

# ENERLAC

REVISTA DE ENERGÍA -  
AMÉRICA LATINA Y CARIBE

REVISTA ENERLAC - Año 1 - N° 1 - Octubre 2009

Organización Latinoamericana de Energía  
Latin American Energy Organization  
Organizaçao Latino-Americana de Energia  
Organisation Latino-Americaine D'Energie

**olade**

# enerlac

Revista de Energía - América Latina y Caribe

## Índice

- 3 Presentación
- 4 La Agenda Energética de OLADE, 2023  
*Carlos A. Flórez P.*
- 7 La Política Energética en América del Sur y el retorno del papel del Estado: Precio del Petróleo, Cambio Climático y Crisis Económica  
*Luiz Pinguello Rosa*
- 16 Energía Renovable en América Latina  
*José Goldemberg*
- 19 La biomasa, fuente de energía subvalorada en América Latina y el Caribe  
*Alfredo Curbelo*
- 29 Aspectos de la sostenibilidad ambiental de la producción de etanol en Brasil: Tecnologías y Prácticas  
*Gilberto De Martino Jannuzzi*  
*Rodolfo D. M. Gomes*
- 40 Uso de energía en los sectores residencial y comercial de América Latina: Factores y perspectivas del uso en inmuebles con México de referente  
*Odón de Buen Rodríguez*

**Créditos:**

**Consejo Editorial OLADE**

Carlos A. Flórez P.  
Secretario Ejecutivo

Néstor D. Luna G.  
Director de Planificación y Proyectos

Erick F. Cabrera C.  
Director de Integración

Victorio E. Oxilia D.  
Coordinador de Capacitación

Patricia Solano  
Asistente de Comunicación y Prensa

---

**REVISTA ENERLAC**

Los criterios expresados en los artículos son de responsabilidad de los autores y no comprometen a La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); sin embargo son de su exclusiva propiedad. OLADE se responsabiliza únicamente por el contenido de los artículos publicados como organización y es el titular exclusivo de derechos, títulos e intereses (incluidos derechos de autor, marcas registradas, patentes y cualquier otro tipo de propiedad intelectual y de derecho) sobre el total de la información y del contenido, el cual está protegido por convenios internacionales y por legislaciones domésticas en materia de propiedad intelectual. Estas informaciones pueden utilizarse y reproducirse sin autorización y de forma gratuita exclusivamente para todo uso didáctico o de otro tipo no comercial, siempre que se señale en toda reproducción, como fuente de información (© OLADE).

Copyright © Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) 2009. Todos los derechos reservados.

---

**Autores de los artículos  
en esta publicación:**

Carlos A. Flórez P.  
Luiz Pinguello Rosa  
José Goldemberg  
Alfredo Curbelo  
Gilberto De Martino Jannuzzi  
Rodolfo D. M. Gomes  
Odón de Buen Rodríguez

---

"Esta publicación es traducción de la la revista en inglés: ENERLAC Magazine, Year 1, Nº 1, October 2009, ISSN: 1390-5171  
Colaboración de la traductora: Gabriela Martínez Cabezas".

# enerlac



# La política energética en América del Sur y el retorno del papel del Estado:

## Precio del Petróleo, Cambio Climático y Crisis Económica



Luiz Pinguelli Rosa

Profesor Titular, Programa de Posgrado en Planificación Energética y Director de la COPPE / UFRJ

Graduado en Física por la Universidad Federal de Río de Janeiro (1967), con una Maestría en Ingeniería Nuclear de la COPPE / UFRJ (1969), Doctor en Física por la Universidad Católica de Río de Janeiro (1974). Fue Director de la COPPE / UFRJ por un período de 3 mandatos y es el ex-Presidente de Electrobrás. Actualmente es Director de la COPPE / UFRJ, Profesor Titular del Programa de Planificación Energética de la COPPE / UFRJ y el Secretario Ejecutivo del Foro Brasileño de Cambio Climático. Las áreas actuales de investigación: planificación energética, cambio climático y la epistemología y la historia de la ciencia. La investigaciones anteriores están vinculadas a las áreas de: ingeniería nuclear, física de reactores, física teórica y física de partículas. Fue profesor visitante e investigador en las siguientes Universidades: Stanford (SLAC), Pennsylvania, Grenoble y Cracovia, en Polonia. Desempeñó labores académicas también en el Centre International pour l'Environnement et le Développement en París, en el Centro Studi Energia Enzo Tasseli, y el Ente Nazionale per l'Energia Nucleare e Fonti Alternativa, ambos en Italia y en la Fundación Bariloche, en Argentina. También fue miembro del Consejo de Pugwash (1999-2001) - una entidad fundada por Albert Einstein y Bertrand Russell, que ganó el Premio Nobel de la Paz en 1995 y ha participado en el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), una institución que fue galardonada con el Premio Nobel de la Paz en 2007.

### 1 - Introducción: El retorno del papel del Estado

Este artículo pretende dar una visión general de la política energética actual de los países de América del Sur, destacando a Brasil y sus relaciones en la perspectiva de la integración energética Suramericana. No pretende ser, por tanto, un análisis completo o neutral. Por lo tanto, se centra en determinados aspectos evaluados como los más relevantes, en lugar de centrarse en los detalles de cada país y en todas las fuentes de energía técnicamente viables, pero no siempre importantes desde el punto de vista económico. Con el fin de servir como un instrumento político, en el sentido de dar una base para la toma de decisiones y la planificación de acciones, contextualiza a Suramérica y a América Latina dentro del marco mundial. En este contexto, debe prestarse atención a los efectos de la subida vertiginosa de los precios del petróleo, su posterior caída con la crisis económica mundial que afectó a América Latina en el 2009, impulsada por la excesiva dependencia financiera de la economía en escala global, y el reciente aumento relativo del costo del barril de petróleo. Este impacto tiene como contrapunto el descubrimiento de la zona petrolífera de Pre-Sal en Brasil, lo que aumenta el tamaño del potencial petrolífero de América del Sur.

Entre las distintas fuentes de energía primaria, se destacan aquellas que tienen un papel más importante en la integración actual y potencial: energía hidroeléctrica, petróleo y gas natural. Estos últimos han sido objeto de estudios específicos y, por tanto, no serán vistos con el mismo nivel de detalle. En la situación actual han adquirido importancia las fuentes alternativas, en particular los biocombustibles, especialmente el etanol brasileño. Este fue el tema de intensa y reciente controversia internacional, debido a la cuestión del alza de los precios de los alimentos a nivel mundial, atribuida por algunos, hipotéticamente, a la competencia de los biocombustibles, también acusados de contribuir a la deforestación en la Amazonia brasileña.

Somos testigos del regreso de la intervención del Estado en la economía nacional con la crisis económica mundial. En el área de energía, esto ya venía ocurriendo en varios países de América del Sur. Esta situación no es nueva ni exclusiva para esta región. En el ámbito mundial, las crisis petroleras de 1973 y 1979 codujeron las políticas nacionales de energía a una planificación energética por parte de los gobiernos, ya sea para garantizar el abastecimiento de petróleo, o para desarrollar otras fuentes, convencionales y alternativas. Este proceso se dio no sólo en América del Sur, sino también en todo el mundo.

En la segunda mitad de la década de 1980 hubo una caída en los precios del petróleo y a partir allí disminuyó significativamente el papel del Estado en el ámbito energético, que pasó a las manos del mercado. En la década de 1990, por diversos factores, se expandieron las políticas etiquetadas como neoliberales en el mundo, y en América Latina se dio la desregulación y privatización de las empresas energéticas estatales. En América del Sur, esto ocurrió con particular intensidad en Chile, desde el gobierno de Pinochet, y más tarde en muchos países, como Argentina y Brasil, en diferentes grados y en diferentes momentos. Esta situación se revierte ahora en un nuevo marco mucho más complejo, que no es reducible a un simple retorno a la situación anterior y varía de país a país.

### 2 - La Política Energética frente a la variación del precio del petróleo

La reciente situación tiene en común con la época de la crisis del petróleo, el aumento del precio internacional del barril de petróleo crudo, que hasta 1973 era de entre US\$1 y US\$2 y tuvo un fuerte incremento hasta alcanzar en 1979, y durante un tiempo, US\$ 40, cayendo vertiginosamente en la segunda mitad de la década de 1980 y tomando una trayectoria errática en la década de 1990 (Figura 1). En 1999

llegó a sólo \$10, pero en el 2006 superó los US\$70 y en el 2008 bordeaba los \$140. En 9 años el precio del petróleo se multiplicó por 14 y casi se ha duplicado en dos años, pero luego cayó por debajo de US\$50 dólares para luego mantener el equilibrio alrededor de esta cifra durante el 2009.

