consecuencias de la estabilidad económica obtenida con el Plan Real y el mantenimiento de las condiciones económicas favorables, además de la política de redistribución de la renta de los últimos quince años. El análisis del sector hogares brinda un diagnóstico interesante que asocia la eficiencia energética con la mejora de los servicios energéticos.

Según se observa en el cuadro 18 y en el gráfico 37, el cuarto sector económico por demanda de energía en 2010 fue el sector hogares, con 23,562 millones de tep, o sea, el 9,8% del total.

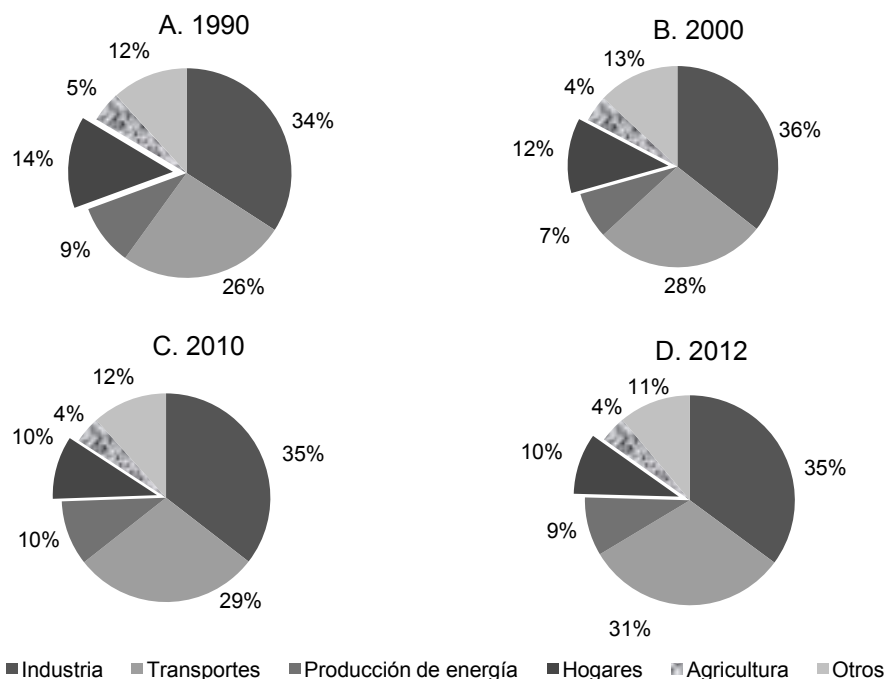
**Cuadro 18**  
**Demanda de energía del sector hogares**  
(En miles de toneladas equivalentes de petróleo y porcentajes)

Consumo de energía por segmento	1990	2000	2010	2012
Hogares (consumo en volumen)	18 048	20 688	23 562	23 761
Hogares (consumo como porcentaje de la demanda total)	14,2	12,0	9,8	9,4

Fuente: EPE (2013c).

En comparación, al inicio de la década destaca la reducción de la participación relativa, pues en 2000 la cuota era del 12,0%. En valor absoluto, el incremento del sector de los hogares fue de 1,3% anual, o cinco veces menos que el sector energético, que lo superó en el tercer puesto.

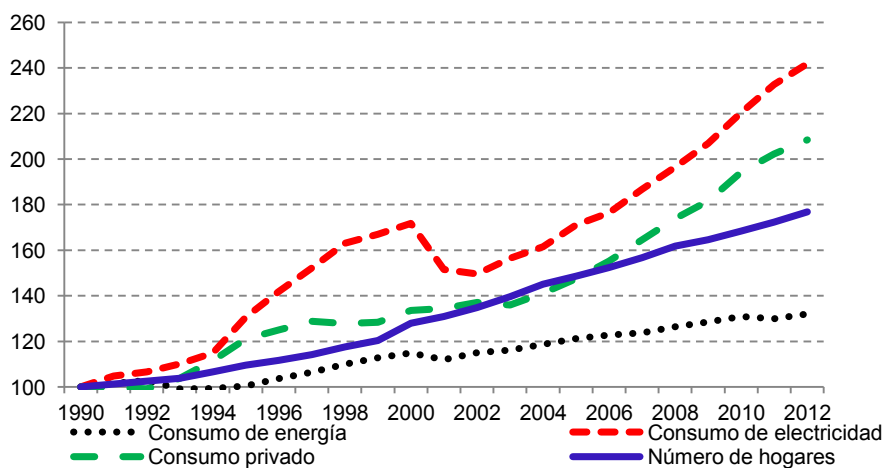
**Gráfico 37**  
**Brasil: consumo final de energía de los hogares, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
*(En porcentajes)*



Fuente: EPE (2013c).

En el gráfico 38 se ilustra la tendencia del consumo de energía y electricidad en los hogares de Brasil y se expone el panorama del consumo de las familias y el aumento del número de viviendas en el período que va de 1990 a 2012. Para las cuatro curvas se toma el año 1990 como referencia, cuyo valor es 100.

**Gráfico 38**  
**Brasil: evolución del número índice del consumo de energía y electricidad de los hogares, del consumo de las familias y del número de viviendas, 1990-2012**  
*(Índice 1990=100)*



Fuente: EPE (2013b).

El hecho más destacable del período es el notable crecimiento que registró la electricidad consumida por los hogares, pues aumentó más del doble (140%) a lo largo de 22 años. Es interesante

observar la correlación entre la demanda de electricidad (curva roja) y el consumo de las familias (curva verde). En la segunda mitad de la década de 1990, después del lanzamiento del Plan Real (plan económico), se observa un incremento en el consumo de las familias (en 1995, ya era un 21% superior al nivel de 1990), acompañado del consumo de electricidad.

Según se mencionó anteriormente, es preciso tener presente que antes del Plan Real, entre mediados de la década de 1980 y 1994, había en el Brasil una situación de hiperinflación, pues el país llegó a registrar una tasa de inflación media del orden del 1.000% anual. El poder de compra de las familias se deterioró con el paso de los años, pues los salarios no fueron reajustados según la inflación, y ello contuvo notablemente la demanda por electrodomésticos, entre otros rubros.

En 1994 se reanima con fuerza la compra de diversos tipos de electrodomésticos y, junto con ello, aumentó también el número de horas de uso de dichos aparatos, lo cual repercutió directamente en el gasto de electricidad de los hogares. Ante dicho panorama, se explica fácilmente que la demanda de energía eléctrica creciera el 31% entre 1990 y 1995.

El auge de la diferencia entre las dos variables se registra en el año 2000, cuando el índice de consumo de las familias se situó en 134 y el consumo de electricidad alcanzó el valor de 172 (tomando 1990 como año de referencia con el índice 100). Después del período de racionamiento de electricidad, en el año siguiente, la demanda de electricidad de los hogares se redujo notablemente y se ve más patente su correlación con el consumo de las familias.

Entre 2001 y 2012 el consumo de las familias creció a una tasa media del 4,1% anual, pasando del valor 134 a 208, y por su parte, la demanda de electricidad subió a razón de una media de 4,3% anual, pasando de 152 puntos a 242 (véase el gráfico 38).

El número de viviendas también influye en el consumo de energía. La cantidad de viviendas aumentó un 77% en el transcurso del período de 22 años. Sumadas al crecimiento de la población, las medidas para reducir el pasivo de viviendas colocaron cerca de 27 millones de nuevas unidades consumidoras de energía en el mercado en ese período, cifra que equivale a poco más del 60% del consumo de energía de las familias españolas en 2010 o a casi cuatro veces el gasto de los hogares de Portugal en el mismo año.

Si por un lado se aprecia que el consumo de electricidad crece a una tasa menor que la de los nuevos hogares, no ocurre lo mismo con el crecimiento del gasto de energía por vivienda. En el gráfico 39 se expresan las demandas de electricidad y de energía por domicilio entre 1990 y 2012. El eje vertical izquierdo es la referencia para el consumo energético (curva verde) y muestra que a lo largo del período la demanda de energía por domicilio cayó.

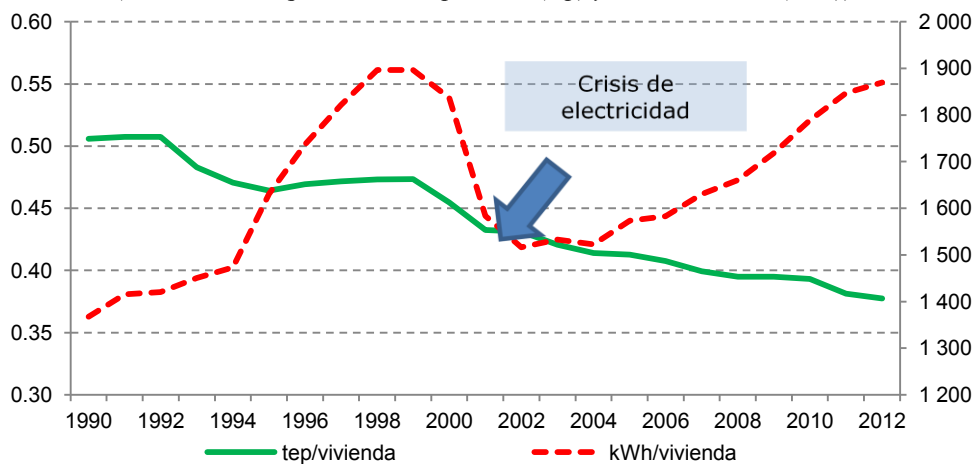
En 1990 una vivienda típica consumía 0,51 tep/año, cantidad que descendió a 0,43 tep/año en 2001 y a 0,38 tep/año en 2012, lo cual arroja una reducción media de 1,3% anual. Dicho resultado se explica en parte porque la leña fue sustituida por otras fuentes de energía. También mejoró la eficiencia en el uso de la energía para cocinar y el agua caliente, entre otras aplicaciones.

No obstante, hay que señalar la transformación habida en las características de la familia brasileña. En el citado período de 22 años, la cantidad media de moradores por domicilio descendió: en 1990 había 4,2 personas por hogar, proporción que se redujo hasta 3,2 personas por hogar en 2012.

Aunque el consumo energético de la vivienda no es directamente proporcional a la cantidad de moradores, la disminución del 25,3% en la demanda de los hogares brasileños se puede atribuir parcialmente al hecho de que varió el número medio de moradores por vivienda (se redujo en un habitante por vivienda), según se aprecia en el gráfico 40.

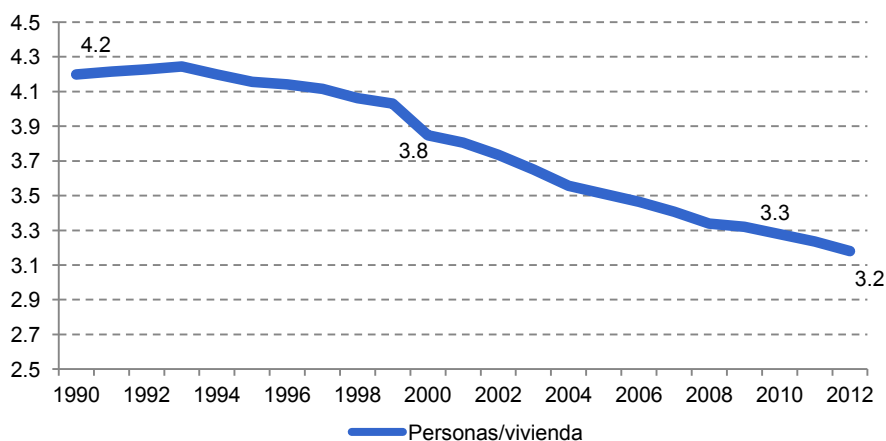


**Gráfico 39**  
**Brasil: evolución reciente del consumo de electricidad y de energía por vivienda, 1990-2012**  
*(En toneladas equivalentes de petróleo (tep) y kilovatios hora (kWh))*



Fuente: EPE (2013b).

**Gráfico 40**  
**Brasil: cantidad media de habitantes por vivienda, 1990-2012**



Fuente: EPE (2013b).

Esta observación se corrobora al estudiar el consumo de energía per cápita del hogar. En 2012 el indicador fue de 0,119 tep/habitante, mientras que en 1990 el total ascendía a 0,120 tep/habitante (un descenso del 1,5%), o sea, que no registra oscilaciones destacables en el período. El uso cautivo de la electricidad pone de manifiesto el fenómeno de un aumento en la electrificación del hogar y se estanca el consumo de energía para uso térmico (cocinar y calentamiento de agua).

De hecho, el eje vertical de la derecha del gráfico 39 es la referencia de la demanda de electricidad de los hogares (curva roja), la cual creció a razón de 1,9% anual entre 1990 y 1994, pasando de 114 kWh/mes/vivienda a 123 kWh/mes/vivienda.

El lanzamiento del Plan Real (1994) tuvo por efecto estimular la demanda de energía eléctrica, que registró un aumento medio anual de 3,7% hasta el año 2000, cuando el consumo alcanzó la cifra de 153 kWh/mes/vivienda. En el año 2001 el gobierno federal decretó el racionamiento de electricidad y se fijó en 20% la reducción de la demanda de los hogares de las regiones Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste y parte de la región Norte del país. La medida estuvo vigente en el segundo semestre de 2001 e inicios de 2002.

Por ese motivo, en 2001 la demanda de electricidad de los hogares registró un promedio de 132 kWh/mes/vivienda, cifra que representa un descenso de 14% con respecto al año anterior. En el

año siguiente la contracción de la demanda superó el 4%, y así se alcanzó el nivel mínimo de 126 kWh/mes/vivienda.

Después de 2002, la demanda de electricidad describió una trayectoria ascendente a razón de una media anual de 2,1%, con lo cual el consumo pasó de 128 kWh/mes/vivienda en 2003 a 156 kWh/mes/vivienda en 2012.

Es preciso señalar que a raíz de la crisis de racionamiento de electricidad de 2001 se pusieron en circulación en el mercado nacional electrodomésticos más eficientes (con menor consumo específico), gracias, en parte, a la Ley n° 10.295/2001, que establecía índices mínimos de eficiencia energética para los aparatos comercializados en el Brasil. En consecuencia, con el paso de los años dichos aparatos más modernos sustituyeron de forma paulatina a los que había entonces en los hogares, con lo que mejoró la eficiencia y se redujo el gasto de electricidad.

No obstante, cuando se examina el gasto por individuo y no por vivienda, el diagnóstico no varía tanto. En 1990 la demanda de electricidad de los hogares fue de 27,1 kWh/habitante/mes; en 1994 fue 29,2 kWh/habitante/mes (equivalente a un aumento medio anual de 1,9%); después del Plan Real, la tasa de aumento registró una subida notable, llegando a 5,3% anual, correspondiente a 39,8 kWh/habitante/mes.

El racionamiento de energía eléctrica hizo que la demanda per cápita se contrajera el 12,8% en 2001 y otro 2,5% en 2002, porcentajes que correspondieron, respectivamente, a 34,7 kWh/habitante/mes y 33,8 kWh/habitante/mes. A partir de 2003, se reanimó la demanda de electricidad per cápita (un 3,8% anual) y pasó de 35,0 kWh/habitante/mes a 49,0 kWh/habitante/mes.

En lo que respecta a los principales programas de eficiencia energética vigentes en el país, en todos ellos se disponen medidas para el segmento hogares. Por ejemplo, el Programa Brasileño de Etiquetado (PBE), el Programa Nacional de Conservación de la Energía Eléctrica (PROCEL) y el Programa nacional de racionalización del uso de los derivados del petróleo y del gas natural (CONPET), en que se reglamenta la fiscalización del rendimiento de los electrodomésticos y se fijan medidas con el fin de informar al público del problema y reducir la demandas de electricidad y energía de los edificios.

Además, fueron promulgadas diversas ordenanzas interministeriales que reglamentaron la Ley 10.295/2001 (Ley de Eficiencia Energética). En el cuadro 19 se enuncian las 11 órdenes que tienen por objeto el sector hogares y seis categorías de productos.

**Cuadro 19**  
**Brasil: disposiciones reglamentarias de la Ley 10.295/2001 correspondientes al sector hogares**

Legislación Específica	Aparatos reglamentados
Ordenanzas interministeriales N° 132/2006 y N° 1.008/2010	Lámparas fluorescentes compactas
Ordenanzas interministeriales N° 362/2007 y N° 326/2011	Heladeras y congeladores
Ordenanzas interministeriales N° 363/2007 y N°325/2011	Hornos y cocinas de gas
Ordenanzas interministeriales N° 364/2007, N° 323/2011 y N° 324/2011	Acondicionadores de aire
Ordenanza Interministerial N° 298/2008	Calentadores de agua a gas
Ordenanza Interministerial N° 1.007/2010	Lámparas incandescentes

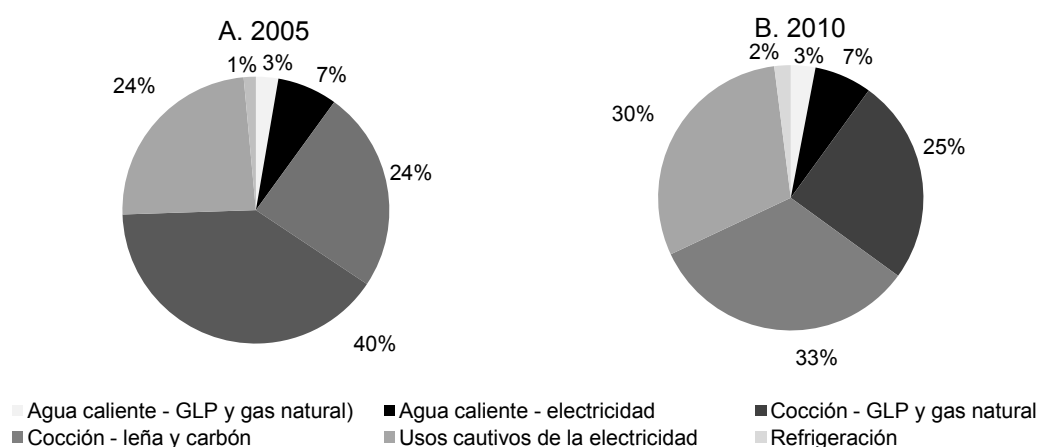
Fuente: Elaboración propia sobre la base de fuentes oficiales.

## B. Consumo de energía por uso final

El fenómeno de la extensión de la electrificación queda corroborado cuando se estudia el uso final que se da a la energía en el hogar. El gráfico 41 reproduce la distribución de la demanda de energía de las familias brasileñas en los años 2005 y 2010.

En ambos años, la cocción de alimentos es el uso final con mayor consumo energético en los hogares: un 64% del total en 2005 y un 58% en 2010. En particular, la leña y el carbón vegetal, combustibles menos eficientes y que se utilizan más en las regiones rurales, son mayoritarios en relación con el gas licuado del petróleo (GLP) y con el gas natural, los que se utilizan en las cocinas más modernas, con combustión más controlada y, en consecuencia, más eficiente.

**Gráfico 41**  
**Brasil: demanda de energía de los hogares por uso final, 2005 y 2010**  
(En porcentajes)



Fuente: EPE (2013b, cálculo).

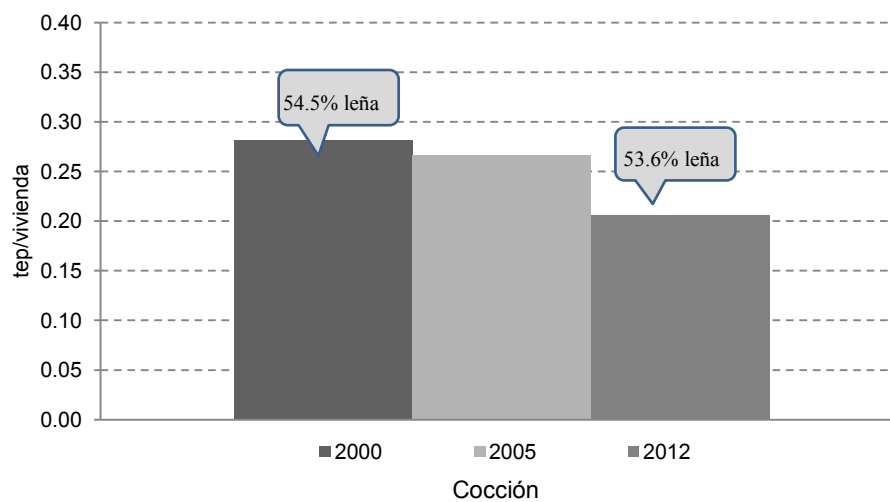
En segundo lugar se encuentra el uso eléctrico cautivo, que comprende todos los electrodomésticos de utilización periódica (heladera, televisión y DVD, entre otros), además de las lámparas incandescentes y fluorescentes. En 2010, el uso eléctrico cautivo sumaba el 30% de la demanda total de energía del domicilio, o sea, seis puntos porcentuales más que en 2005.

En tercer lugar figura el agua caliente, con el 10% de la demanda de energía de los hogares brasileños. La electricidad fue la fuente de energía predominante para dicha finalidad en los dos años citados, con una cuota del 70%. El 30% restante correspondió a calentadores de agua por combustión, de gas natural y de gas licuado del petróleo (GLP). En último lugar figura la climatización de ambientes, con cuyo fin se usan los aparatos de acondicionamiento de aire, y que totalizó 1% en 2005 y 2% en 2010.

El gráfico 42 ilustra el consumo en la actividad de cocinar en los hogares en los años 2000, 2005 y 2012. El aporte de la leña describe una curva descendente, pues en el último año el consumo se redujo en 1% con respecto al año 2000.

En valor absoluto, en el año 2000 se consumían 0,282 tep/vivienda. El indicador cayó un 5,5% hasta 2005, cuando fue de 0,266 tep/vivienda. Asimismo, en 2012 la demanda de energía para cocinar fue menor, 0,206 tep/vivienda, con lo cual la reducción fue del 27% en doce años; o sea, una caída media anual del 2%.

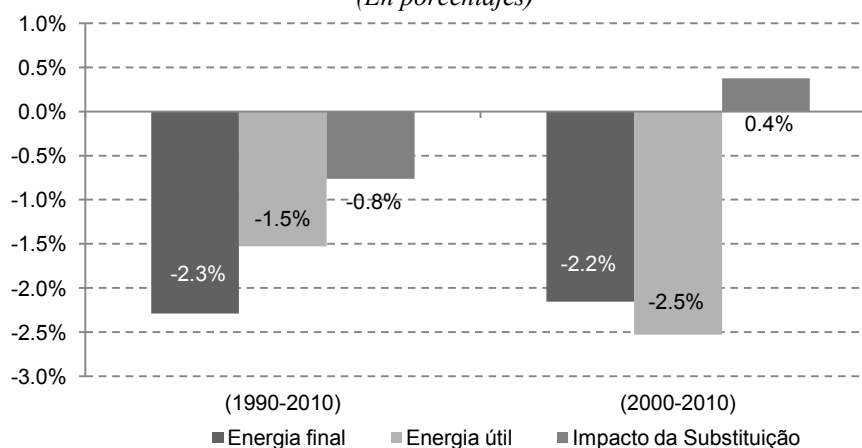
**Gráfico 42**  
**Brasil: consumo de energía para la cocción de alimentos por vivienda, 2000, 2005 y 2012**  
*(En toneladas equivalentes de petróleo (tep) y en porcentajes)*



Fuente: EPE (2013b, cálculo).

En el gráfico 43 se puede observar que, gracias a la sustitución de la biomasa (leña) por GLP, entre 1990 y 2010 se logró reducir el consumo final de energía para cocción de alimentos en los hogares en una media anual de 2,3%.

**Gráfico 43**  
**Brasil: efecto de la sustitución de una fuente de energía por otra en la cocción de alimentos en el hogar, 1990-2010 y 2000-2010**  
*(En porcentajes)*



Fuente: EPE (2013b, cálculo).

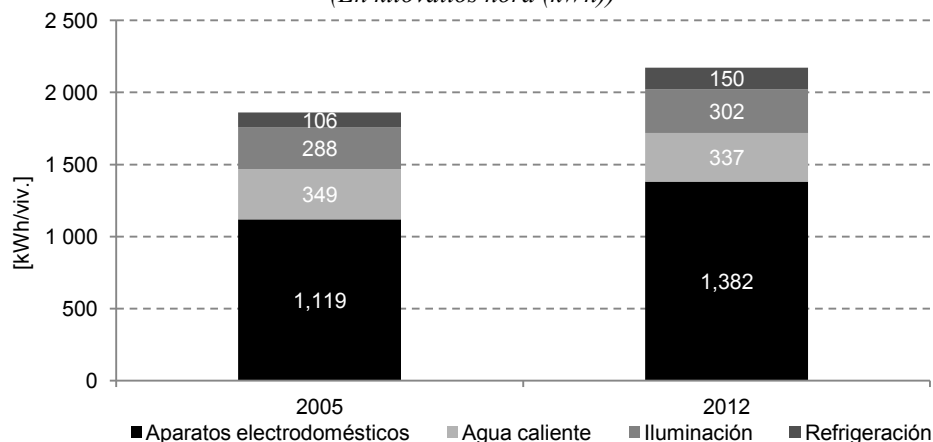
En las dos décadas en cuestión la energía final disminuyó a razón de una media anual de 1,5%. Es decir, el efecto de la sustitución, que es la diferencia entre las variaciones de la energía final y de la energía útil, registró una caída anual de 0,8%.

A partir del año 2000 se observa que una leve inversión y la sustitución de combustibles da por resultado un discreto aumento del consumo de energía para cocción de alimentos por domicilio (el 0,4% anual).

Aunque crece el consumo, el uso de la electricidad constituye un modo interesante de determinar las características de la demanda del sector hogares y para ello se descompone el consumo eléctrico por uso final o por aparato, como se ve en el gráfico 44. En el caso del uso térmico para

cocción de alimentos, mejora la eficiencia gracias a la sustitución de combustibles y al uso de aparatos más eficientes. En 2005 la media fue de 1.574 kWh/vivienda, y más de la mitad (71,0%) se destinaba a los electrodomésticos. En los hogares también mejoró la eficiencia, según se verá más adelante.

**Gráfico 44**  
**Brasil: consumo de electricidad en las viviendas por uso final**  
(En kilovatios hora (kWh))



Fuente: EPE (2013b, cálculo).

Los calentadores eléctricos de agua de ducha consumieron el 22,2% del total (349 kWh/vivienda) y otro 18,3% (288 kWh/vivienda) se gastó en iluminación. El uso de los aparatos de acondicionamiento de aire para el bienestar térmico del hogar hizo consumir 106 kWh/vivienda (un 6,7%).

En 2012 el consumo total ascendió a 1.870 kWh/vivienda y como antes la el poder de compra de las familias cuota mayor correspondió a los electrodomésticos, con el 73,9%: 1.382 kWh/vivienda. El aporte del calentador eléctrico cayó un 18,0% (337 kWh/vivienda) y también se redujo el consumo de electricidad para iluminar el hogar, que se redujo al 16,2% (302 kWh/vivienda). Finalmente, los aparatos de acondicionamiento de aire gastaron el 8,0% de la energía eléctrica en 2012 (150 kWh/vivienda).

Con excepción del calentador de agua, el aumento del uso de aparatos eléctricos explica el mayor gasto de electricidad por domicilio, según se verá a continuación. El mantenimiento del valor absoluto del gasto de electricidad para calentamiento de agua se debe a la penetración de la energía solar, de lo cual se tratará más adelante.

## C. Penetración de aparatos y electrodomésticos eficientes

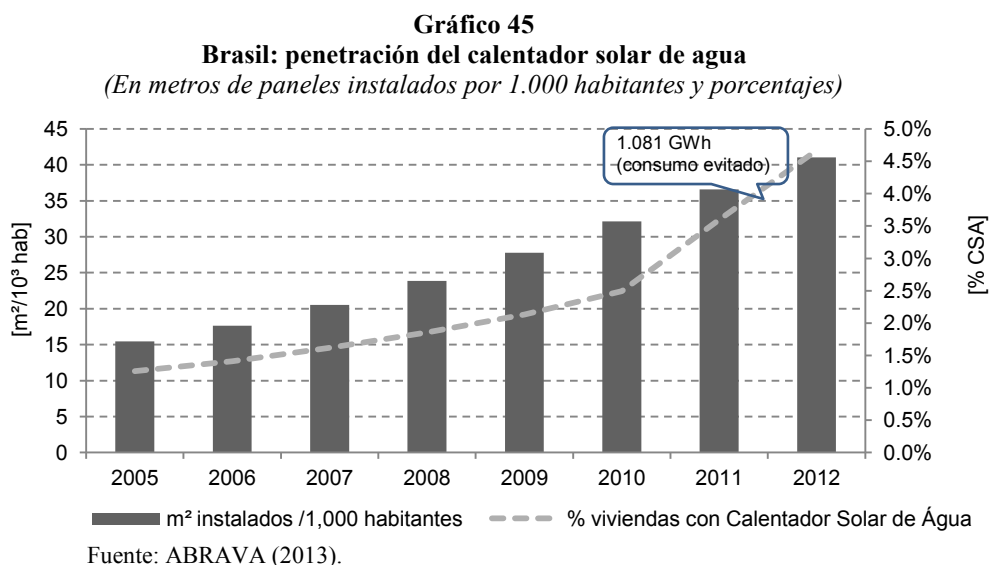
La instalación del calentador de agua solar en el techo de la vivienda es un fenómeno relativamente nuevo en el Brasil. El gráfico 45 presenta la curva de entrada de dicha invención en Brasil entre los años 2005 y 2012. Aunque el uso del calentador solar no represente exactamente el concepto de eficiencia energética<sup>12</sup>, es importante contabilizarlo, porque permite una disminución del consumo gracias al empleo de una fuente renovable de energía y, en consecuencia, también reduce la presión sobre la utilización de los recursos naturales<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> En este caso lo que ocurre es que una fuente de energía (electricidad) es sustituida por otra (energía solar), sin que ello conlleve una disminución de la demanda real de agua caliente para ducha o baño.