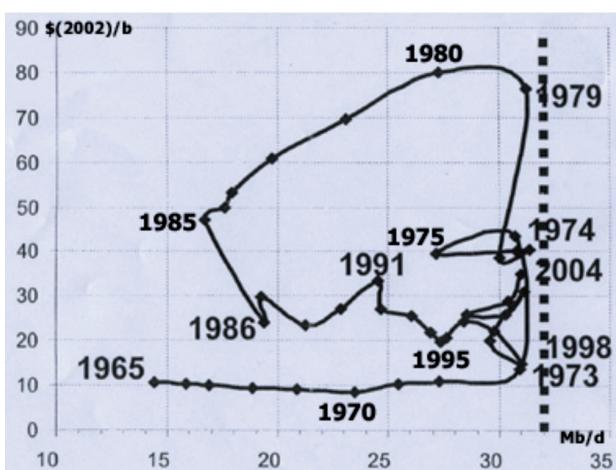
El gas natural, a su vez, causó problemas en los últimos años entre Rusia y Europa, entre Argentina y Chile, y entre Bolivia y Brasil recientemente. En la electricidad, hubo severos racionamientos en el 2001, durante muchos meses en Brasil y en California, en ambos casos por falta de regulación del sector.

La desregulación de la energía ha sido parte del proceso de liberalización de la economía en la globalización financiera, que está en la raíz de la crisis mundial iniciada en los EE.UU. en el 2008 y se agravó en el 2009 llegando a América del Sur, especialmente a algunos países, como Brasil.

En el caso de la energía, se suman los efectos de la crisis financiera a los de la crisis ambiental, debido al cambio climático por el calentamiento global intensificado por las emisiones de gases como el dióxido de carbono producido por la quema de combustibles fósiles. El efecto invernadero se ha convertido en un importante problema de política internacional, porque se trata de decisiones de la sociedad, que no cabe dejarlas exclusivamente a las empresas. La concesión del Premio Nobel de la Paz 2007 al Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio (IPCC) fue consecuencia de la divulgación, realizada a inicios del 2007, del Cuarto Informe de Evaluación que ha causado gran preocupación en todo el mundo.

El impacto de los altos precios internacionales del petróleo en la economía mundial ha tenido repercusiones en los países de América del Sur, mientras que la participación actual de petróleo en la economía mundial es menor que en los días de la crisis del petróleo de los años 70. A nivel mundial, esta participación en los costos de los productos en general es la mitad de lo que era en ese momento.

Gráfico 1  
Precio y producción de petróleo de la OPEP



Fuente: Jean Marie Martin, Université de Grenoble, 2004 precio del barril de petróleo (US\$/b) en comparación con la producción de la OPEP (Mb/d). Los valores de los precios del petróleo están en dólares del año 2002. Los valores actuales de los precios del petróleo en el período anterior a la crisis se encontraban en el rango de US\$1/barril.

Algunos actores contribuyeron a esta fuerte variación en el precio del petróleo:

a) - La disminución prevista de la producción mundial, aunque en América del Sur hubo avances importantes en la capa Pre-sal

en Brasil y el crecimiento del consumo, especialmente en los países en desarrollo, encabezados por China e incluso países de América del Sur.

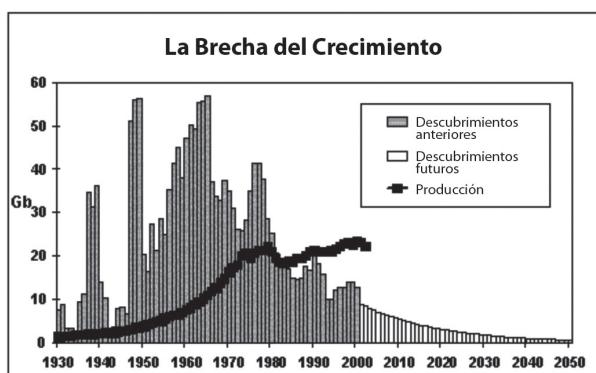
b) - La inestabilidad geopolítica mundial, especialmente en el Medio Oriente, área productora de petróleo, y la fuerte dependencia de los países de la OCDE, especialmente de los Estados Unidos de América (EUA) en lo referente a las importaciones de petróleo. Aunque en menor medida, esta inestabilidad se proyecta en América del Sur con la tensión política entre los EUA y Venezuela.

c) - La crisis económica mundial desencadenada en los EUA, en 2008, que impactó en la región de América del Sur en 2009.

d) Las presiones ambientales, especialmente las emisiones de dióxido de carbono en la combustión de derivados del petróleo las cuales agravan el efecto invernadero, que contribuye al calentamiento global.

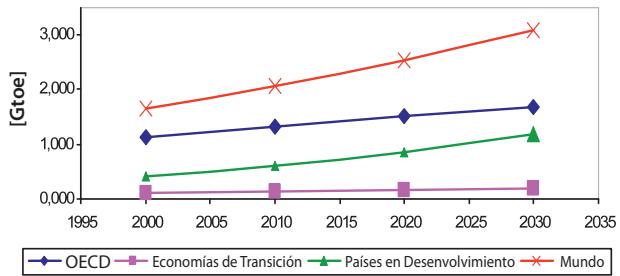
El punto (a) anterior es evidenciado en los Gráficos 2 y 3. El primero muestra el desarrollo y la proyección de los futuros descubrimientos de petróleo y la tendencia de la disminución en su producción, siendo necesario señalar que en América del Sur hay un contrapunto a esta tendencia con el descubrimiento del área petrolífera de la capa Pre-sal en Brasil.

Gráfico 2  
Los descubrimientos de petróleo en el pasado y proyectados



Fuente: Colin Campbell, The Coming Oil Crisis, 2000

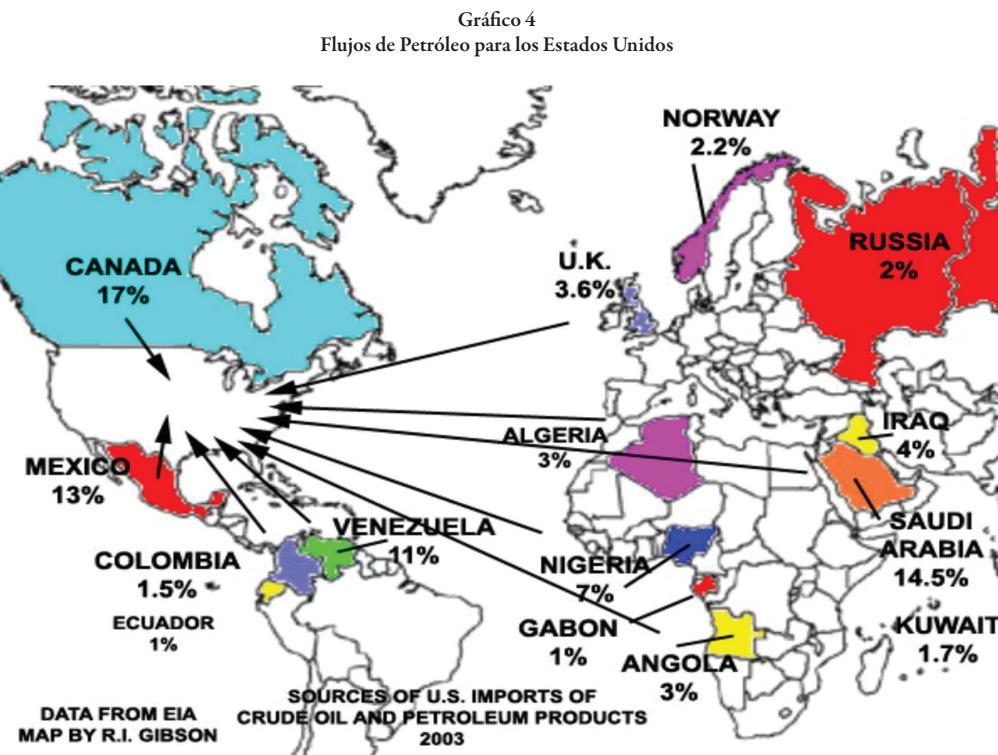
Gráfico 3  
Energía en el Transporte



Fuente: Suzana K. Ribeiro, COPPE, 2005

El Gráfico 3 muestra el aumento previsto del consumo de productos derivados del petróleo en el transporte, ya que la curva con mayor derivada es la que representa a los países en desarrollo.

La inestabilidad geopolítica vinculada a los campos de petróleo (punto b) es empíricamente demostrado por el conflicto en Irak, ocupado por fuerzas norteamericanas, el conflicto árabe-israelí y la tensión entre Estados Unidos e Irán, por su proyecto de enriquecimiento de uranio. Además, es



evidente la tensión política en los campos de petróleo en América del Sur: los EUA con Venezuela y Ecuador. Con el presidente Barack Obama esta tensión ha disminuido, pero se está intensificando con el anuncio de un acuerdo militar entre EUA y Colombia y algunas fricciones entre este país con Venezuela, lo que ha dado lugar a una solicitud de esclarecimiento por parte de Brasil para el gobierno norteamericano.