<sup>13</sup> Si bien el aprovechamiento o extracción de la energía solar no acarree perjuicios para el medio ambiente, la fabricación de los aparatos y elementos correspondientes provoca cierto impacto ambiental, aunque muchísimo menor que el de toda la cadena de producción de electricidad.

En el gráfico 45 figura el porcentaje de hogares que posee dicho tipo de aparato en el techo, mientras que el eje vertical izquierdo representa la superficie de paneles solares instalada.

Entre 2005 y 2012 el porcentaje de hogares que contaban con calentador solar aumentó más de tres veces, pasando del 1,3% al 4,7%, lo que fue posible gracias a que dicha clase de aparato se incluyó en el programa “Minha Casa, Minha Vida”<sup>14</sup>, puesto en marcha por el Gobierno del Brasil.



La superficie instalada de calentadores de agua solares creció a razón de una media anual de 15,0% en el mismo período. En 2005 había 15,4 m² por 1.000 habitantes, mientras que en 2012 la cifra se elevó a 41,0 m² por 1.000. Gracias a la difusión de dicha invención en el país fue posible ahorrar el consumo de 1.081 gigavatios hora (GWh) en 2012, o sea, el 0,9% de la demanda de electricidad de los hogares ese año.

La cantidad de energía ahorrada puede parecer a priori relativamente escasa, pero se comprende su importancia cuando se tiene en cuenta el uso final, que es el calentamiento de agua. Por otra parte, es importante destacar que la cuota de demanda de electricidad ahorrada en 2012 corresponde a la cantidad de energía que genera una central hidroeléctrica de 225 megavatios (MW).

## D. Aparatos electrodomésticos

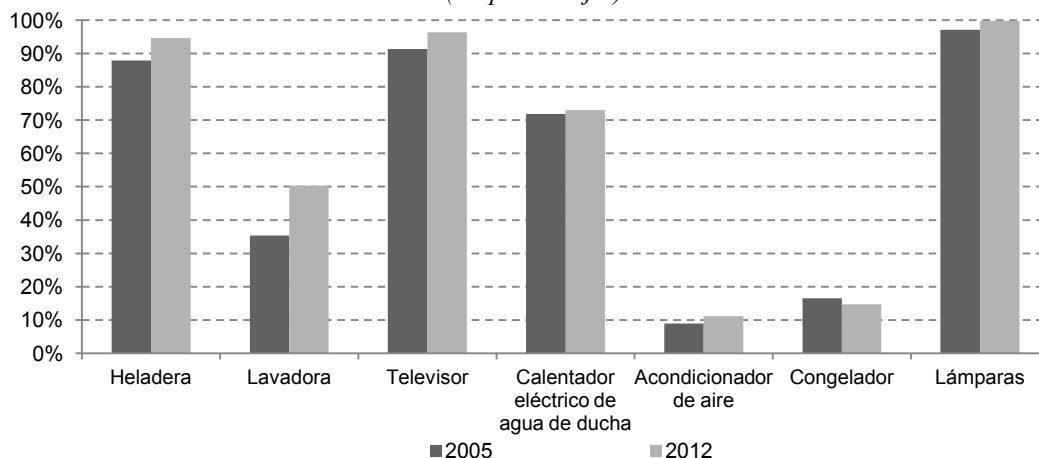
El gráfico 46 refleja la evolución registrada en determinados elementos del parque de aparatos electrodomésticos propiedad de los hogares brasileños entre 2005 y 2012. Se eligieron los siguientes rubros de dicho parque: heladera, lavadora, televisor, calentador eléctrico, acondicionador de aire, congelador y lámparas.

En casi todos los casos creció el porcentaje de electrodomésticos que poseen los hogares, según cabía esperar en un país en desarrollo como Brasil. Las dos excepciones fueron el congelador, cuya cuota

<sup>14</sup> El Programa “Minha Casa, Minha Vida” tiene por objeto subsidiar la compra de la vivienda propia a las familias cuyos ingresos sean inferiores a 1.600 reales, así como facilitar las condiciones de posesión de inmuebles a las familias cuyos ingresos no superen 5.000 reales. Las familias que quieran acogerse a ese programa deben cumplir las condiciones de ingresos establecidas; la selección de los beneficiarios compete al gobierno municipal correspondiente. La familia que perciba un máximo de 5.000 reales de ingreso bruto mensual también podrá solicitarlo, pero a condición de que no posea vivienda propia ni crédito de ninguna institución federal y que no haya percibido anteriormente beneficio alguno en concepto de vivienda del Gobierno Federal.

se redujo del 16,5% al 14,7% del total de los hogares<sup>15</sup>, y el calentador eléctrico, en que la contracción del gasto (del 71,9% al 70,1%) se debió a la ampliación de la red de gas natural que abastecía los hogares.

**Gráfico 46**  
**Brasil: parque de aparatos electrodomésticos en los hogares brasileños, 2005 y 2012**  
(En porcentajes)



Fuente: Datos de 2005: ELETROBRAS (2006); datos de 2012: cálculo realizado por la EPE (2013).

Entre 2005 y 2012 el porcentaje de viviendas con heladeras subió del 87,9% al 94,5%. La lavadora fue el rubro que más creció: del 35,3% al 50,0%. En 2005 el 91,3% de los hogares contaba con televisor y en la actualidad el 96,3% posee dicho aparato.

El calentador eléctrico varió poco (del 71,9% al 70,1%), así como los aparatos de acondicionamiento de aire (del 8,9% al 11,1%). Por último, casi todas las viviendas cuentan con lámparas (un 99,5%), lo cual representa un aumento del 2,3% con respecto a 2005.

El año pasado los siete electrodomésticos señalados representaron el 81% del consumo de electricidad de los hogares brasileños (véase el diagrama 10). El aparato al que se atribuye el mayor gasto de electricidad es la heladera (18,3% del total) y le siguen el calentador de agua eléctrico (18,0%) y las lámparas (16,2%). La suma del gasto de electricidad de esos tres electrodomésticos corresponde a más de la mitad de la demanda de electricidad de los hogares de Brasil.

**Diagrama 10**  
**Brasil: consumo de energía eléctrica de los hogares por aparato electrodoméstico, 2012**  
(En porcentajes)



Fuente: Cálculo realizado por la EPE (2013).

<sup>15</sup> Ello se explica porque el congelador es un aparato electrodoméstico que está unido íntimamente a la costumbre de guardar alimentos para mitigar los efectos de la hiperinflación que reinó en el Brasil hasta el inicio de la década de 1990, o sea, antes del Plan Real. Más recientemente, en una coyuntura de menor inflación, no se ha producido la sustitución cuando llegaba el fin de la vida útil de ese electrodoméstico y, por consiguiente, la posesión media ha decaído en los últimos años.

Los otros cuatro electrodomésticos (televisor, congelador, acondicionador de aire y lavadora) totalizaron el 29% del consumo de electricidad de las familias en 2012.

Según se explicó anteriormente, la mayor posesión y uso de aparatos electrodomésticos significa una mejora del bienestar de las familias brasileñas, aunque esta vino de la mano del fomento de la eficiencia energética.

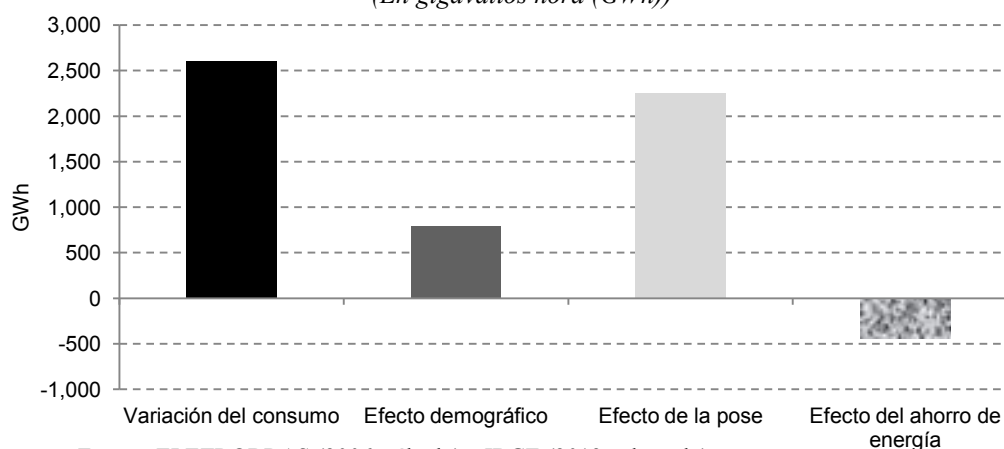
La cuestión de la mejora de la eficiencia energética se ilustra en los gráficos 47, 48 y 49. La variación del consumo en el período objeto de estudio (columna negra) es la cifra que resulta de sumar el efecto demográfico (columna gris oscura) y el parque de aparatos (columna gris clara) y de restar la mejora de la eficiencia (columna con diseño).

El crecimiento de la población brasileña entre 2005 y 2012 fue de 7,8% (una media de 1,1% anual), pues el número de habitantes pasó de 185,6 millones en 2005 a 200,1 millones en 2012.

En el caso del acondicionador de aire (véase el gráfico 47), la variación del consumo en siete años fue de 2.600 GWh. La mayor contribución a dicha variación se atribuye al aumento en el porcentaje medio del parque de electrodomésticos del hogar (2.247 GWh) y, en menor escala, a que aumentó el número de viviendas (790 GWh).

Por último, el ahorro de energía eléctrica entre 2005 y 2012 totalizó 438 GWh, lo que quiere decir que el 14,4% del consumo eléctrico del uso final fue atendido gracias a la mejora de la eficiencia energética.

**Gráfico 47**  
**Brasil: distribución del gasto de electricidad del parque de aparatos de climatización de ambientes, 2005-2012<sup>16</sup>**  
(En gigavatios hora (GWh))



Fuente: ELETROBRAS (2006, cálculo) e IBGE (2013, adaptado).

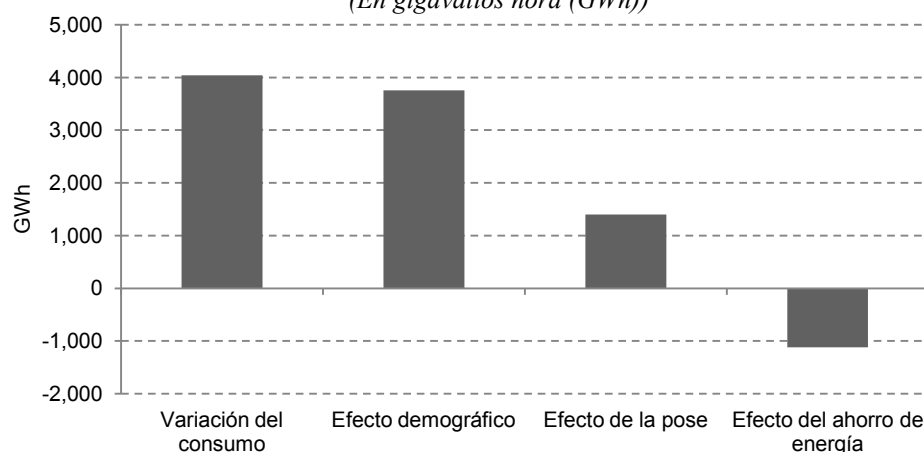
En el caso de la heladera (véase el gráfico 48), el efecto demográfico fue el mayoritario (3.757 GWh), pues 1.402 GWh correspondieron a la posesión de dicho aparato. Los dos rubros totalizaron 5.159 GWh de demanda, aunque el 21,7% de esa cifra (1.119 GWh) se compensó por la mejora de la eficiencia energética. Por ende, entre 2005 y 2012, el incremento del consumo de electricidad de los hogares debido a las heladeras ascendió a 4.039 GWh.

Igual que en los dos gráficos anteriores, en el gráfico 49 se expone el consumo de las lavadoras. Puede verse que el crecimiento del parque de viviendas entre 2005 y 2012 hizo aumentar la demanda en 474 GWh y, por su parte, la posesión de aparatos contribuyó con otros 262 GWh.

<sup>16</sup> Las cifras correspondientes a 2005 y 2012 fueron divulgadas por el IBGE y solamente se realizó la proyección relativa al 31 de diciembre de cada año de referencia. La posesión de aparatos electrodomésticos y el consumo eléctrico específico de estos relativos al año 2005 se extrajeron de la publicación Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso, realizada por Electrobras y PROCEL en 2005. Posteriormente, la EPE realizó el cálculo aproximado para 2012.



**Gráfico 48**  
**Brasil: distribución del gasto de electricidad del parque de heladeras, 2005-2012<sup>17</sup>**  
*(En gigavatios hora (GWh))*

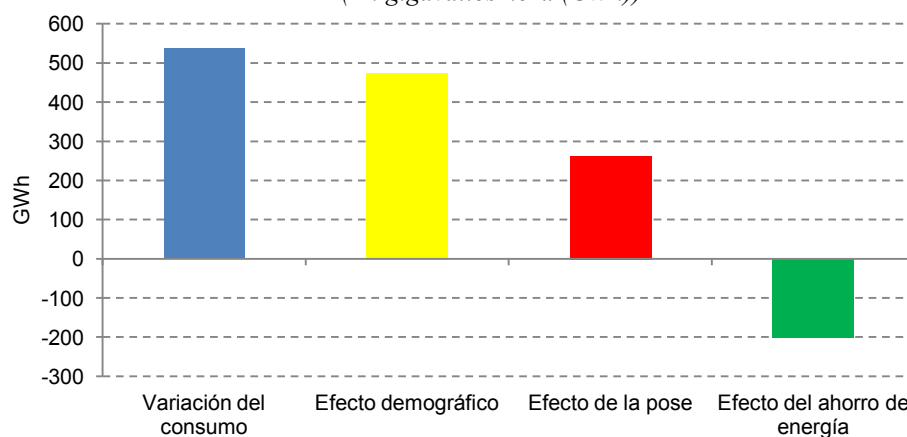


Fuente: ELETROBRAS (2006, cálculo) e IBGE (2013, adaptado).

Los dos conceptos suman 736 GWh, aunque debido a la mejora de la eficiencia energética (200 GWh), la variación del consumo en este período se mantuvo en 536 GWh. Por tanto, cabe concluir que el 27,2% del gasto de electricidad de los hogares correspondiente a dicho aparato fue satisfecho gracias al aumento de eficiencia energética.

En síntesis, si se suma la cifra aproximada de mejora de la eficiencia energética de los aparatos de climatización, la heladera y la lavadora, el consumo medio evitado fue de 251 GWh por año después del año de 2005. Esa cifra corresponde a la cantidad de energía que genera una central térmica de carbón mineral con 85 MW de capacidad instalada.

**Gráfico 49**  
**Brasil: distribución del gasto de electricidad del parque de lavadoras, 2005-2012<sup>18</sup>**  
*(En gigavatios hora (GWh))*



Fuente: ELETROBRAS (2006, cálculo) e IBGE (2013, adaptado).

Las líneas de acción sugeridas por el Plan Nacional de Eficiencia Energética para el sector edificios se dividen en cinco grandes grupos: capacitación, tecnología, disseminación y difusión, regulación y vivienda. Algunas de las principales propuestas de estos cinco grandes grupos se describen a continuación:

<sup>17</sup> Véase la nota anterior.

<sup>18</sup> Véase la nota anterior.

- Crear un programa para capacitar especialistas en el aislamiento térmico para los profesionales que trabajan en la conservación y eficiencia energética.
- Implementar cursos de metodología para la etiquetación de edificios.
- Implementar cursos de capacitación en sistemas de calentamiento solar (SCS) para técnicos que provienen de o trabajan en las comunidades atendidas por los programas gubernamentales para incentivar los SCS.
- Normar y perfeccionar los métodos y procedimientos para la evaluación del desempeño termoenergético de los productos, instalaciones de climatización y sistemas construidos.
- Mejorar los niveles de eficiencia energética de los equipos estratégicos.
- Establecer metodologías de medición, verificación y análisis de las actividades ligadas a la eficiencia energética de los edificios.
- Desarrollar e implementar un programa de etiquetación.
- Regular con legislación permanente para la etiquetación obligatoria de inmuebles públicos dentro de un período máximo de 10 años, edificios comerciales y de servicios en 15 años y residenciales en 20 años.
- Fomentar la interacción de conceptos de eficiencia energética en edificios de proyectos de interés social financiados por agentes de los gobiernos federal, estadual y municipal.
- Fomentar la instalación de sistemas de calefacción solar y a gas en las viviendas.



## VIII. Tendencia de la eficiencia energética del sector transportes

Además del sector hogares, el sector transportes también está vinculado directamente con el consumo final de las familias y particularmente con la evolución registrada en el ramo agropecuario y en la industria, como se señaló en las páginas precedentes. En efecto, tanto el fuerte crecimiento del consumo de las familias en las últimas décadas como el fuerte auge de la producción agropecuaria e industrial explican el crecimiento del consumo observado en el sector que nos ocupa ahora.

Cabe señalar que es difícil registrar, medir y observar la evolución de la eficiencia energética en el sector de los transportes. Sin embargo, se exponen seguidamente las cifras correspondientes a los fenómenos más destacados en este sector en los últimos años y de ello se desprende que hay grandes oportunidades para mejorar la eficiencia energética.

En el cuadro 20 y el gráfico 51, se aprecia que, después de la industria, el sector transportes es el más representativo desde el punto de vista del consumo de energía final, pues su participación aumentó del 25,8% en 1990 al 31,3% en 2012. En cifras absolutas, esto significa un aumento medio anual de 4,1% de 1990 a 2012.

El gráfico 50 muestra la matriz energética del sector, por fuente de energía. Obsérvese que se reducen los porcentajes del gasóleo (51% al 49%) y de la gasolina para automoción (28% al 25%), a la vez que aumenta el etanol: 12% al 17%.

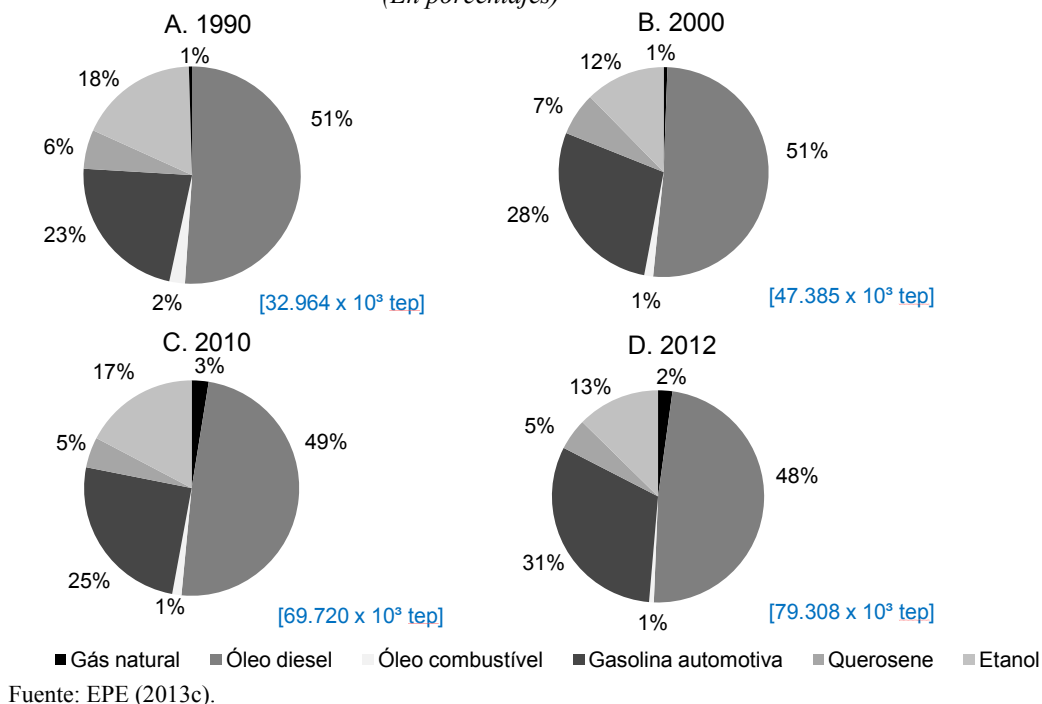
**Cuadro 20**  
**Brasil: demanda de energía del sector de los transportes, años seleccionados entre 1990 y 2012**

Consumo de energía por sector	1990	2000	2010	2012
Sector de los transportes (en miles de toneladas equivalentes de petróleo)	32 964	47 385	69 720	79 308
Sector de los transportes (en porcentaje de la demanda total)	25,8	27,6	28,9	31,3

Fuente: EPE (2013c).

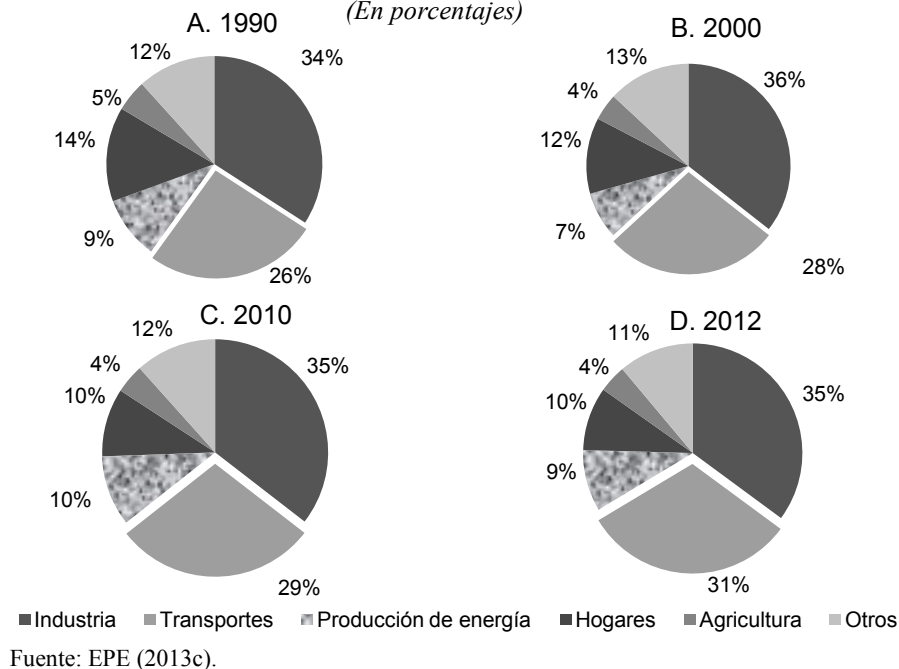
El predominio de estos combustibles obedece a la estructura de los transportes en el Brasil, que se hacen principalmente por carretera: camión, autobús, automóvil, vehículo comercial ligero y motocicleta. En efecto, en el año 2000, la suma del transporte ferroviario, fluvial y aéreo representó en total el 10% de la demanda de energía del sector y este porcentaje se redujo en 2010.

**Gráfico 50**  
**Brasil: consumo del sector transportes por fuente de energía, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
*(En porcentajes)*



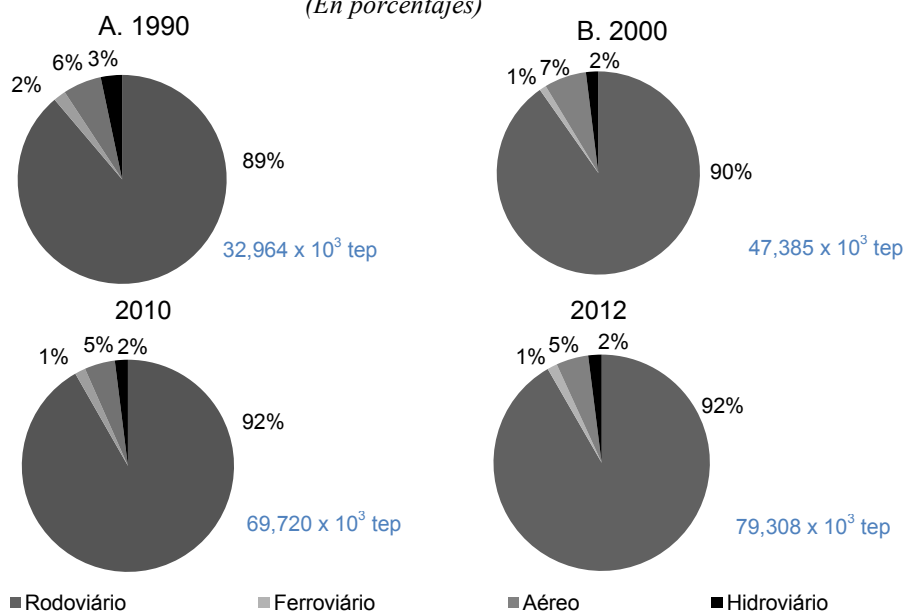
La aviación nacional, por ejemplo, cayó dos puntos porcentuales, del 7% al 5%, en el mismo intervalo.

**Gráfico 51**  
**Brasil: consumo final de energía del sector transportes, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
*(En porcentajes)*



El consumo total del sector de los transportes aumentó en 47% en la década (promedio anual del 3,9%), pasando de 47,4 millones de tep a 69,7 millones de tep (véase el gráfico 52).

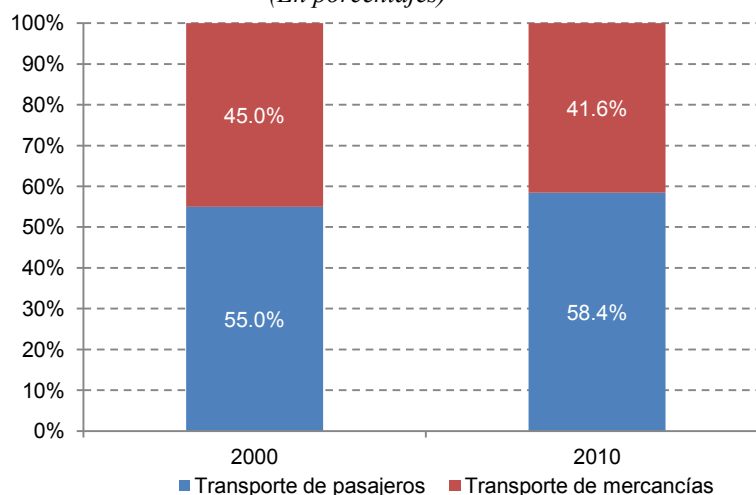
**Gráfico 52**  
**Brasil: consumo de energía del sector transportes por medio de transporte, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
*(En porcentajes)*



Fuente: EPE (2013c).

En este sector, además del predominio del transporte por carretera, es mayoritario el transporte de pasajeros que ha aumentado en relación con el transporte de carga (véase el gráfico 53).

**Gráfico 53**  
**Brasil: distribución del consumo de energía del sector transportes, 2000 y 2010**  
*(En porcentajes)*



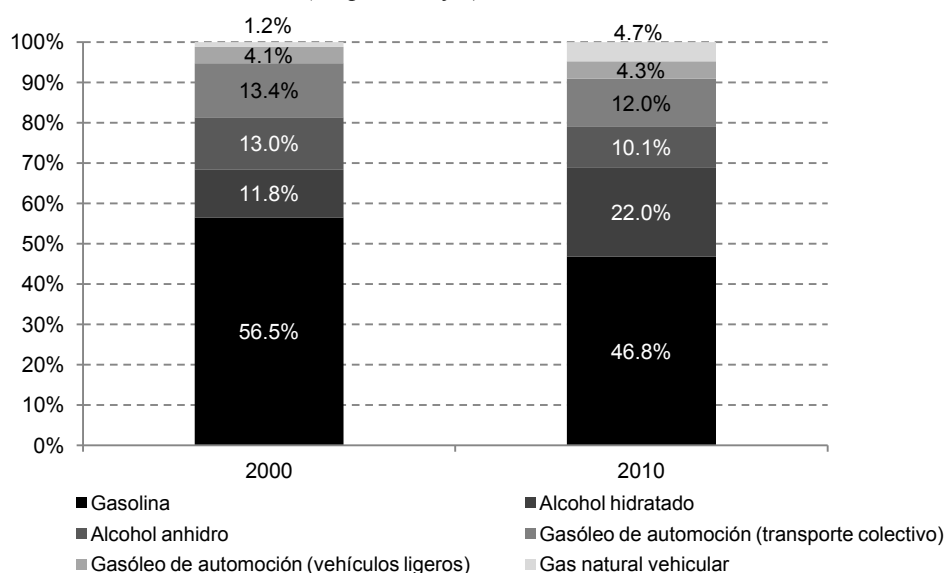
Fuente: EPE (2012).

A su vez, el transporte de pasajeros por carretera se divide en transporte colectivo (autobús) y transporte individual (automóvil, vehículo comercial ligero y motocicleta).

El gráfico 54 ilustra el crecimiento y la cuota del transporte individual de pasajeros en detrimento del transporte colectivo (gasóleo de ómnibus), que representó apenas el 12% del consumo del transporte de pasajeros por carretera en 2010.

Según ya se expuso, es difícil examinar la eficiencia energética del sector, pues hay que atender a diversos parámetros y observar su evolución, particularmente el consumo específico (km/l) por tipo de vehículo, pues cada tipo de vehículo presenta distinto nivel de eficiencia. En el caso del transporte por carretera, en el cuadro 21 se expone el cálculo de la eficiencia correspondiente a las motocicletas y vehículos diésel.

**Gráfico 54**  
**Brasil: evolución de la demanda de combustible para vehículos ligeros, 2000 y 2010**  
(En porcentajes)



Fuente: EPE (2012) y EPE (2013c)<sup>19</sup>.