El aspecto de la dependencia en la importación del petróleo de los países ricos, también mencionado en el punto (b), se muestra en el Gráfico 4, donde se trazan las líneas de flujo de petróleo para EUA, que aparece como un sumidero, en una analogía con la dinámica de fluidos de la física. Este problema se agrava en cierto sentido con la crisis económica mundial (c) desencadenada en el 2008 y 2009, ya que crea dificultades en las economías de los países desarrollados. Según lo mostrado en el Gráfico 4, América del Sur contribuye con 13,5% (11% de Venezuela, 1,3% de Colombia y 1% de Ecuador) en la producción de petróleo. En comparación, Canadá aporta con 17%, Arabia Saudita con 14,5% y México con 13%. Así, no sólo América del Sur tiene un papel destacado en el suministro de petróleo al mercado norteamericano; al sumar el flujo de México se evidencia que América Latina, en su conjunto, pasa a ocupar el primer lugar. A pesar de la intensa polémica en el ámbito político entre Venezuela y los EUA en los últimos años, el flujo de petróleo venezolano a ese país se emite sin interrupciones.

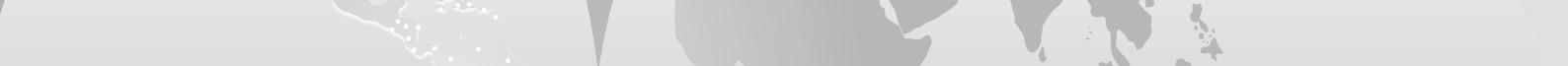
La crisis financiera desencadenada en los EE.UU. (c) se ha propagado en todo el mundo y ha reducido el PIB de algunos países, incluyendo América del Norte. La victoria del presidente Obama en los EUA tuvo un significado importante y el gobierno intervino en la economía para salvar a las grandes empresas de la quiebra, como ocurrió en la reciente estatización de General Motors. El Premio Nobel de Economía de 2008, Paul Krugman ha recomendado una política económica cercana a la keynesiana, por su parte Francis Fukuyama - quien se

hizo famoso a causa de un artículo escrito en 1989, propugnando que con la caída del Muro de Berlín, la historia llegó a su término, declara que es hora de dar paso hacia una política de menos mercado y más Estado.

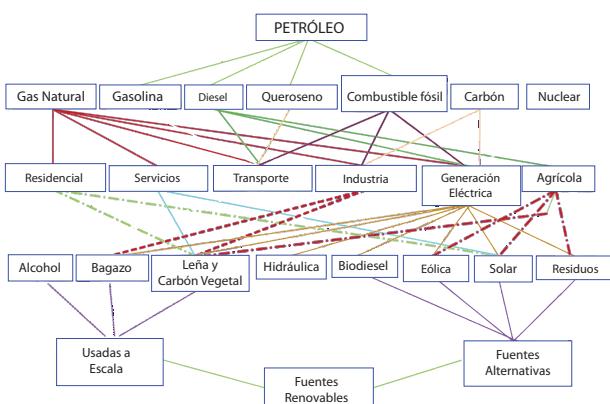
Por último, en el punto (d) es pertinente señalar que la participación de las fuentes primarias renovables, especialmente la energía hidroeléctrica es más importante en América del Sur que en otros continentes y los biocombustibles tienen un gran uso en Brasil, cuyas emisiones de gases de efecto invernadero, están superadas por la deforestación.

### 3 - Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y Cambio Climático

Los combustibles fósiles son responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero (parte superior del Gráfico 5), con excepción de la energía nuclear, cuyo uso está dado por la fisión del uranio y no por la combustión, como ocurre con el carbón, el petróleo y el gas natural. Las fuentes renovables (panel inferior) no emiten gases de efecto invernadero o los emiten en poca cantidad en general, como el alcohol y la energía hidroeléctrica. En el caso de los biocombustibles, el dióxido de carbono emitido en su combustión es reabsorbido de la atmósfera en el crecimiento de la planta. Sin embargo, la mitad de la leña y del carbón vegetal proviene de la deforestación en Brasil, donde el carbón vegetal se utiliza en la fabricación del acero. La emisión neta en el caso del alcohol se limita al consumo de diesel para tractores y camiones en los campos de caña de azúcar. En el caso de las plantas hidroeléctricas el equipo de investigación de la COPPE realizó varias mediciones en varios embalses en el país, teniendo en cuenta las emisiones de dióxido de carbono y metano, aunque en general, la contribución de estas plantas es menor que el de las centrales térmicas.



**Gráfico 5**  
Flujos de Energía de las fuentes primarias fósiles y renovables



Según el informe del IPCC publicado en el 2007, el crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero en el ámbito mundial fue de 70% entre 1970 y 2004. De ello, las emisiones de CO<sub>2</sub> aumentaron un 80% y representaron el 77% de las emisiones antropógenas en el 2004. El mayor crecimiento de las emisiones entre 1970 y 2004 fue del sector de la energía (145%), seguido por el sector del transporte (120%), industria (65%) y el uso del suelo y la deforestación (40%). La Tabla 1 muestra los índices de la energía de las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita, por consumo de energía y por PIB de los países de América del Sur.

**Tabla 1**  
Consumo de Energía per Capita e Índices de emisiones de CO<sub>2</sub>

Países de América del Sur	tep per capita	t CO <sub>2</sub> / capita	t CO <sub>2</sub> / tep	Kg CO <sub>2</sub> / 2000 US\$ de PIB
Argentina	1.64	3.64	2.21	.45
Bolivia	0.58	1.29	2.23	0.51
Brasil	1.12	1.77	1.57	0.49
Chile	1.81	3.60	1.98	0.63
Colombia	0.63	1.31	2.10	0.60
Ecuador	0.79	1.77	2.24	1.14
Paraguay	0.67	0.58	0.87	0.43
Perú	0.49	1.02	2.06	0.43
Uruguay	0.84	1.52	1.81	0.24
Venezuela	2.29	5.35	2.34	0.91

Energía expresada en toneladas equivalentes de petróleo (tep)  
Fuente: International Energy Agency (IEA), 2006

La reunión de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en Copenhague a finales de 2009 representa una oportunidad para encontrar un consenso de los compromisos más eficaces para reducir las emisiones globales de gases de efecto invernadero, que contribuyen al calentamiento de la atmósfera y la superficie del planeta, posibilitando los cambios climáticos cuyas consecuencias pueden ser muy graves para la humanidad.

Algunos acontecimientos recientes son alentadores, pero no lo suficiente para asegurar que se llegue a una solución satisfactoria, sobre todo dado el aumento de la concentración atmosférica de dióxido de carbono, de acuerdo al Informe 2007 del IPCC. Es alentadora la aprobación por parte de la Cámara de Representantes de EUA del proyecto de ley propuesto por el presidente Obama, lo que significa un salto en relación con la administración Bush. Sin embargo, la propuesta de Obama es reducir en el 2020 las emisiones de CO<sub>2</sub> de los EUA en un valor de 17% inferior a lo que fue emitido por ese país en el 2005. Ahora bien, esto es mucho menor que el objetivo fijado por el Protocolo de Kyoto, cuyo año base sobre el cual se aplicaba el porcentaje de reducción fijados para cada país fue 1990 y el plazo fijado fue entre 2008 y 2012. Y es también inferior a la meta de la Unión Europea. El Protocolo de Kioto fue rechazado por los EUA.

La reunión del G8 + G5, celebrada en el 2009 en Italia ha hecho pocos progresos hacia el logro de un compromiso eficaz con participación de los países desarrollados - representado por el G8 encabezado por los EUA con Obama al frente - y los países en desarrollo - entre ellos Brasil, con mayor peso de China, seguida por la India. Las economías de estos dos gigantes asiáticos han estado creciendo por encima de 10% al año y crecen sobre 5% en medio de la crisis económica que está sacudiendo al mundo.

El compromiso de limitar a 2° C el incremento en la temperatura global en relación a la época pre-industrial, es alentador. La posición del Brasil en la preparación de la Conferencia de Copenhague incluyó esta limitación, lo que implica un gran esfuerzo para reducir las emisiones de los países ricos y para controlar las de los países en desarrollo. Pero esto no es parte del compromiso del G8 + G5, y que por lo tanto cae en el vacío. Se ha fijado el objetivo de limitar el aumento de la temperatura de forma abstracta, sin definir los pasos para reducir las emisiones que sería necesario para lograrlo.