**Cuadro 21**  
**Brasil: eficiencia de los vehículos automotores de carretera, 2011**  
(En kilómetros por litro (km/l))

Tipo de vehículo	Combustible	Eficiencia
Motocicletas gasolina	Gasolina C	40,0
Motocicletas policarburantes	Gasolina C	40,0
Motocicletas policarburantes	Etanol hidratado	25,0
Comerciales ligeros	Gasóleo de automoción	9,1
Camiones ligeros	Gasóleo de automoción	7,6
Camiones medianos	Gasóleo de automoción	5,6
Camiones pesados	Gasóleo de automoción	3,2
Autobús urbano	Gasóleo de automoción	2,3
Autobús por carretera	Gasóleo de automoción	3,0

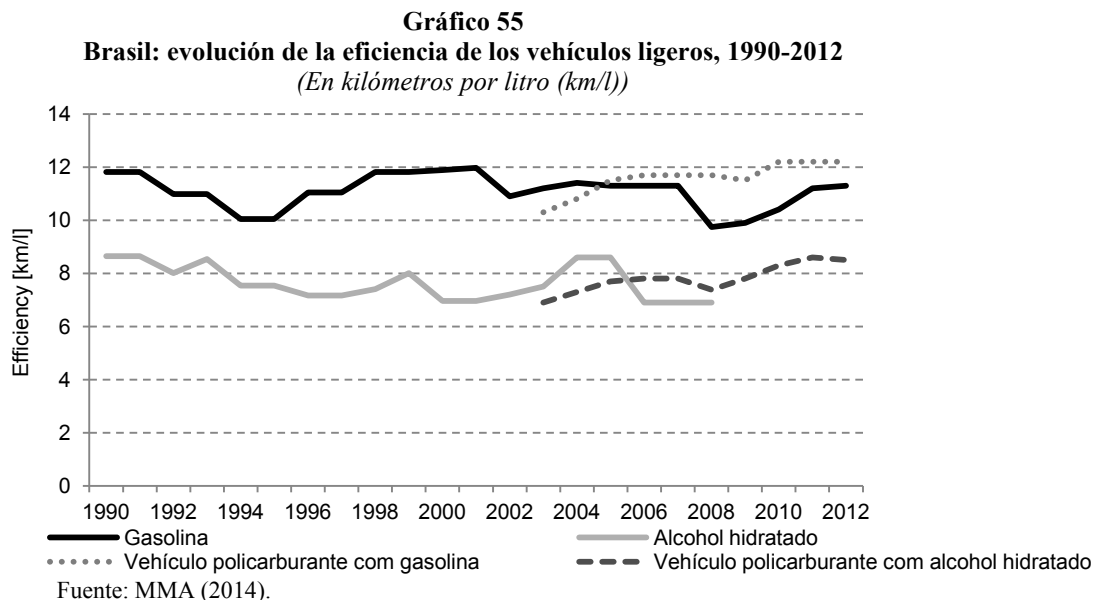
Fuente: MMA (2011).

Conviene agregar que, para calcular el valor de la eficiencia media por vehículo del cuadro anterior, se recurrió a ensayos realizados por fabricantes e institutos de investigación en condiciones específicas que no siempre reflejan fielmente las características del tránsito cotidiano de la ciudad y la conducta de los conductores. La eficiencia media de la flota automotora puede variar no solamente por la entrada de nuevos vehículos, sino que, además, la eficiencia real está supeditada a diversos

<sup>19</sup> Se ha supuesto que los combustibles que se consumen en el transporte por carretera se han utilizado integralmente en el transporte de pasajeros, salvo el diésel, cuyo consumo se ha dividido en transporte colectivo (autobús), vehículos ligeros (comerciales ligeros, como por ejemplo furgonetas y camionetas) y transporte de mercancías, gracias a cálculos realizados con las cifras que figuran en la Nota Técnica SDB-Abast n° 1/2012.

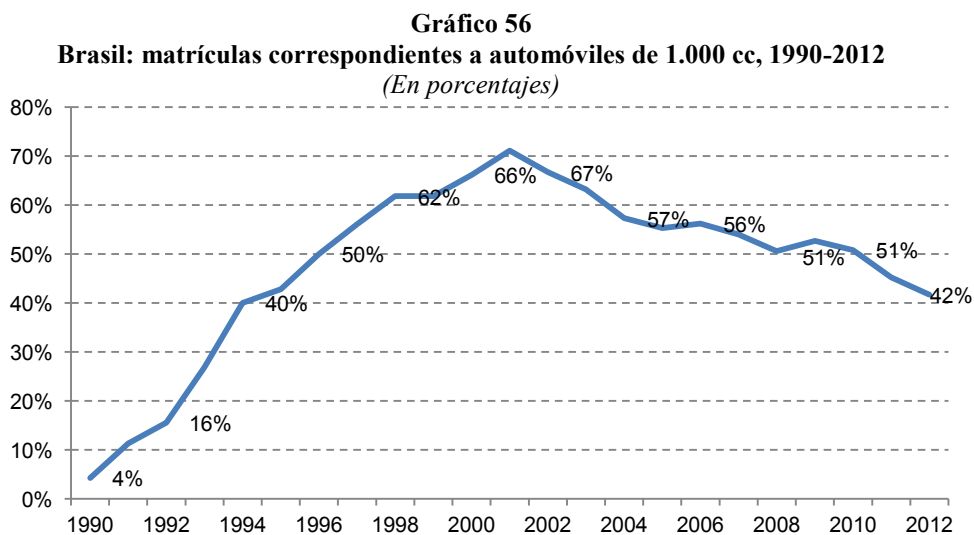
elementos como, por ejemplo, la clase de motor del vehículo, la potencia (motorización), la forma de conducir, el estado de mantenimiento del vehículo, la congestión del tránsito y el hecho de que el desplazamiento se realice en la ciudad o por carretera.

En el gráfico 55, se ilustra el cálculo aproximado de la evolución de la eficiencia de los vehículos ligeros, según el tipo de vehículo y el combustible que utiliza.



Se puede observar que la eficiencia de los vehículos del tipo policarburante aumentó el 17% entre 2003 y 2009, de 10,3 km/l a 12 km/l, cuando consumían gasolina. En los vehículos de gasolina, la eficiencia se redujo el 15% en el mismo período, hasta los 9,5 km/l en 2009.

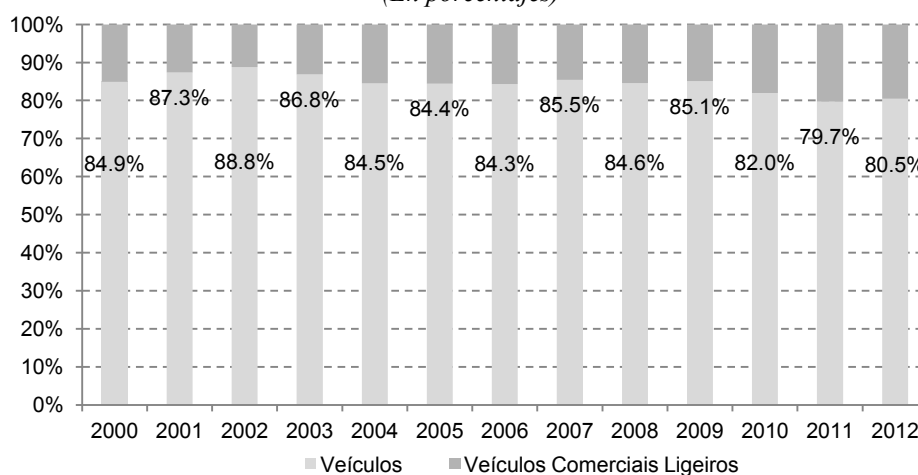
El análisis de la eficiencia media por vehículo obliga a tener presente el descenso de la venta de automóviles de 1.000 cc registrada después de 2001 y el auge de la venta de vehículos con mayor motorización (véase el gráfico 56) y de vehículos comerciales ligeros (véase el gráfico 57), que tienden a consumir más combustible por distancia recorrida.



Fuente: ANFAVEA (2013).



**Gráfico 57**  
**Brasil: proporción de la fabricación de vehículos ligeros correspondiente a vehículos comerciales ligeros y a automóviles, 2000-2012**  
*(En porcentajes)*

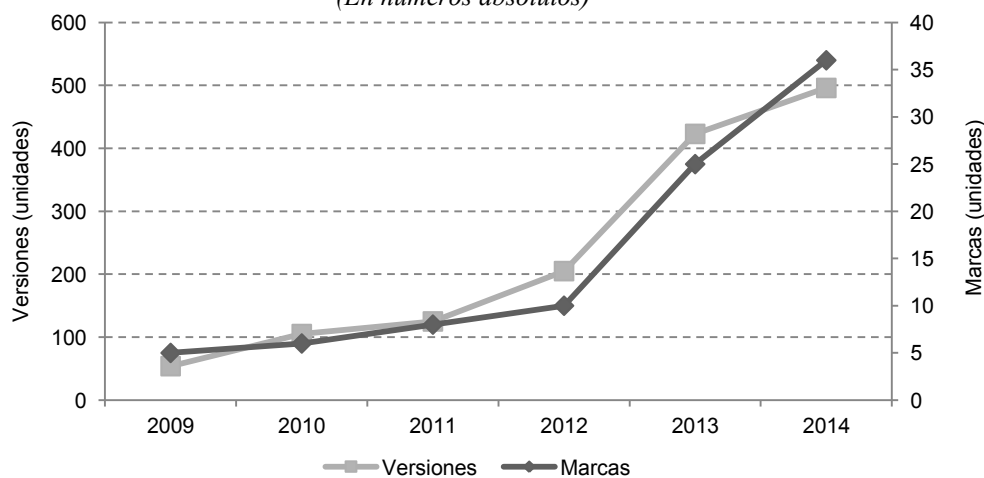


Fuente: ANFAVEA (2013).

En los últimos años, se instauraron algunos programas y políticas de eficiencia energética expresamente para el sector transportes, que mejoraron y simplificaron el análisis sectorial. Con la entrada en vigor del Programa Brasileño de Etiquetado de Vehículos (PBEV) en noviembre de 2008, comenzó a medirse en laboratorio la autonomía (km/l) de los vehículos de ciclo Otto nuevos vendidos en el mercado nacional y se estudió el ciclo de conducción en ciudad y en carretera, así como la clase de combustible utilizado (gasolina, etanol o gas natural). El propósito del programa es que el consumidor pueda comparar la eficiencia energética de los vehículos de una misma categoría a la hora de comprar el medio de transporte (INMETRO, 2014).

En 2009, se publicó la primera edición del PBEV, que contó con la adhesión voluntaria de cinco marcas y 54 modelos y versiones de vehículo. Cuando se publicó la sexta edición, en 2014, se habían adherido al Programa 36 marcas y 496 modelos y versiones (véase el gráfico 58).

**Gráfico 58**  
**Brasil: evolución de la adhesión de vehículos al Programa Brasileño de Etiquetado de Vehículos (PBEV), 2009-2014**  
*(En números absolutos)*



Fuente: INMETRO (2014).

Cabe destacar también que el notable aumento en la adhesión de los fabricantes en los últimos años se debe al impulso dado por “Inovar-Auto”, un programa que el Gobierno Federal del Brasil

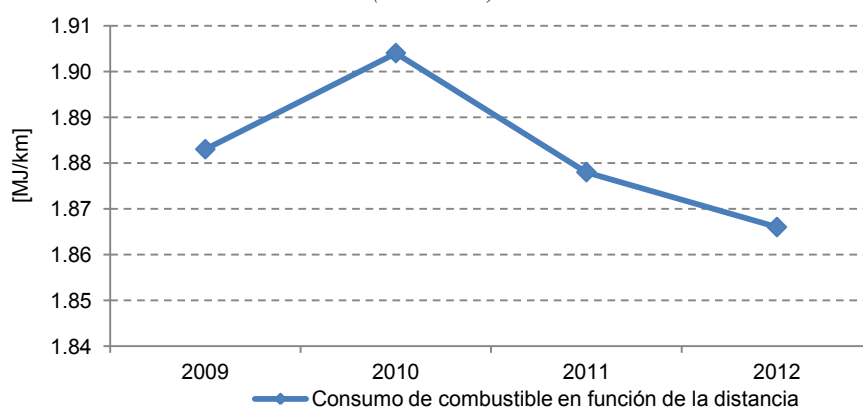
instauró en 2012 y en virtud del cual, entre otras cosas, se establecen incentivos fiscales para incrementar la eficiencia energética del parque de vehículos, con la condición de que se adhieran al PBEV y de que cumplan determinadas normas de eficiencia energética en la fabricación de todo el catálogo de vehículos, en el mediano plazo (CETESB, 2013).

Gracias a la evolución del PBEV, ahora se puede examinar de forma más detallada el consumo específico medio de los vehículos nuevos que se venden en Brasil. Sin embargo, dada la exactitud que poseen actualmente las estadísticas del PBE, estudiar la repercusión de esos vehículos en el consumo específico medio de la flota de vehículos nuevos obligaría a contar con cifras de idéntica exactitud correspondientes a la venta de vehículos nuevos, lo que no siempre es posible. Por ejemplo, dos vehículos de la misma categoría, marca y modelo, pero de versiones diferentes, se ubican en clasificaciones distintas, según las siguientes características: transmisión de velocidades, uso o no de aire acondicionado, tipo de dirección asistida y tipo de combustible utilizado (gasolina, etanol o policarburante).

De esta forma, se puede estudiar de modo más preciso la evolución del consumo específico medio correspondiente a cada categoría de vehículo. En un estudio publicado por la CETESB en 2013, se da cuenta de cómo evolucionó el consumo energético medio (MJ/km) de los motores de modelo policarburante, que trabajan con gasolina y con etanol, en el periodo de 2009 a 2012 (véase el gráfico 59).

Conviene resaltar que el aumento del consumo energético después de 2010 no refleja necesariamente una disminución general de la eficiencia, pues en ese aumento del consumo influye también el hecho de que se analizaron más modelos de vehículo.

**Gráfico 59**  
**Brasil: evolución de la eficiencia energética de los vehículos del Programa Brasileño de Etiquetado de Vehículos (PBEV), 2009-2012**  
(En MJ/km)



Fuente: CETESB (2013).

La Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos Automotores (ANFAVEA) de Brasil comunica el número de vehículos vendidos anualmente (véase el cuadro 22). El crecimiento fue notable entre 1990 y 1995 (164%) y ocurrió algo similar entre 2005 y 2012, cuando la venta anual se duplicó.

**Cuadro 22**  
**Brasil: venta de vehículos nuevos, años seleccionados entre 1990 y 2012**  
(En miles de unidades)

	1990	1995	2000	2005	2012	Porcentaje de aumento anual 1990-2012
Vehículos nuevos	533	1 407	1 177	1 369	2 852	7,9

Fuente: Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos Automotores (ANFAVEA).

Entre 2000 y 2012, la población brasileña aumentó el 14,3% y pasó de 175,1 millones a 200,1 millones de habitantes. El parque vehicular creció más que la población en el mismo período, con lo cual el indicador de habitantes/automóvil cayó, en promedio, 3,9% anual (véase el cuadro 23).

Cuadro 23

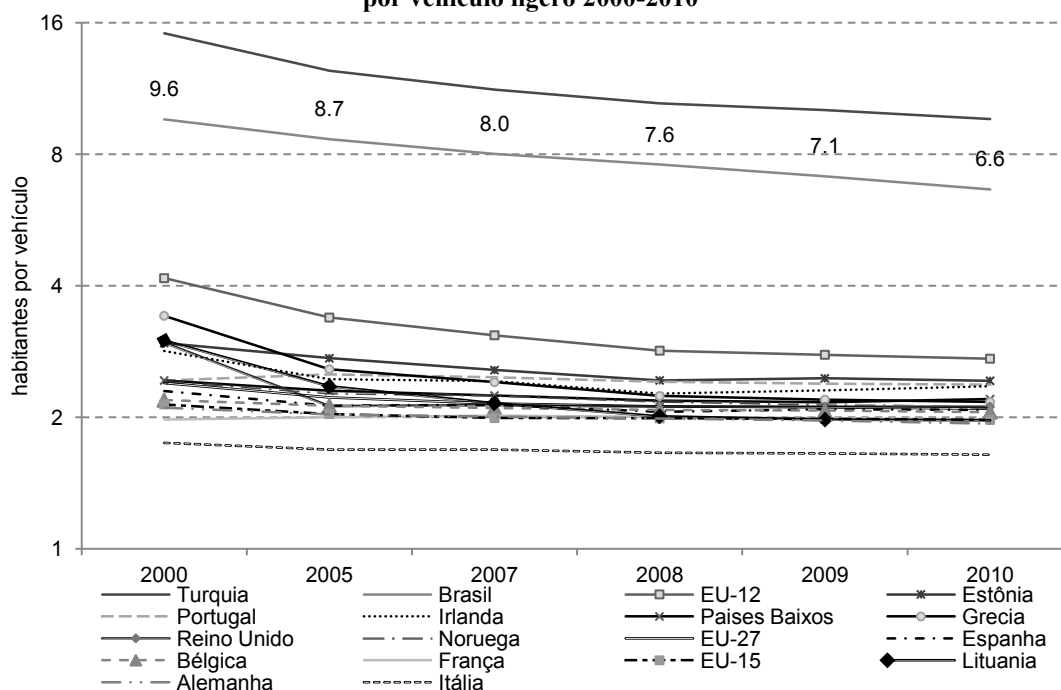
## Brasil: indicador de número de habitantes por automóvil, años seleccionados entre 2000 y 2012

Indicador	2000	2003	2005	2008	2012	Porcentaje de variación anual 2000-2012
Habitantes/automóvil	11,6	10,8	10,4	9,1	7,2	-3,9%

Fuente: Cálculo realizado por la Empresa de Investigación Energética (EPE).

Había cerca de 12 personas por automóvil en Brasil en 2000, cifra que descendió a unas siete personas por vehículo después de once años (disminución total 38%). En el gráfico 60, se compara la motorización del Brasil con la de otros países a lo largo del tiempo y se muestra el veloz aumento del número de vehículos por habitante en el país.

Gráfico 60

Brasil: comparación internacional del número de habitantes por vehículo ligero 2000-2010<sup>20</sup>

Fuente: Comisión Europea, "Eurostat", 2013; EPE, 2013<sup>21</sup>.

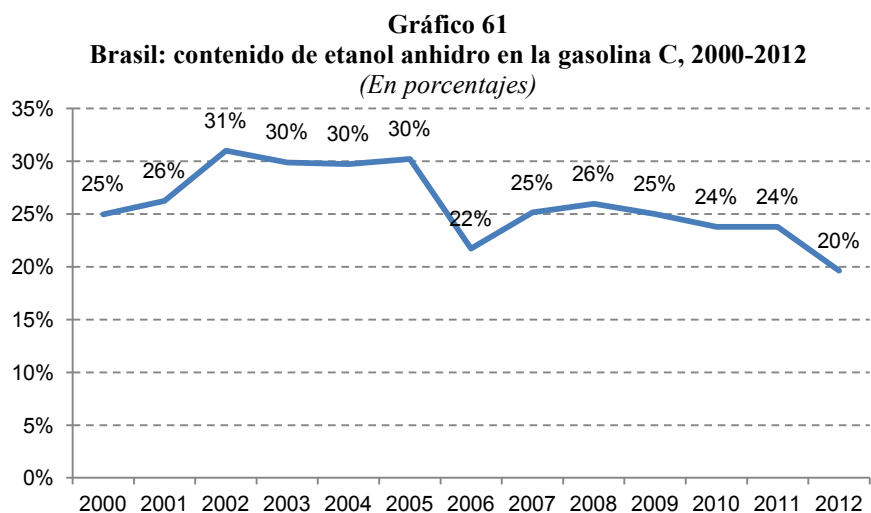
Volviendo al gráfico 54, se observa que los principales combustibles que se utilizan para el transporte de pasajeros por carretera son la gasolina C (mezcla de gasolina A con alcohol anhidro) y el alcohol hidratado. Cabe destacar que desde 2001 rige en Brasil la obligación de agregar etanol anhidro a la gasolina en un porcentaje que es variable y que se establece en las correspondientes órdenes del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento. Ese porcentaje de mezcla depende, por ejemplo, de la producción de cada cosecha de caña de azúcar. Además de eso, si bien están supeditadas a un

<sup>20</sup> El número de habitantes por vehículo correspondiente al Brasil es diferente del que se expone en el cuadro 23, pues en este se atiende al número de automóviles, mientras que en el gráfico 60 se toma en cuenta el número de vehículos ligeros.

<sup>21</sup> Los valores correspondientes al Brasil fueron calculados por la Empresa de Investigación Energética (EPE).

espectro de cifras de producción relativamente restringido, las instalaciones correspondientes pueden producir más etanol o más azúcar con la misma materia prima: la caña de azúcar.

Además, el precio del azúcar en el mercado internacional también puede influir en la oferta de etanol en el Brasil. En el gráfico 61, se muestra cómo evolucionó el porcentaje de etanol en la mezcla, que pasó del 31% en 2002 al 20% en 2012.



Fuente: EPE (2013c)<sup>22</sup>.

A lo largo del período, se observa que parte de la gasolina C se sustituyó por alcohol hidratado, combustible cuya participación casi duplicó entre 2000 y 2010, hasta llegar al 22%. El mayor uso de etanol hidratado pone de manifiesto la veloz penetración de los vehículos policarburantes en la flota de automóviles brasileña. En efecto, nueve años después de que se pusiera a la venta el primer modelo de automóvil policarburante, esta categoría ya representaba más de la mitad (54%) de la flota de automóviles del Brasil (véase el cuadro 24).

**Cuadro 24**  
**Brasil: flota de automóviles y porcentaje de vehículos policarburantes,**  
**años seleccionados entre 2000 y 2012<sup>23</sup>**  
(En millones de unidades y porcentajes)

	2000	2003	2005	2008	2012	Porcentaje de aumento anual 2000-2012
Flota	17,8	19,6	20,9	24,7	33,4	5,4
Porcentaje de vehículos policarburantes	0,0	0,2	5,7	27,9	54,2	N.A.

Fuente: Elaboración de la Empresa de Investigación Energética (EPE)<sup>24</sup>.

El cuadro 25 detalla la venta de los vehículos policarburantes. Se puede percibir que esa tecnología fue muy apreciada por el público, pues para 2005 correspondía a más del 50% de las ventas totales y, en 2012, ese porcentaje rondó el 95%.

<sup>22</sup> El valor se calculó dividiendo el consumo de etanol anhidro por la suma de etanol anhidro y gasolina, en volumen. El resultado puede diferir del porcentaje prescrito por ley, puesto que se trata de la tasa observada en el mercado brasileño, y no de la tasa reglamentaria.

<sup>23</sup> Incluye los vehículos y los vehículos comerciales ligeros.

<sup>24</sup> No hay consenso actualmente sobre la flota de automóviles que posee el Brasil, pues no se conoce con certeza el deterioro que sufren los vehículos a lo largo de los años. La Empresa de Investigación Energética (EPE) estudia la cuestión y trabaja con una curva típica de renovación del parque automotor.

**Cuadro 25**  
**Brasil: participación de los modelos de motor policarburante en las ventas totales de vehículos, años seleccionados entre 2000 y 2012**  
*(En porcentajes)*

	2000	2003	2005	2008	2012
Porcentaje de vehículos policarburantes	0,0	3,5	53,2	94,2	95,2

Fuente: ANFAVEA (2013).

En el pasado reciente, se registró un notable auge en la demanda de gasolina de automóvil. El consumo de este recurso energético subió un 18,1% anual en el trienio que va de 2010 a 2012, y el crecimiento de la flota de vehículos se incrementó en 6,9% anual. No obstante, en el cuadro 26 se aprecia que el etanol anhidro creció un 4,6% anual, un ritmo cuatro veces menor que el de la gasolina, debido en parte a que en 2011 se decidió reducir el porcentaje de anhidro de la gasolina C, que pasó del 25% al 20%.

**Cuadro 26**  
**Brasil: consumo de combustibles del transporte por carretera, 2010-2012**  
*(En millones de unidades y miles de metros cúbicos)*

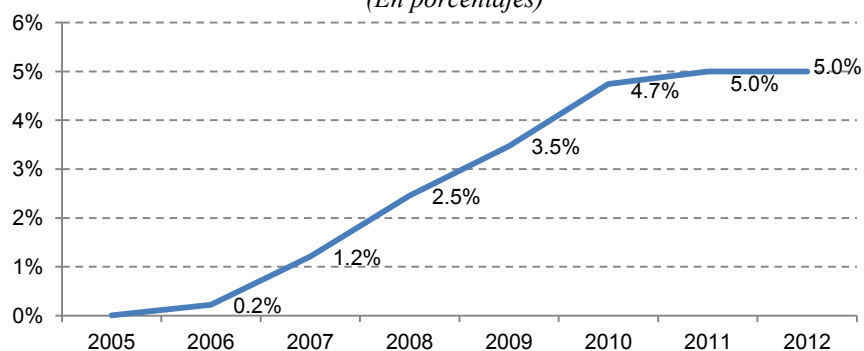
	2010	2011	2012	Porcentaje de aumento anual 2000-2012
Flota de automóviles	24,4	26,1	27,9	6,9
Vehículos policarburantes	10,9	13,4	15,9	20,7
Consumo de gasolina A	22,8	27,1	31,8	18,1
Consumo de etanol anhidro	7,1	8,4	7,8	4,6
Consumo de etanol hidratado	16,2	12,2	11,3	-16,4

Fuente: Elaboración de la Empresa de Investigación Energética (EPE)<sup>25</sup>.

Por su parte el etanol hidratado descendió un 16,4% anual, pues los vehículos policarburantes representan una cuota importante del parque automotor brasileño (57% del total en 2012), lo que representó un alivio para los conductores cuando se encareció un 33,5% el precio del etanol hidratado en 2011, mientras que la gasolina subió el 17,3%.

Cabe destacar que desde 2005 rige en el Brasil un porcentaje mínimo de agregado de biodiésel en la composición del gasóleo de automoción comercializado<sup>26</sup>, cuya variación en volumen se ilustra en el gráfico 62.

**Gráfico 62**  
**Brasil: proporción de biodiésel en la composición del gasóleo de automoción**  
*(En porcentajes)*



Fuente: EPE (2013c)<sup>27</sup>.

<sup>25</sup> No hay consenso actualmente sobre la flota de automóviles que posee Brasil, pues no se conoce con certeza el deterioro que sufren los vehículos a lo largo de los años. La Empresa de Investigación Energética (EPE) estudia la cuestión y trabaja con una curva típica de renovación del parque automotor.

<sup>26</sup> Con excepción del gasóleo marítimo.

En resumen, se observa que el transporte de carga y de pasajeros creció de forma notable en las dos últimas décadas, lo que se explica porque aumentó el transporte de carga de la industria y del sector agropecuario, pero sobre todo, a causa del enorme incremento en el transporte de pasajeros por carretera y también por avión.

Si bien, por un lado, este fenómeno de auge en el consumo de energía del sector es reflejo de la prosperidad económica, por otro constituye una señal de alerta para que mejore la vigilancia del sector y se impulsen nuevas políticas de eficiencia energética.

El Gobierno Federal del Brasil y los gobiernos de los estados del país han puesto en marcha programas e iniciativas en determinadas regiones como, por ejemplo, el Programa de Aceleración del Crecimiento (PAC), el Plan Nacional de Logística y Transportes (PNLT) y la concesión de explotación de autopistas, líneas ferroviarias, puertos, aeropuertos y carriles y vías para ómnibus en la ciudad de Río de Janeiro.

Las líneas de acción propuestas por el Plan Nacional de Eficiencia Energética para el sector transportes son las siguientes:

- Promover la racionalización del consumo energético en el sector transportes a través de políticas e incentivos al desarrollo de los modos de transporte acuático, por ductos y ferroviario.
- Apoyar a la Política Nacional de Transportes, establecida en base al Plan Nacional de Logística y Transportes, el cual, como ya se mencionó, pretende transformar la matriz de transporte de carga en el país, priorizando los modos ferroviarios y acuáticos, los cuales permiten mejorar la productividad y la eficiencia energética.
- Ampliar el alcance del programa de etiquetación de vehículos a un mayor número de tipos y modelos, incluyendo los vehículos pesados.
- Estimular e incentivar la implementación de medios de transporte masivo energéticamente eficientes.
- Promover el desarrollo tecnológico para mejorar los motores de los vehículos, incluyendo a los híbridos y eléctricos.
- Estudiar incentivos como subsidios o beneficios tarifarios para la entrada de vehículos eléctricos personales, incluyendo también estudios de asuntos referidos a la regulación necesaria en el sector eléctrico.
- Buscar incentivar la educación de los motoristas brasileños en la conducción económica, difundiendo técnicas de conducción que reduzcan el consumo de combustible.

---

<sup>27</sup> El valor se calculó dividiendo el consumo de biodiesel por el total del gasóleo de automoción, en volumen. El resultado puede diferir del porcentaje prescrito por ley, puesto que se trata de la tasa observada y no de la tasa teórica.



## IX. Conclusiones

El presente documento se elaboró con el fin de ilustrar y examinar el resultado de una base de indicadores de eficiencia energética en el Brasil y con él se pretende contribuir al debate del asunto y las opciones estratégicas que influirán en el futuro de la producción y el uso de la energía en el país.

En Brasil, la eficiencia energética es parte de la agenda del gobierno, al menos desde los años 80, con la creación del Programa Brasileño de Etiquetado y PROCEL. En los años 90, siendo creado el CONPET y en el cambio de siglo, fueron aprobadas la Ley 9.991 / 2000 (que vino a dar lugar al Programa de Eficiencia Energética Aneel) y la Ley 10.295 / 2001 (Ley de Eficiencia Energética).

Sin embargo, su intensidad energética creció en las últimas décadas y el consumo de Energía también ha ido creciendo el ritmo notable en período de ese, este aumento ha estado acompañado por un crecimiento económico significativo, además de un mejor bienestar para las familias. Entre 1990 y 2010, el PIB de Brasil registró un aumento de aproximadamente 82%, mientras que el suministro de energía se amplió en cerca de 89%. Varios factores contribuyeron al aumento de la intensidad energética, como la redistribución de los ingresos y el consiguiente aumento en la propiedad de la casa después del Plan Real y el crecimiento de los sectores industriales de alto consumo energético.