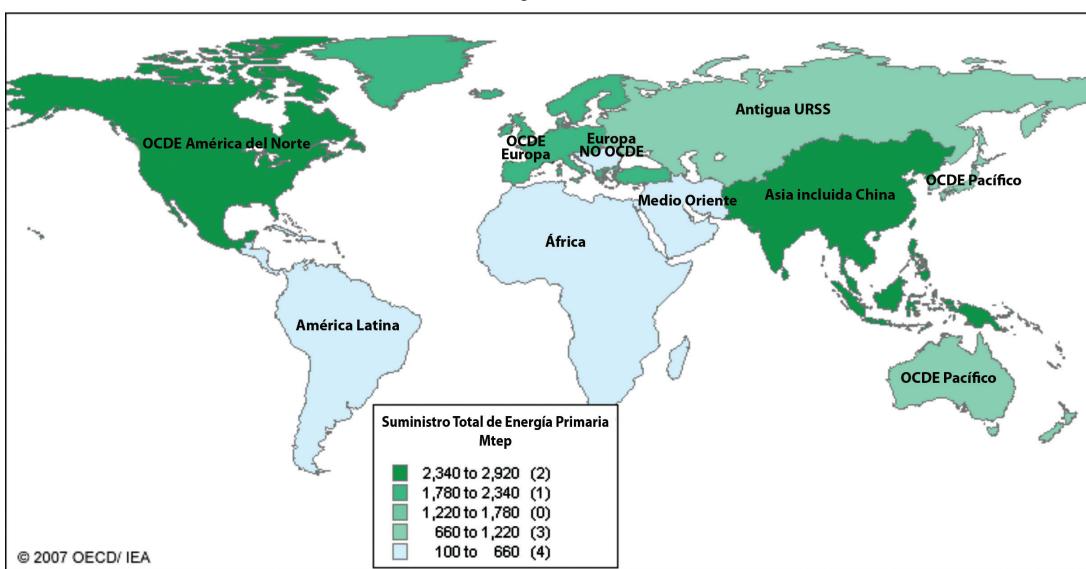
Sé analizó en el G8 + G5 la posibilidad de establecer una reducción de 80% de las emisiones de los países ricos en el 2050 en la medida que los países en desarrollo se comprometieran a reducir sus emisiones en 50% en ese mismo año, con lo que estos últimos no estuvieron de acuerdo. Una cuestión es la controversia sobre la adopción de las obligaciones de los países en desarrollo respecto de sus emisiones. Un argumento a favor de su adopción es el crecimiento de las emisiones en los países en desarrollo, especialmente China e India. Sin embargo, las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita en los países ricos siguen siendo muy superiores a las de los países en desarrollo.

En Brasil fue alentador el Plan Nacional de Cambio Climático aprobado por el presidente Lula en diciembre de 2008, con metas definidas para reducir la deforestación, que es responsable de la mayoría de las emisiones por parte de Brasil. Este tuvo gran repercusión en la reunión de la Convención sobre Cambio Climático en Poznan en el mismo mes, el cual, por cierto, dio pocos resultados concretos. Es alentador el pronóstico de los datos de satélite calculado por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sobre una reducción en las tasas de deforestación en un 55% este año, cumpliendo con la meta del Plan.

Por otra parte, no es animador el aumento de la participación de los combustibles fósiles en la generación de energía prevista en Brasil. Pero es una buena noticia el crecimiento de la producción y el consumo de alcohol en los automóviles, por encima del de la gasolina en el país, cuya matriz energética es 45% de energía renovable (se incluye en esta: la energía hidroeléctrica y los biocombustibles), mientras que en el mundo, este porcentaje es de 13%; y en los países de la OCDE, 6%.

La diferencia en el consumo de energía primaria en diversas regiones del mundo, puede ser evidenciada en el mapa del Gráfico 6. América del Sur y África están en el rango de

Gráfico 6  
Consumo de Energía Primaria en el Mundo



bajo consumo, entre 100 y 600 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep), en contraste con América del Norte, Europa y Asia, que constan entre 2.320 y 2.960 millones de tep.

#### 4 - Estructura del Sector Energético en América del Sur

La población de América Latina es alrededor de 7% de la población mundial, y el consumo de energía primaria en América Latina es 4.4% del consumo mundial, lo que muestra una desigualdad. Ahora bien, si nos fijamos en las fuentes de energía primaria (AIE, Key World Energy Statistics, París, 2007), la participación de América Latina en la producción de energía en el mundo varía dependiendo de la fuente considerada:

- 9,0% en petróleo
- 4,9% en gas natural
- 1,4% en carbón
- 0,8% en nuclear
- 20,7% en energía hidroeléctrica.

Por lo tanto, la presencia de la generación nuclear de electricidad en América Latina es inferior al 1% de la generación nuclear en el mundo. Se limita a Brasil, Argentina y México. Mientras tanto, la proporción de la energía hidroeléctrica supera 20%. Brasil, Venezuela y Perú están entre los diez países con los mayores recursos hídricos en el mundo (Tabla 2).

Tabla 2  
Países con mayores recursos hídricos en el mundo

	km3 / año	m3 / año / habitante
Brasil	8.2 ←	48.3
Rusia	4.5	30.9
Canadá	2.9	94.3
Indonesia	2.8	13.3
China	2.8	2.2
EUA	2.0	7.4
Perú	1.9 ←	74.5
India	1.9	1.8
Congo	1.3	25.1
Venezuela	1.2 ←	51.0
Top ten	29.7	34.9
World	43.7	7.2

Source: FAO, ONU, 2003; Roberto D'Araujo,  
Seminário sobre Estratégias Energéticas, UFRJ, 2004

Tomando los recursos hídricos per cápita, Perú y Venezuela superan a Brasil y se encuentran apenas detrás de Canadá. A medida que avanzamos a una capacidad instalada de generación hidroeléctrica, los EUA suben al primer lugar, Brasil desciende al tercero y Venezuela para al décimo tercer lugar, mientras que Perú, ni siquiera aparece en la lista de países con grande generación hidroeléctrica.

La producción, importación y exportación de petróleo, gas natural, carbón y energía hidroeléctrica en los principales países de América del Sur figuran en la Tabla 3. Las importaciones y exportaciones relacionadas con el petróleo incluyen los derivados, además del petróleo crudo. En el carbón se calculan sus diferentes tipos y coque. Además de la producción de energía hidroeléctrica están la importación y exportación de electricidad.

En la Tabla 3 los mayores productores de petróleo en América del Sur son Venezuela y Brasil, este, por ahora, lejos del primer colocado. La exportación de Brasil es equivalente (principalmente de crudos pesados) a las importaciones (de crudo ligero necesario para el refinamiento). Argentina, Colombia y Ecuador tienen una producción similar de petróleo y son exportadores de este hidrocarburo.

Argentina es el mayor productor de gas natural, seguido por Venezuela, Bolivia y Brasil, que es también importador. Los exportadores son: Argentina (para Chile) y Bolivia (para Brasil y Argentina). Son importantes consumidores de gas natural: Venezuela, Argentina y Brasil.

El carbón es de gran producción en Colombia, que es un exportador, mientras que Brasil es el mayor productor de energía hidroeléctrica en el continente, seguido de Venezuela y Paraguay, que la exporta.

#### 5 - Cambios en el Sector Energético de América del Sur

Importantes acontecimientos han marcado el sector de la energía en América del Sur en la década de 2000:

- El racionamiento de electricidad en Brasil en 2001, después de la privatización de las grandes empresas eléctricas, dando lugar a la suspensión del proceso de privatización del sector eléctrico brasileño en el 2003, tras la elección del nuevo presidente, hecho que influyó en decisiones en otros países, empezando por Argentina.

Tabla 3  
Petróleo, Gas Natural, Carbón y Energía Hidroeléctrica

País	Petróleo Millón de tep			Gás Natural Millón de tep			Carbón Millón de tep			Hidroeléctrica. millón MWh		
	Prod	Imp*	Exp*	Prod	Imp	Exp	Prod	Imp	Exp	Prod	Imp#	Exp#
Argentina	37.8	1.3	14.9	36.2	1.3	5.4	-	1.0	0.14	34.6	8.0	0.4
Bolivia	2.9	0.2	0.6	9.9	-	8.6	-	-	-	2.5	-	-
Brasil	87.3	28.0	23.4	9.2	7.5	-	2.5	11.3	-	337.4	39.2	0.1
Chile	0.3	14.3	1.7	1.7	5.3	-	0.3	3.9	-	24.8	2.1	-
Colombia	27.4	0.9	16.1	6.1	-	-	38.9	-	34.9	39.8	-	1.7
Ecuador	27.0	2.6	20.6	0.4	-	-	-	-	-	6.8	1.7	-
Paraguay	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	51.2	-	43.8
Perú	5.2	5.9	3.5	1.4	-	-	0.03	0.8	-	19.9	-	-
Uruguay	-	2.3	0.3	-	4.1	-	-	-	-	6.7	1.6	0.8
Venezuela	169.3	-	138.1	23.2	-	-	5.2	-	5.2	75.0	-	-

(\*) Incluye el petróleo crudo y derivados; (#) La generación de electricidad incluye la energía hidroeléctrica y la generada por centrales térmicas.

Fuente: IEA, 2006

b) - Cambio del contexto de las reservas de petróleo de América del Sur con la autosuficiencia en petróleo de Brasil y el descubrimiento, en 2008, de un gran yacimiento de petróleo en el área de Pre-sal.

c) - El racionamiento de gas y electricidad en la Argentina, que repercute en cortes de parte de la exportación de gas a Chile y la reanudación de la intervención estatal en la energía, en Argentina.

d) - La nacionalización del petróleo y el gas natural en Bolivia, que conduce a la renegociación de las exportaciones de gas a Brasil y Argentina, tanto como la nacionalización de las refineras de Petrobras en aquel país.

e) - Cambio de la política energética de Venezuela con una mayor intervención estatal en el petróleo, a través de PDVSA y también en las relaciones con las empresas petroleras extranjeras, y en la electricidad.

f) - Cambio de la política energética en Ecuador con nuevas reglas para las compañías petroleras extranjeras, entre ellas Petrobras.

g) - Cambio en la política energética de Paraguay, especialmente en la central hidroeléctrica binacional (con Brasil) de Itaipú.

h) - El incremento del consumo de biocombustibles líquidos con la reanudación de la expansión del alcohol automotriz y el programa de biodiesel en Brasil desde 2003.

Para entender los cambios en América del Sur deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

a) En los últimos años ha habido un importante crecimiento económico en varios países después de años consecutivos de estancamiento o de bajo crecimiento, en virtud de las políticas monetaristas de ajuste económico, guiadas por el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial con el apoyo de los países ricos.

b) Sigue siendo grande la desigualdad social, incluso si se están produciendo importantes mejoras en el ámbito social en algunos países. En el caso de Brasil se estima que cerca de 20 millones de personas incrementaron su nivel de ingresos, pasando de la clase D, los pobres, a la clase C. Desafortunadamente este proceso se ve afectada con la crisis económica.

c) Los gobiernos de izquierda o con el apoyo de la izquierda ganaron las elecciones y están en el poder en varios países de Sudamérica: de izquierda moderada en Chile, Brasil y Uruguay; nacionalistas en Venezuela, Bolivia y Ecuador; en una posición intermedia, cerca del segundo grupo están Argentina y Paraguay.

d) Las asociaciones supranacionales de América del Sur en oposición a la propuesta del ALCA liderada por los Estados Unidos de América desde hace algunos años.

Venezuela ha puesto en marcha el nuevo impuesto sobre las ganancias extraordinarias de las compañías petroleras. La decisión se produce pocos meses después de que Exxon Mobil y Conoco Phillips decidieran salir de Venezuela debido a la nacionalización del petróleo. Exxon abandonó la explotación en la Faja del Orinoco en 2008.

## 6 - Los problemas recientes de la Energía en el Cono Sur

En 2007 hubo una crisis energética en la Argentina. En primer lugar, el frío intenso en el invierno aumentó considerablemente el consumo de gas, luego en el verano, el elevado uso de aire acondicionado empeoró la situación en el suministro de electricidad. Para garantizar el suministro residencial, fue necesario cortar el gas proveniente de las industrias y también hubo racionamiento de gas para los vehículos, utilizado por toda la flota de taxis de Buenos Aires. Brasil en ese año transfirió a la Argentina 1 millón de m<sup>3</sup> de gas desde Bolivia, además de energía eléctrica.

Bolivia anunció que no puede satisfacer el suministro de gas de 4,6 millones de m<sup>3</sup>/día en 2008 y 2009, conforme fue contratado con Argentina. El pronóstico fue de 27,7 millones de m<sup>3</sup>/día en 2010 con la finalización del gasoducto en el noreste de Argentina. Brasil está dispuesto a suministrar la electricidad procedente de centrales térmicas que no estaban siendo despachadas. En febrero de 2008 se firmó un acuerdo que prevé

el intercambio de energía, debiéndole a Argentina. Brasil inició en mayo de 2008 el despliegue de 300 MW para Argentina. El acuerdo prevé 800 MW pudiendo llegar a 1500 MW si es necesario. Parte de esta energía puede ser transmitida al Uruguay. Existe un límite de 72 MW de conversión de frecuencia para ser enviados directamente a Uruguay.

Chile tiene un protocolo con Argentina desde 1995 para la importación de gas natural, pero en 2004 la Argentina emitió una resolución dando prioridad a su mercado interno, en detrimento de los contratos de exportación de gas. En el 2003 ya superó el 50% la cuota de gas en la generación de electricidad en Chile, siendo dependiente de las importaciones de Argentina. En agosto del 2005, Argentina recortó el 59% del gas a Chile y en mayo del 2007, este porcentaje se elevó al 64%, es decir cayó de un total que era de 22 millones de m<sup>3</sup>/día, a 14 millones de m<sup>3</sup>/día obligando a las centrales eléctricas chilenas a operar con diesel. El 70% de la demanda de gas en Chile es para la generación termoeléctrica. La ley chilena sobre los incentivos fiscales para la energía renovable requiere que al menos el 5% de los nuevos proyectos de electricidad sean de energía renovable.

En 2008, los Presidentes: Lula, Morales y Kirchner se reunieron para discutir la cuestión de la escasez del gas natural, especialmente en Argentina, y su producción en Bolivia. A pesar de tanta agitación existente acerca de la política de nacionalización en Bolivia, las empresas petroleras extranjeras, en 2008, anunciaron su voluntad de invertir en el país 3 mil millones US\$. Entre los tres principales inversores están Repsol de España, con 1 mil millones de euros, Petrobras y PDVSA. En el 2008 se anunció un Plan Nacional de Eficiencia Energética en Bolivia. El objetivo es fomentar el uso correcto de la electricidad para vivir con dignidad. El financiamiento viene de Venezuela a través del Tratado de Comercio de los Pueblos - Alternativa Bolivariana de las Américas.

La reacción en cadena de la nacionalización del petróleo y del gas en Bolivia se vieron contrarrestadas por la cautela diplomática en las declaraciones oficiales del gobierno de Lula, resistiendo las presiones, expresadas en las declaraciones extremistas en la prensa brasileña. Esto fue seguido por duras declaraciones del presidente Morales a la prensa internacional, lo que provocó una fuerte reacción de Petrobras y del Ministerio de Relaciones Exteriores (Itamarati), resultando en la retirada oficial del gobierno boliviano, de modo que se permitiese una negociación para salvar los dedos aunque se perdiesen los anillos.

Había dos problemas: Petrobras como empresa de control estatal y los intereses brasileños en garantizar el suministro de gas natural a precios justos. La adquisición de estos activos tiene su origen en la privatización del sector energético en América del Sur. En la situación del gas natural es diferente. Las inversiones realizadas por Petrobras significaron un aumento real en la producción física y económica de los campos de gas de Bolivia, construyó el gasoducto que permita la transferencia de sus exportaciones a Brasil. La cuestión era directamente de interés brasileño para garantizar el suministro de gas natural a un precio justo.

Para Bolivia, la exportación de su gas a Brasil es esencial, ya que tres cuartas partes de su producción vienen a Brasil, 15% va para Argentina y sólo 10% son para el mercado interno. Detener la exportación sería una gran pérdida, del orden del 18% del PIB de Bolivia. El nudo a desatar era el precio garantizado por contrato en el que estaban previstos los reajustes, que Bolivia deseaba cambiar. Así se centraron negociaciones, porque el problema del precio del gas natural a nivel mundial tiende a ser impulsada por los precios altos del petróleo, y el resultado fue positivo.

En conclusión, el gas de Bolivia es esencial para Brasil a corto plazo, hasta ser aumentada la producción nacional, y promover la integración de América del Sur.

En cuanto al segundo reto, el Presidente Lugo, poco después de ser elegido en Paraguay, pidió la revisión del acuerdo de Itaipú. La planta binacional tiene una deuda de US\$ 19 mil millones de dólares con Eletrobrás y el Departamento del Tesoro de Brasil, ya que fue Brasil quien construyó la planta y obtuvo su financiamiento. La deuda se amortiza por el precio pagado por los consumidores, que en su gran mayoría son brasileros.

La mitad de la energía generada por Itaipú pertenece a Brasil y la otra mitad a Paraguay, que consume alrededor del 5% de la misma. Según el acuerdo, Eletrobrás compra el resto, pagando un valor que durante muchos años fue alto. Una cuota obligatoria de la energía de Itaipú tuvo que establecerse para las empresas brasileras de electricidad. Hoy en día es ya no es costosa, comparativamente, ya que la electricidad generada en Brasil se encareció desde las privatizaciones. Lo que se paga por la energía de Itaipú (US\$ 42 / MWh) es de la magnitud del precio previsto de la generación de la planta hidroeléctrica de Santo Antonio que se construirá en el río Madeira (R\$ 78 / MWh).