Las principales conclusiones desarrolladas a lo largo de este estudio en los diferentes sectores se describen a continuación:

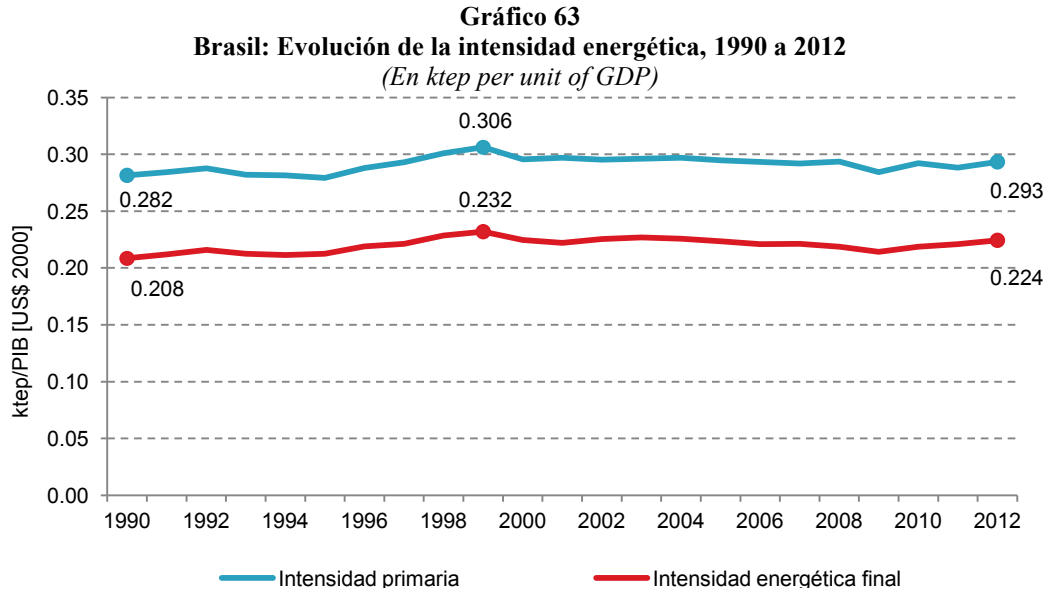
- Centros de transformación: La intensidad energética de los centros de transformación se redujo aproximadamente un 0,15% anual durante el período de análisis, pasando de 73 tep / M US\$ [2000] en 1990-1964 tep / M a US\$ [2000] en 2012 . El sector de azúcar y alcohol fue responsable de la mayor parte de la demanda de energía en los centros de transformación, seguido por la industria petrolera (aguas arriba y aguas abajo) y la generación de electricidad. Desde el comienzo del siglo, se ha reducido a la generación hidroeléctrica, que afecta a la eficiencia global de la generación de electricidad. Sin embargo, el aumento de la energía eólica y la biomasa, además del aumento de la producción en las destilerías ha sido favorable para el sector, ya que ambos tienen un alto rendimiento en el uso de energía primaria.
- Sector industrial: En su conjunto, la intensidad energética del sector industrial se elevó de 0.185 tep / MR\$ [2000] para 0.228 tep / MR\$ [2000] de 1990 a 2012. Este incremento también se observó en casi todos los segmentos de la industria: textiles, alimentos y bebidas (aumento del 32% en la última década), (14%), minerales no metálicos (11%),



celulosa y papel (6%) y metales primarios (3%). La única excepción fue el subsector químico, que registró un descenso de 32% en su intensidad energética. Sin embargo, a pesar de la mayor intensidad de la energía, si se analiza el consumo específico de energía (es decir, tep por tonelada producida), los principales sectores intensivos en energía (acero, azúcar, cemento y pulpa y papel) registraron descensos en este indicador, que denota una mayor eficiencia productiva (el segmento de la pulpa y el papel era el único que ha mostrado un aumento en este indicador).

- Sector agropecuario: Durante el período analizado, el sector agrícola tuvo aumentos de productividad en sus principales cultivos (caña de azúcar, maíz, soja, arroz y trigo), con el indicador de tonelada/superficie creciendo hasta el 5,5% al año en el caso del trigo. Cuatro de los cinco principales cultivos brasileños ampliaron sus cultivos en cantidades mayores que el consumo de energía del sector agrícola, lo que indica una mayor eficiencia. Una tendencia similar se observa en el ganado, sobre todo en las aves de corral: la población de aves de Brasil ha aumentado un 127% en el período, mientras que el consumo de energía del sector se ha incrementado en un 37%.
- Sector residencial: Al analizar el sector residencial, la variable más adecuada para determinar la intensidad energética es el consumo de energía por hogar o per cápita. Dicho esto, en 1990, una residencia típica de Brasil consumía 0,51 tep por año, cifra que alcanzó el 0,38 tep por hogar en 2012. Parte de esta reducción se debe a la sustitución de la madera por otras energías en la cocina. Por otra parte, como el número de habitantes por hogar disminuyó en ese intervalo de tiempo (de 4,2 habitantes / domicilio a 3,2 habitantes / domicilio), se evaluó el consumo residencial per cápita, y el cambio fue muy intenso: 0.120 tep por habitante en 1990 hasta 0,119 tep / habitante en 2012. Lo contrario ocurrió con el consumo de electricidad, que vio aumentar el indicador por hogar (114 kWh / mes / vivienda en 1990; 156 kWh / mes / vivienda en 2012) y por habitante (27 kWh / mes / vivienda en 1990; 49 kWh / mes / vivienda en 2012). Si no hubiesen programas de eficiencia energética que operan en el sector residencial, tales como EBS, PROCEL y CONPET, este aumento habría sido aún mayor.
- Sector transportes: De una manera similar a la del sector residencial, un indicador en términos de energía por actividad económica no sería apropiado para caracterizar el sector del transporte. Más apropiado es la representación de la energía (o combustible) consumida por la distancia recorrida. Todavía hay una cierta falta de información para este indicador, a pesar de los avances recientes del PBEV, cuya base de datos se inició en 2009. Los datos PBEV indican que los automóviles livianos flex habrían registrado una ligera reducción en el consumo específico de combustible en 2009-2012, pasando de poco más de 1,88 MJ / km a poco menos de 1,87 MJ / km. Sin embargo, esto puede significar simplemente una gama más amplia de modelos probados en PBEV. La matriz de transporte de Brasil se basa en gran medida en el transporte por carretera, que representa el 92% de la energía consumida en el (datos 2012) sector. Pero hay un movimiento hacia la priorización de los modos más eficientes (como el ferrocarril y el agua), recomendadas por el PNLT. Hay poca información disponible sobre el transporte por carretera en vehículos pesados, ya que hasta la fecha el PBEV no incluye los vehículos pesados.

Tal situación de los principales sectores de energía en Brasil provocó un ligero aumento en la intensidad energética de la economía brasileña durante las dos últimas décadas, tanto en términos de su principal consumidor como su consumo final, como puede verse en el gráfico 63.



Se observó un incremento anual de 0.2% anual en la intensidad energética primaria y un 0,3% por año en la intensidad energética final, teniendo en cuenta el período de 1990 a 2012. Sin embargo, durante la década de 2000 hubo una disminución tanto en ambas intensidades energéticas, que alcanzó su punto máximo en el año 1999. También vale la pena recordar que hubo una disminución en los principales indicadores de consumo específico, como en la industria y el sector de transporte. Estos hallazgos indican que las acciones y políticas del gobierno han dado resultados positivos.

Por último, la EPE recomienda que se realicen estudios primarios en algunos sectores económicos como, por ejemplo, el de los servicios y el agrícola, con el fin de recoger más datos de estos segmentos.



## Bibliografía

- ABRAVA (Asociación Brasileña de Refrigeración, Aire Acondicionado, Ventilación y Calefacción) (2013), Revista ABRAVA, N° 16, mayo [en línea] <http://www.abrava.com.br/> [fecha de referencia: 5 de noviembre de 2013]. [en portugués]
- ANEEL (Agencia Nacional de Energía Eléctrica) (2013), “Presentación de Máximo Luiz Pompermayer, Superintendente de investigación y desarrollo de eficiencia energética de ANEEL”, en el décimo Congreso Brasileño de Eficiencia Energética (COBEE), São Paulo, 2 y 3 de julio. [en portugués]
- ANFAVEA (Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos Automotores del Brasil) (2013), Anuário da Indústria Automobilística Brasileira, 2013, São Paulo. [en portugués]
- Brasil, Gobierno de (2004), “Lei 10.847. Autoriza a criação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE e dá outras providências”, Brasília [en línea] <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2004/lei-10847-15-marco-2004-531224-norma-pl.html>. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (1991), “Decreto de 18 de julho de 1991. Institui o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural – CONPET e dá outras providências”, Brasília [en línea] <http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=135214>. [en portugués]
- CE (Comisión Europea) (2013), “Transport” [base de datos en línea] <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/transport/data/database>. [en inglés]
- CETESB (Compañía Ambiental del Estado de São Paulo) (2013), Emissões Veiculares no Estado de São Paulo, 2012, São Paulo. [en portugués]
- Eletrobras (Centrais Elétricas Brasileiras) (2006), Pesquisa de Posse e Hábitos do Consumo de Energia (PPH), Río de Janeiro. [en portugués]
- EPE (Empresa de Investigación Energética) (2007), Plan Nacional de Energía 2030, Río de Janeiro. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2013a), “Presentaciones setoriales concernientes al banco de indicadores de eficiencia energética”, Río de Janeiro. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2013b), “Banco de indicadores de eficiencia energética”, Río de Janeiro. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2013c), Balanço Energético Nacional 2013. Ano base 2012, Río de Janeiro. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2012), “Consolidação de bases de dados do setor transporte: 1970-2010”, Nota Técnica, N° 1/2012 (SDB-Abast), Río de Janeiro. [en portugués]
- IBGE (Instituto Brasileño de Geografía y Estadística) (2013), “Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)” [en línea] <http://www.sidra.ibge.gov.br/> [fecha de referencia: 4 de octubre de 2013]. [en portugués]
- IEA (Agencia Internacional de la Energía) (2013a), Energy Efficiency Market Report, 2013, París. [en inglés]
- \_\_\_\_\_ (2013b), Key World Energy Statistics, 2013, París. [en inglés]

- INMETRO (Instituto Nacional de Metrología Industrial, Estandarización y Calidad Industrial) (2014), “Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)” [en línea] [http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/veiculos\\_leves\\_2014.pdf](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/veiculos_leves_2014.pdf). [en portugués]
- MMA (Ministerio de Medio Ambiente) (2014), 2º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, Brasília. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2011), 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, Brasília. [en portugués]
- MME (Ministerio de Minas y Energía del Brasil) (2011), Plan Nacional de Eficiencia Energética, Brasília. [en portugués]
- MME/MCT/MDIC (Ministerio de Minas y Energía/Ministerio de Ciencia y Tecnología/Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior del Brasil) (2011a), Portaria Interministerial, N° 323. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2011b), Portaria Interministerial, N° 324. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2011c), Portaria Interministerial, N° 325. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2011d), Portaria Interministerial, N° 326. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2010a), Portaria Interministerial, N° 959. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2010b), Portaria Interministerial, N° 1.007. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2010c), Portaria Interministerial, N° 1.008. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2009), Portaria Interministerial, N° 238. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2008), Portaria Interministerial, N° 298. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2007a), Portaria Interministerial, N° 362. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2007b), Portaria Interministerial, N° 363. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2007c), Portaria Interministerial, N° 364. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2006), Portaria Interministerial, N° 132. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (2005), Portaria Interministerial, N° 553. [en portugués]
- \_\_\_\_\_ (1985), Portaria Interministerial, N° 1.877. [en portugués]
- ODYSSEE/MURE Project (2013), Energy Efficiency Policies in the European Union, Londres, [en línea] <http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/MURE-Overall-Policy-Brochure.pdf>. [en inglés]
- PROCEL (Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica) (2013), Relatório de Resultados do PROCEL. Ano base 2012, Rio de Janeiro. [en portugués]

## **Anexo**

## Anexo 1

### Metodología del tratamiento de información en figuras

N°	Título	Fuente	Metodología
1	Brasil: cuota correspondiente a la mejora de la eficiencia energética en las hipótesis de demanda de energía del PNE 2030, 2020-2030	Plan Nacional de Energía 2030 (PNE)	El gráfico de columnas se construyó a partir de los porcentajes de reducción de consumo de energía calculados en el PNE 2030, también se explica en el Cuadro 2 para los años 2020 y 2030. La mejora de la eficiencia energética considera los sectores agricultura, comercial /público, transportes industrial y residencial.
2	Brasil: eficiencia eléctrica con arreglo al PNE 2030, por hipótesis y por sector	Plan Nacional de Energía 2030	Los valores eléctricos preservados por sector en cada escenario, se obtuvieron directamente del PNE 2030.
3	Brasil: el producto interno bruto y la oferta interna de energía, 1990 a 2012	Balance Energético Nacional (BEN) e IBGE	Los datos del PIB son proporcionados por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE). El suministro de energía doméstica, a su vez, se registra en el Balance Nacional de Energía. Para la preparación de la tabla, los valores de consumo de energía primaria se indexan con el año 2000.
4	Brasil: el producto interno bruto y la oferta interna de energía, períodos seleccionados	BEN e IBGE	Se calculó el aumento anual de cada una de las variables (PIB y el suministro de energía doméstica) en base a los datos que se describen en la Figura 3, teniendo en cuenta los períodos seleccionados.
5	Brasil: evolución del consumo de energía, el consumo de las familias y el número de viviendas, 1990-2011	BEN e IBGE	Con base en los datos de Ben y IBGE, se construyeron los gráficos indexando las variables en relación con su valor en 1990.
6	Brasil: matriz energética, 1990-2012	BEN	El cálculo de la cuota de renovables en el mix energético en los años 1990, 2000 y 2012 se llevó a cabo teniendo en cuenta el consumo de datos por BEN de petróleo, gas natural, carbón térmico, carbón de coque y el uranio (no renovables); hidroeléctrica, madera, productos de la caña de azúcar y otros (renovables).
7	Comparación internacional del grado de renovabilidad de la matriz energética, años seleccionados	BEN y Agencia Internacional de Energía (IEA)	Para determinar la parte renovable de la matriz energética brasileña, la OCDE y el mundo se consideraron: hidroeléctrica, biocombustibles, residuos, energía solar, eólica, geotérmica y otros. Datos mundiales y de la OCDE se obtuvieron en la IEA (2013), mientras que los datos nacionales se basan en el BEN.
8	Brasil: consumo primario y consumo final de energía, 1990-2012	BEN	Gráfico creado a partir de la información del Balance Nacional de Energía.
9	Brasil: distribución de la matriz energética por fuente de energía, años seleccionados entre 1990 y 2012	BEN	Se crearon cuatro gráficos circulares para analizar la matriz energética brasileña en los años 1990, 2000, 2010 y 2012, con los datos de BEN.
10	Brasil: consumo de energía por sector, años seleccionados entre 1990 y 2012	BEN	Se crearon cuatro gráficos circulares que detallan el consumo de energía de cada sector (industria, transporte, residencial, agricultura, energía, terciarios, etc.) en los años 1990, 2000, 2010 y 2012, utilizando los datos de BEN.
11	Brasil: evolución de la intensidad energética primaria y final, 1990-2012	BEN, IBGE e Banco Central do Brasil (BCB)	El cálculo de la intensidad energética primaria y final se realiza dividiendo el consumo de energía (primaria y final, dada por BEN) por el PIB (dada por el IBGE). La serie temporal del tipo de cambio utilizado para convertir las reales del PIB para los dólares, se informó por parte del Banco Central de Brasil. Posteriormente, los valores calculados fueron indexados a 2000.
12	Brasil: intensidad energética primaria y final por períodos, 1990-2012	BEN, IBGE e BCB	Basándose en la información gráfica 11, se calcula la variación anual de la intensidad energética en diferentes períodos creados.