Debe tenerse en cuenta en la negociación que, desde la primera elección de Lula, se hicieron algunas concesiones en beneficio de Paraguay. En la transición, en diciembre de 2002, se redujo la cantidad de energía de la Itaipú contratada por la ANDE, empresa eléctrica estatal de Paraguay, favoreciendo a Paraguay en cerca de US\$ 80 millones anuales que dejan de ser pagados por la ANDE a Itaipú. Además, la transferencia de energía se incrementó dando otros US\$ 25 millones anuales a Paraguay. Por último, se eliminó el factor de ajuste de la deuda por la inflación americana.

Lo que no fue aceptado por Brasil en las negociaciones es que la cuota de energía de la Itaipú perteneciente al Paraguay se coloque en el mercado de Argentina y Chile, perdiendo Brasil el derecho a disponer de ella a través de Eletrobrás. Itaipú suministra alrededor del 19% de la electricidad en el país. El Ministerio de Relaciones Exteriores (Itamarati) trató de llegar a una conclusión exitosa de las negociaciones, como lo hizo en el caso del gas natural boliviano.

El resultado al que se ha llegado en la reunión de los dos presidentes, Lula y Lugo, el 25 de julio de 2009 fue un aumento en el pago por parte de Brasil de la llamada energía cedida de Itaipú, que no debe confundirse con la energía total generada perteneciente a Paraguay, no utilizada en ese país y trasladada a Eletrobrás por ANDE por el Acuerdo. Lo más importante, sin embargo, fue la decisión de que Paraguay podrá disponer progresivamente de las parcelas del total vendido hoy por la ANDE a Eletrobrás para ser comercializadas por la ANDE en el mercado libre de grandes consumidores en Brasil.

Esta solución tiene el mérito de poner fin al impasse a favor de Paraguay, el direccionamiento de esta energía en el mercado libre no será un desígnio favorable ni para Eletrobrás ni para los consumidores brasileños servido por la red pública, sean consumidores residenciales, o sean empresas e instituciones.

## 7 - La Integración Energética de Brasil en América del Sur: Presente y Futuro

Los dos principales proyectos realizados de integración energética entre Brasil y los países de América del Sur son, la planta de energía binacional de Itaipú con Paraguay, la más grande del mundo en cuanto a generación eléctrica, cuya expan-

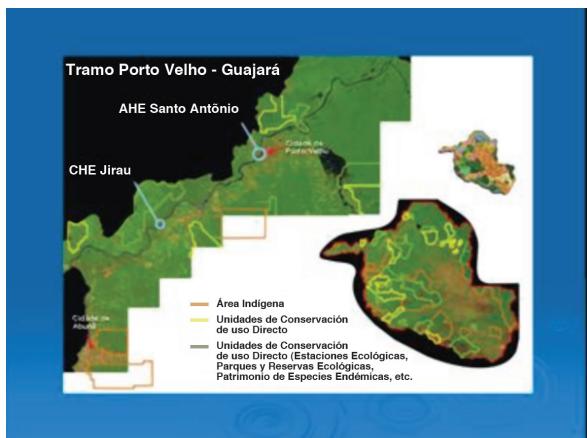
sión de cerca de 12 GW a 14 GW se completó en el 2008, y la importación de 30 millones de m<sup>3</sup> diarios de gas natural de Bolivia. Ambos fueron objeto de la crisis ya resuelta con Bolivia y que espera ser resuelta con Paraguay Paraguay, posterior a la toma de posesión del presidente Lugo, quien fuera electo. Estas crisis se tratan en la siguiente sección.

Existe una conexión eléctrica en el sur con Argentina, mencionado en la sección anterior, y otra, pequeña en el norte con Venezuela, que se proyecta ampliar de manera significativa, como veremos mas adelante. También hay una pequeña conexión con Uruguay.

El diseño de las plantas hidroeléctricas de Santo Antonio y Jirau, ya licitadas y en fase para iniciar su construcción en el río Madeira, cerca de la frontera con Bolivia, abre nuevas posibilidades para la integración eléctrica. El proyecto original fue objeto de discusión entre Furnas y Eletrobrás en el 2003, se prevía que existiese una tercera planta en Bolivia, además de esclusas para facilitar el acceso de Bolivia, a través de las vías navegables interiores, al Océano Atlántico. El Gráfico 7 muestra el diseño del río Madeira.

Gráfico 7

Proyecto Río Madeira, cerca de la frontera entre Brasil y Bolivia



Fuente: Eletrobrás, 2004

Teniendo en cuenta la variación del flujo sin embalses de regulación, para garantizar la energía de estas plantas, se pueden utilizar los embalses hidroeléctricos del sistema interconectado acumulando el agua cuando el flujo fuera alto, a fin de compensar la energía en los meses de bajo caudal. La inundación en la zona es pequeña. Se utilizarán turbinas de bulbo, lo que podría ocasionar un problema de estabilidad eléctrica, que puede ser resuelto.

Los nuevos proyectos que se están desarrollando actualmente:

a) Con Argentina, en la cooperación reanudada en el 2008 entre Eletrobrás y la estatal Ebisa para la viabilidad de la planta hidroeléctrica de Garabi en la frontera entre los dos países. También se anunció un acuerdo de cooperación en el ámbito de la energía nuclear, suponiendo un reactor binacional.

b) En el Perú, los estudios para la construcción de plantas hidroeléctricas con la perspectiva de exportación de energía a Brasil. Hubo una visita a Perú del Ministro Lobão, de Minas y Energía, dando a conocer que una misión de Eletrobrás se dirigirá próximamente a aquél país para iniciar los estudios.

c) Con Uruguay se prevé la construcción de la línea de 500 kV con una capacidad de 500 MW. También existe la

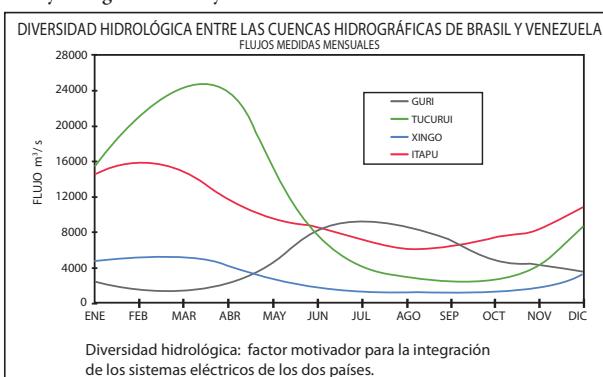
posibilidad de una planta termoeléctrica de carbón para suministrar energía a Uruguay.

d) Con Venezuela, existe una asociación con Petrobras para la refinería en Pernambuco, con capacidad para procesar el petróleo pesado proveniente de Brasil y considerar la posibilidad de exportar gas natural a Brasil, inicialmente gas natural licuado (GNL) por buques y a largo plazo se consideró la construcción de un gasoducto extenso cuya inversión es muy alta.

Incluso con Venezuela, Eletrobrás ha estudiado la ampliación de la conexión eléctrica en el norte de Brasil, se extiende a todo el sistema brasilerio interconectado para aprovechar la complementariedad entre el sistema de flujo de las cuencas hidrográficas de los dos países (Gráfico 8). Esto permite una transferencia de energía eléctrica en un sentido en una parte del año y en el sentido opuesto en otra parte del año.

Gráfico 8

Hydrological Diversity between Brazil and Venezuela Rivers Basins



Fuente: Eletrobrás, 2008

La idea es hacer un vínculo entre Carriri, cerca a Manaus, y Macagua, en Venezuela, con 580 km de longitud en territorio venezolano y 1000 km en Brasil. Este enlace complementará la línea Turcuri-Manaus, cuya construcción está por ser iniciada.

## 8 - Comentarios sobre biocombustibles y etanol en Brasil

La Tabla 4 muestra el consumo de biomasa sólida (leña, carbón vegetal y residuos agrícolas) y los biocarburantes líquidos en América del Sur .

Tabla 4  
Consumo de Biomassa

Países	Biomasa Sólida Mil TJ	Biocombustibles Líquidos Mil TJ
Argentina	94.4	
Bolivia	31.0	
Brasil	2021.5	13.5
Chile	192.0	
Colombia	172.0	
Ecuador	221.2	
Paraguay	90.6	
Perú	95.0	
Uruguay	186.3	
Venezuela	22.6	0.03

Fuente: IEA, 2006

Brasil tiene el mayor uso de biomasa sólida - leña y

carbón vegetal, muy usado en la industria del acero - y también tiene un uso importante de los biocombustibles líquidos, en particular el etanol, así como un programa de biodiesel. Venezuela utiliza el alcohol combustible en pequeña escala.

Hay un debate internacional que asigna a los biocombustibles la responsabilidad de los precios de los alimentos en el mundo, que afectan a las poblaciones de escasos recursos. El gobierno brasileño ha respondido a esta pregunta correctamente en cuanto al etanol de caña de azúcar. Es factible expandir su producción en Brasil. El cultivo de la caña de azúcar en el país ocupa 7 millones de hectáreas (7 Mha), de los cuales 3 Mha son para producción de azúcar y 4 Mha para el alcohol, mientras que sólo la soja, sobre todo para la exportación, ocupa 23 Mha. Según el IBGE, se tienen 152 Mha de tierras cultivables, de las cuales 62 Mha se utilizan y hay 177 Mha de pastizales. Excluidos los 440 Mha de bosques nativos, donde 90 Mha que expandir la agricultura sin deforestación. Y eso, sin considerar la conversión de los pastizales degradados. Sólo una de estas áreas es adecuado para la caña de azúcar y es económica y socialmente viable para los biocombustibles como el etanol y el biodiesel. Este último, en gran parte proviene de la soja que, a diferencia de la caña, impulsa a la deforestación en la Amazonía.

El etanol de maíz es subsidiado en los EUA y, a diferencia del brasileño, hecho de la caña, afecta el precio del maíz y se refleja en otros alimentos. En la producción de etanol de maíz, se quema el aceite combustible, derivado del petróleo. Dado que el bagazo es más que suficiente para producir calor para la destilación de alcohol y la generación de electrici-

dad para la planta, puede ser todavía un excedente para la red eléctrica. Por lo tanto, el alcohol producido en Brasil es más eficiente en términos energéticos y ambientales. La captura de CO<sub>2</sub> de la atmósfera en el crecimiento de la caña de azúcar es igual aproximadamente a su emisión en la producción y el consumo de alcohol. Por lo tanto, es eficaz para prevenir las emisiones de gases que contribuyen al calentamiento global al reemplazar a la gasolina.

El mercado internacional crecerá, si se eliminan los subsidios en los países ricos. Los EUA consume un poco más de alcohol automotriz que Brasil, pero su porcentaje de la gasolina decreció, ya que su consumo de gasolina es enorme, 10 millones de barriles por día, o aproximadamente 580 millones de litros (Bl) por año. La expectativa es aumentar este porcentaje al 20%. Considerando 1,3 litros de alcohol por litro de gasolina, sería algo así como 140 Bl de alcohol al año, aproximadamente 6 veces más que la producción brasileña de 23 Bl / año. Hay un horizonte de algunos años para alcanzarlo y Brasil podría exportar más alcohol, pero no es razonable cubrir todo el mercado al existir un papel que desempeñar por otros países sudamericanos.

El tema de los biocombustibles ha provocado críticas sobre la competencia con los alimentos, pero la respuesta del presidente Lula fue esclarecer que la agricultura energética de la caña de azúcar no interfiere notablemente en la producción de alimentos en Brasil, por las razones expuestas anteriormente.

# The Energy Policy in South America and the Return of the State:

## Price of Oil, Climate Change and the Economic Crisis



Luiz Pinguelli Rosa

Professor of the Energy Planning Graduate Program and Director of Alberto Luiz Coimbra Institute - Graduate School and Research in Engineering, Federal University of Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ)

*Luiz Pinguelli Rosa graduated in Physics from the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ) achieved a MSc in Nuclear Engineering from the same university and a PhD in Physics from the Catholic University of Rio de Janeiro (1974). He was Director of Alberto Luiz Coimbra Institute of Engineering Graduate Program and Research of the URFJ (COPPE / UFRJ) for three periods and was former President of Eletrobras. He is currently the Director of COPPE / UFRJ, Professor of the Energy Planning Program of this Institute and Executive Secretary of the Brazilian Forum on Climate Change. His current areas of research are: energy planning, climate change and epistemology and history of science. Previous researches are linked to the areas of nuclear engineering, reactor physics, theoretical physics and particle physics. Prof. Pinguelli Rosa was a visiting lecturer and researcher in several universities and institutes worldwide, such as: the Stanford University (SLAC) and the University of Pennsylvania in USA, the University of Grenoble in France and the Krakow University in Poland, the Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement in Paris, the Centro Studi Energia Enzo Tasselli and the Ente Nazionale per l'Energia Nucleare e Fonti Alternative, both in Italy and at the Bariloche Foundation in Argentina. He was also a member of the Pugwash Council (1999-2001) - an entity founded by Albert Einstein and Bertrand Russell - which won the Nobel Peace Prize in 1995 and has participated in the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), an institution that also was awarded with the Nobel Peace Prize in 2007.*

### 1 - Introduction: The Return of the State

This article seeks to give an overview of current energy policies of the countries of South America, highlighting Brazil and its relationships in view of the South American energy integration. Therefore, it does not intend to be a complete, neither a neutral analysis. Thus, this study focuses on certain more important aspects, instead of paying attention to details of each country and on all energy sources technically feasible, but not always economically important. It aims to serve as an instrument of policy, to provide basis for decision making and planning actions, contextualizing South America and Latin America in the world. In this context, considerations should be given to the impact of the dizzying rise in oil prices, its subsequent fall with the global economic crisis that came to Latin America in 2009, leveraged by excessive financing of the global economy, and the recent rise in the oil barrel price. This impact has as counterpoint the finding of the oil bearing pre-salt in Brazil, which increases the potential size of the South American oil reserves.

Among the various primary sources of energy, there are those with a bigger role in the current and potential integration: hydroelectric power, oil and natural gas. These have been the object of various specific studies and therefore will not be seen in the same detail. In the current context, alternative sources have gained importance, particularly biofuels and especially Brazilian ethanol. This was the subject of intense international controversy due to the worldwide rising food prices, attributed by some, hypothetically to the competition of biofuels, which are also accused of contributing to the deforestation of the Amazon in Brazil.

We are in a world where state intervention has returned to national economies with the global economic crisis. In the energy area this happened in several South America countries. This is neither new nor exclusive to South America. Worldwide, the oil shocks of 1973 and 1979 led to national policies on energy and energy planning by governments, either to ensure the supply of oil or to develop other conventional and alternative sources. This occurred not only in South America, but around the world.

In the second half of the 1980s there was a drop in oil prices and consequently a much reduced role of the state in energy control, leaving it up to the market. In the 1990s, due to several factors, policies labeled as neo-liberal increased in the world. And in Latin America there was a deregulation and privatization of state energy companies. In South America this was particularly intense in Chile during Pinochet's administration, and afterwards in various countries such as Argentina and Brazil to different degrees and at different times. This situation is now reversing within a new and more complex context, not just as a simple return to the previous status quo, and it varies from country to country.

Deregulation of energy was a part of the liberalization of the economy under financial globalization, which was the root of the global crisis. It started in USA in 2008 and worsened in 2009 reaching South America and some countries in particular, such as Brazil.

In the case of energy, the effects of the financial crisis are added to the environmental crisis due to climate change caused by global warming intensified by emissions of gases like carbon dioxide from burning fossil fuels. The greenhouse effect has become a major international political problem, because there are choices for society to decide upon and not just for companies alone. The 2007 Nobel Peace Prize was awarded to the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) which came as

a result of Fourth Assessment Report issued in early 2007, and caused great concern worldwide.

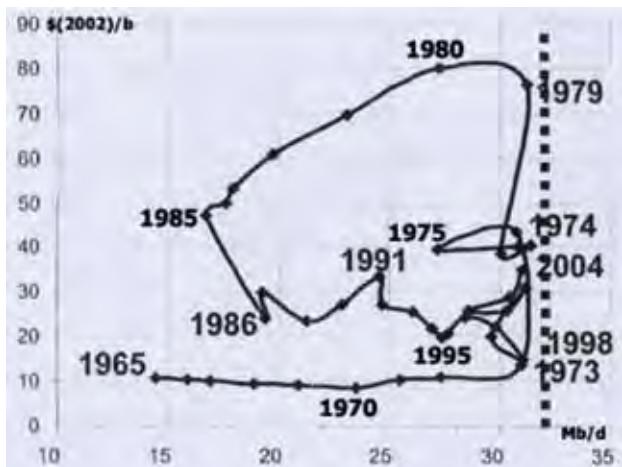
## 2 - The Energy Policy in the Face of Oil Price Change

The recent framework had in common with the two oil shocks, the high international price of a barrel of crude oil, which until 1973 was between US\$1 and US\$2 and then rose sharply until 1979 when it hit US\$ 40 for some time, after which it fell sharply in the second half of the 1980s and followed an erratic path in the 1990s (Graph 1). In 1999 it came down to only US\$10, but in 2006 exceeded US\$ 70 and in 2008 it came close to US\$ 140. In 9 years the price of oil was multiplied by 14 and it almost doubled in two years, but afterwards it fell to less than US\$50, in 2009 and has now settled to around US\$ 70.

Problems were caused due to Natural gas in recent years between Russia and Europe, between Argentina and Chile and more recently between Bolivia and Brazil. In electricity, there was severe rationing in 2001 for many months in Brazil and in California, both due to a lack of sector regulation.