Nº	Título	Fuente	Metodología
13	Brasil: distribución anual de la intensidad energética primaria, años seleccionados entre 1990 y 2012	BEN, IBGE e CCB	El gráfico en cuestión muestra la intensidad energética primaria descompuesta en energía final, la generación de electricidad y otro tipo de elaboración. La intensidad primaria y final se obtuvo información del gráfico 11. Para el cálculo de la intensidad de la generación de electricidad, la generación de electricidad se dividió por el PIB. Pero los últimos datos, la intensidad de otros cambios, se obtuvieron por la diferencia entre la intensidad primaria y la suma de la intensidad final y eléctrica.
14	Brasil: intensidad energética y actividades de transformación de la energía, períodos seleccionados entre 1990 y 2012	BEN, IBGE e CCB	Similar a la Figura 13, a partir de la intensidad de energía primaria y final, la intensidad energética de las transformaciones se calculó como la diferencia entre estos dos parámetros (esta vez, sin embargo, la generación de energía y otro procesamiento se trataron conjuntamente).
15	Brasil: intensidad energética final por sector, años seleccionados entre 1990 y 2012	BEN, IBGE e CCB	Para saber la intensidad energética de cada sector, se multiplicó el porcentaje de participación de cada sector en el consumo final (dada por BEN) por la intensidad energética final de cada año, calculado previamente.
16	Brasil: variación anual de la intensidad sectorial, 1990-2012	BEN, IBGE e CCB	En base al consumo final de cada uno de los sectores incluidos en el gráfico (agricultura, industria y servicios), dividido por el valor agregado sectorial (dada por el IBGE), se obtuvo la intensidad energética sectorial (el monto del PIB dada por el IBGE en real se convirtió previamente a dólares, con datos del Banco Central).
17	Brasil: consumo final de energía del sector energético, años seleccionados entre 1990 y 2012	BEN	La información contenida en la tabla se obtuvo directamente sobre BEN
18	Cuota de la matriz eléctrica correspondiente a las energías hidráulica y eólica, 1990-2012	BEN	Se divide la generación de electricidad a partir de energía hidráulica y la energía eólica por el total de energía cada año para saber la proporción de estas fuentes en la matriz energética.
19	Aporte de la electricidad a la matriz energética brasileña, 1990-2012	BEN	Se calculó el suministro de electricidad a la matriz energética brasileña al dividir el consumo de electricidad por el consumo final total de Brasil.
20	Brasil: generación de electricidad total, generación térmica y pérdidas, 1990-2012	BEN	La información contenida en la tabla se obtuvo directamente en BEN.
21	Matriz del sector energético, años seleccionados entre 1990 y 2012	BEN	La información anterior en la tabla se obtuvo directamente en BEN. Las cifras en azul, entre corchetes, representan el consumo final de energía en Brasil.
22	Brasil: consumo final de energía del sector industrial, años seleccionados entre 1990 y 2012	BEN	La información contenida en la tabla se obtuvo directamente en BEN.
23	Brasil: consumo de energía de la industria y consumo de energía total, 1990-2012	BEN	El gráfico representa el consumo energético de la industria y el consumo final interno, obtenido en BEN.
24	Brasil: valor agregado de la industria, por segmento, 2000 y 2012	EPE	El gráfico muestra dos columnas, que representan los años 2000 y 2012. Se muestra dos diferentes informaciones en la gráfica: la altura correspondiente a cada sub-sector de la industria es la participación en el valor agregado del sector en el PIB industrial (valor representado en el gráfico por el eje y); el número superpuesto sobre cada una de las columnas es el PIB de cada subsector industrial.
25	Intensidad energética y PIB per cápita correspondientes a la industria, años seleccionados entre 1990 y 2012	EPE	La intensidad energética en años seleccionados, se calcula dividiendo el PIB de la industria por su consumo de energía.
26	Brasil: intensidad energética de la industria por período, 1990-2012	EPE	Con la serie de la intensidad energética del año 1990 a 2012, obtenida la misma manera que en la figura 25, se calcularon las tasas anuales de cambio para cada período definido.
27	Consumo de energía de las industrias energo-intensivas, años seleccionados entre 1990 y 2012	BEN	La información sobre consumo de energía de en las industrias de pulpa y papel, ferrosos y acero, metales no ferrosos y otros de la metalurgia, de ferroaleaciones, el cemento y la minería y pelletización están disponibles en BEN. Así que el gráfico se preparó en años seleccionados, se calculó el porcentaje de cada uno de estos sectores en el consumo de energía por sectores.



Nº	Título	Fuente	Metodología
28	Consumo energético por productos seleccionados, 1990-2012	EPE	El consumo específico de cada sector se calcula dividiendo el consumo de energía del sector por la cantidad producida (en masa). Los datos para los cálculos están disponibles en la base de datos EPE.
29	Intensidad energética de algunos ramos de la industria	EPE	El consumo de energía se dividió por el valor agregado de cada uno de los subsectores en 2000 y 2010 para crear el gráfico 29.
30	Brasil: consumo energético específico de la industria del azúcar, años seleccionados entre 1990 y 2012	EPE	En años seleccionados, se divide el consumo de energía de la industria del azúcar por la producción de azúcar. En el gráfico, se calculó el consumo específico en 1990, 2000, 2008, 2009, 2010, 2011 y 2012.
31	Brasil: consumo energético específico de la siderurgia, años seleccionados entre 1990 y 2012	EPE	El consumo específico de energía de la siderúrgica es el resultado de dividir el consumo de energía en la industria siderúrgica para su producción física.
32	Brasil: consumo energético específico de la industria del cemento, años seleccionados entre 1990 y 2012	EPE	La creación de este gráfico siguió la misma lógica que el gráfico 31, pero es la industria del cemento.
33	Brasil: consumo energético específico de la industria del papel y la celulosa, años seleccionados entre 1990 y 2012	EPE	La creación de este gráfico siguió la misma lógica que el gráfico 31, pero es la industria del papel y celulosa.
34	Brasil: evolución de la intensidad energética de la industria, 2000-2010	EPE	Para elaborar este gráfico, algunas medidas eran necesarias. La primera fue para calcular la intensidad energética de los diferentes subsectores industriales, resultado de dividir el consumo de energía del subsector por su valor agregado en los años 2000 y 2010 (la "intensidad energética real", se hace referencia en la tabla es la intensidad energética 2010). El segundo paso es calcular la intensidad energética de la industria (en su conjunto) en 2010 en el caso que la estructura industrial se mantuvo constante. Para ello, utilizamos las intensidades energéticas de los subsectores en 2010, aplicadas a la estructura industrial de 2000 (porcentaje de valor agregado de cada sector industrial en el total de la industria) – lo que resulta en "intensidad energética en la estructura constante." La diferencia entre la estructura de la intensidad energética "real" y constante es atribuible a la estructura. Una vez que se hubieran determinado estas tres variables, se calculó el porcentaje de incremento anual de cada uno de ellos y este valor se representa en el gráfico.
35	Brasil: consumo final de energía del sector agropecuario, años seleccionados entre 1990 y 2012	BEN	La información contenida en la tabla se obtuvo directamente en BEN.
36	Brasil: consumo del sector agropecuario por fuente de energía, años seleccionados entre 1990 y 2012	BEN	La información contenida en la tabla se obtuvo directamente en BEN. Las cifras en azul, entre corchetes, representan el consumo final de energía en Brasil.
37	Brasil: consumo final de energía de los hogares, años seleccionados entre 1990 y 2012	BEN	La información contenida en la tabla se obtuvo directamente en BEN.
38	Brasil: evolución del número índice del consumo de energía y electricidad de los hogares, del consumo de las familias y del número de viviendas, 1990-2012	EPE	Este gráfico fue creado siguiendo la misma metodología que el Gráfico 5.
39	Brasil: evolución reciente del consumo de electricidad y de energía por vivienda, 1990-2012	BEN e IBGE	Ambas series que se insertan en la tabla combinan la información sobre el consumo de energía (total y electricidad por separado) con el porcentaje de hogares en Brasil.
40	Brasil: cantidad media de habitantes por vivienda, 1990-2012	EPE	La división de la población por el número de viviendas, resulta en el número promedio de personas por hogar.
41	Brasil: demanda de energía de los hogares por uso final, 2005 y 2010	EPE	El consumo de energía del sector residencial desglosado por fuente de energía y el uso final es directamente disponible en la base de datos de la EPE.

Nº	Título	Fuente	Metodología
42	Brasil: consumo de energía para la cocción de alimentos por vivienda, 2000, 2005 y 2012	EPE	Dos piezas de información se presentan en esta tabla. El primero es el consumo de energía de cocinar por hogar, información disponible en la base de datos de la EPE, y el resultado de dividir el consumo de energía de la cocción por el total de viviendas. La segunda información es la participación de la leña en la cocina, que se calcula dividiendo el consumo de leña por el consumo de otras fuentes de energía (para cocinar).
43	Brasil: efecto de la sustitución de una fuente de energía por otra en la cocción de alimentos en el hogar, 1990-2010 y 2000-2010	EPE	La variación en el consumo de energía final y útil en la cocina se calcula por la diferencia entre los años de comienzo y final de la serie (1990 y 2010 en el primer caso, 2000 y 2010, en el segundo). A partir de la variación absoluta, se calcula la tasa de variación interanual. El impacto de la sustitución es la diferencia entre las dos tasas calculadas.
44	Brasil: consumo de electricidad en las viviendas por uso final	EPE	Teniendo en cuenta las asignaciones de uso de la electricidad en los hogares, el gráfico se construyó acumulando los usos finales de los años 2005 y 2012.
45	Brasil: penetración del calentador de agua por paneles de energía solar	ABRAVA, IBGE e EPE	En este gráfico, el área total instalada es proporcionada por ABRAVA mientras que la población (se utiliza para calcular el área per cápita) está dada por el IBGE.
46	Brasil: parque de aparatos electrodomésticos en los hogares brasileños, 2005 y 2012	Eletrobras, IBGE y EPE	El porcentaje indica la penetración de los aparatos seleccionados en años seleccionados. La posesión de electrodomésticos en 2005 se obtuvo del estudio de Eletrobras, mientras que la posesión en 2012 se calculó para EPE, basado en micro datos recogidos por el IBGE.
47	Brasil: distribución del gasto de electricidad del parque de aparatos de climatización de ambientes, 2005-2012	Eletrobras, IBGE y EPE	Cuatro informaciones se muestra en este gráfico: la variación del consumo total, el efecto demográfico, el efecto y el efecto de la posesión y el efecto de la eficiencia energética. La primera de ellas es la diferencia entre el consumo total de electricidad con productos de refrigeración en los años en cuestión. El segundo (efecto demográfico) se calcula mediante la variación en la cantidad de personas y residencias, manteniendo constante el resto de variables. El efecto de la propiedad se calcula de la misma manera: mantener la información restante, varió la posesión y se calculó la diferencia en el consumo de energía. Finalmente, el efecto de la eficiencia energética se calcula de manera similar, variando el consumo específico del aparato. Como los equipos se hicieron más eficiente en los años analizados (es decir, con el consumo específico más bajo), este efecto es negativo.
48	Brasil: distribución del gasto de electricidad del parque de heladeras, 2005-2012	Eletrobras, IBGE y EPE	Este gráfico se preparó de la misma manera que el gráfico 47, pero es de refrigeradores.
49	Brasil: distribución del gasto de electricidad del parque de lavadoras, 2005-2012	Eletrobras, IBGE y EPE	Este gráfico se preparó de la misma manera que el gráfico 47, pero es de lavadoras.
50	Brasil: consumo del sector de los transportes por fuente de energía, años seleccionados entre 1990 y 2012	BEN	La información contenida en la tabla se obtuvo directamente en BEN.
51	Brasil: consumo final de energía del sector de los transportes, años seleccionados entre 1990 y 2012	BEN	La información contenida en la tabla se obtuvo directamente en BEN.
52	Brasil: consumo de energía del sector de los transportes por medio de transporte, años seleccionados entre 1990 y 2012	BEN	El BEN discrimina consumo de energía por modalidad (carretera, ferrocarril, aire y acuático). Los porcentajes de la participación presentados en esta tabla se calcularon a partir de los valores absolutos de cada modalidad.
53	Brasil: distribución del consumo de energía del sector de los transportes, 2000 y 2010	EPE La información obtenida directamente en el estudio citado en la fuente.	La información obtenida directamente en el estudio citado en la fuente.

Nº	Título	Fuente	Metodología
54	Brasil: evolución de la demanda de combustible para vehículos ligeros, 2000 y 2010	EPE	La información obtenida directamente en el estudio citado en la fuente.
55	Brasil: evolución de la eficiencia de los vehículos ligeros, 1990-2012	MMA	La información obtenida directamente en el estudio citado en la fuente.
56	Brasil: matrículas correspondientes a automóviles de 1.000 cc, 1990-2012	ANFAVEA	La información obtenida directamente en el estudio citado en la fuente.
57	Brasil: proporción de la fabricación de vehículos ligeros correspondiente a vehículos comerciales ligeros y a automóviles, 2000-2012	ANFAVEA	Valores calculados a partir de la representatividad de automóviles ligeros comerciales y comerciales pesados en el informe anual de la ANFAVEA.
58	Brasil: evolución de la adhesión de vehículos al Programa Brasileño de Etiquetado de Vehículos (PBEV), 2009-2014	INMETRO	La información obtenida directamente en el estudio citado en la fuente.
59	Brasil: evolución de la eficiencia energética de los vehículos del Programa Brasileño de Etiquetado de Vehículos (PBEV), 2009-2012	CETESB	La información obtenida directamente en el estudio citado en la fuente.
60	Brasil: comparación internacional del número de habitantes por vehículo ligero, 2000-2010	Eurostat, IBGE, ANFAVEA y EPE	La proporción de personas por vehículo para Brasil se calcula dividiendo la población dada por el IBGE por la flota actual. La flota actual es calculado por la EPE teniendo en cuenta la venta de vehículos nuevos (dadas por ANFAVEA) y curvas de chatarra (que describe el porcentaje de vehículos que salen de circulación debido a su edad). Para los datos de otros países, la base de datos de la Comisión Europea proporciona los valores directamente.
61	Brasil: contenido de etanol anhidro en la gasolina C, 2000-2012	BEN	Valor calculado dividiendo el consumo de etanol anhidro por la suma de etanol anhidro y la gasolina, por volumen, dado por BEN.
62	Brasil: proporción de biodiesel en la composición del gasóleo de automoción	BEN	Valor calculado dividiendo el consumo de biodiesel en carretera por el Diesel total en carretera, en volumen. Los datos provienen de BEN.
63	Brasil: Evolución de la intensidad energética de 1990 a 2012	BEN, IBGE y Banco Central do Brasil (BCB)	Elaborado con la misma metodología que el Gráfico 11.



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)  
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)  
[www.cepal.org](http://www.cepal.org)