The impact of the high international price of an oil barrel on the world economy was reflected in South American countries; however, today the participation of oil in the world economy is less than the oil shock of the '70s. Around the world costs of products participation in general are half of what it was back then.

**Graph 1**  
Price and oil production from the Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC)



Source : Jean Marie Martin, Université de Grenoble, 2004. Price of a barrel of oil (USA. \$ / b) versus production of OPEC (Mb / d). The values of oil prices are in US\$ of 2002. The current values of the oil price in the period before the shock were in the range of US\$ 1/barrel.

Some factors contributed to this strong variation in the oil price:

a) – A prediction in the decline of world production, while in South America there have been important discoveries in the Brazilian pre-salt and the growth in consumption, especially in developing countries, driven by China but including South America.

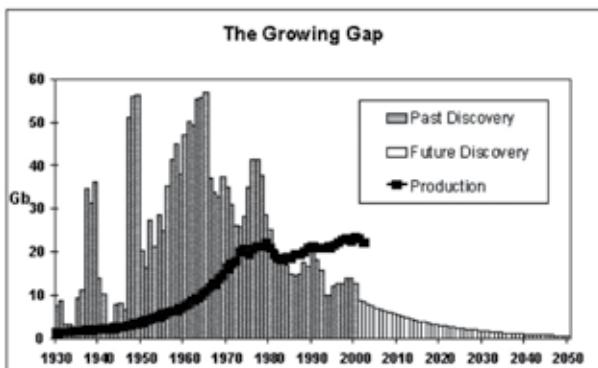
b) - The global geopolitical instability, especially in the Middle East which is a big oil-producing area and the strong dependence of OECD countries, especially the USA, on the oil import. Although to a lesser extent this instability is projected in South America with the political tension between the USA and Venezuela.

c) – The global economic crisis triggered from the USA in 2008, which impacted South America in 2009.

d) The environmental pressures, particularly emissions of carbon dioxide from the combustion of oil products, exacerbating the greenhouse effect that contributes to global warming.

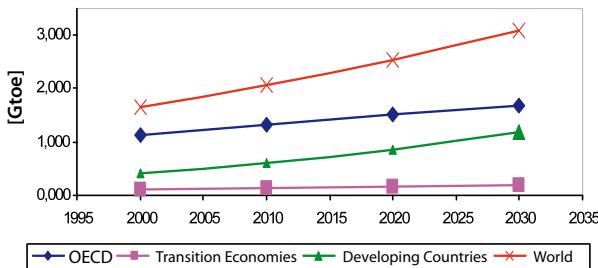
Paragraph (a) above is illustrated by Graphs 2 and 3. The first shows the development and projection of future discoveries of oil and the declining trend in its production. It should be emphasized that in South America there is a counterpoint to this trend with the discovery of oil in the pre-salt layers in Brazil.

**Graph 2**  
Past and Future oil discoveries



Source: Colin Campbell, The Coming Oil Crisis, 2000

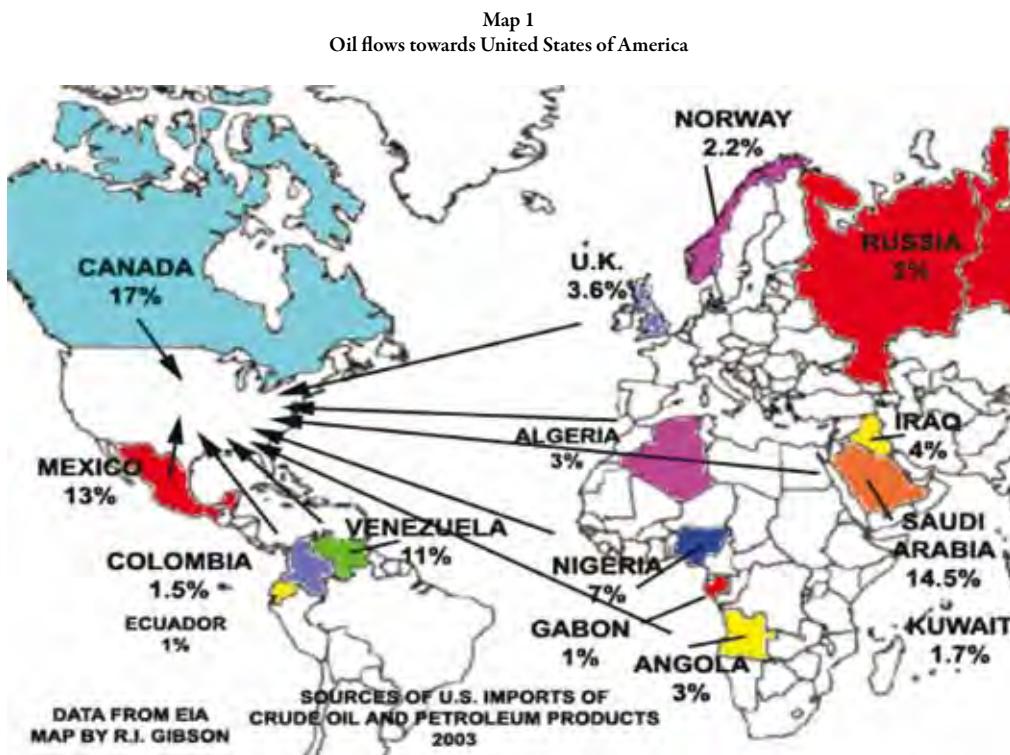
**Graph 3**  
Energy in Transportation



Source: Suzana K. Ribeiro, COPPE, 2005

Graph 3 shows the projection of increased consumption of oil products in transport, showing that the curve with higher derivative represents developing countries.

The geopolitical instability related to oil producers (point b) is empirically demonstrated by the conflict in Iraq, occupied by the USA forces, the Arab Israeli conflict and the tension between the USA and Iran for its uranium enrichment project. Also, in South America there is obvious political tension between the USA on one side, and Venezuela and Ecuador on the other. With President Barack Obama this tension



decreased, but on the other hand it has increased with the announcement of a USA military agreement with Colombia and some friction between Colombia and Venezuela.

The dependence on imported oil in developed countries, also in paragraph (b), is shown in Map 1. The flow of oil towards the USA, appears as a sink in an analogy with the dynamics of fluids in physics. In Map 1, South America contributes 13.5% (Venezuela 11%, Colombia 1.5% and Ecuador 1%). For comparison, Canada supplies 17%, Saudi Arabia 14.5% and Mexico 13%. So not only South America has an important role in supplying oil to the U.S market, but on adding the Mexican 13% share it shows that Latin America as a whole takes first place. Despite the intense controversy in the political field between the USA and Venezuela in recent years, the flow of Venezuelan oil to the USA has not been interrupted.

The financial crisis triggered in the USA (related in point c) spreaded worldwide and reduced the GDPs of some countries. In several countries the government ha to intervene in the economy to save big companies from bankruptcy.

Finally, on point (d) is important to mention that the participation of renewable primary sources, particularly hydroelectric power is larger in South America than in other continents. Biofuels have great use in Brazil, whose emission of greenhouse gases, however, are influenced by deforestation.

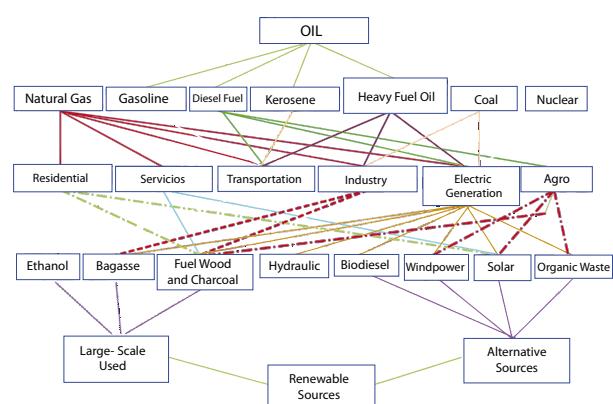
### 3 - The Effect of Greenhouse Gas Emissions and Climate Change

Fossil sources are responsible for greenhouse gas emissions shown along the top of Graph 5 except for nuclear energy, which comes from fission of uranium and not from combustion, as it

occurs with coal, oil and natural gas. Renewable sources (along the bottom of the Graph) do not emit greenhouse gases or if so, a little ethanol like substance, and hydroelectric power. In the case of biofuels, the carbon dioxide emitted during combustion is reabsorbed from the atmosphere during plants growth.

However, half of firewood and charcoal come from deforestation in Brazil, where the charcoal is used in steel making. The net emission in the case of ethanol is restricted to the consumption of diesel for tractors and trucks in the sugarcane crop. In the case of hydroelectric power plants, COPPE's research group carried out experimental measurements in several reservoirs in the country, confirming carbon dioxide and methane emissions, although in general the contribution of these plants is lower than the thermal electric plants.

Chart 1  
Energy flows from Primary fossil and renewable sources



According to the IPCC report released in 2007 the growth of global emissions of greenhouse gases was 70% between 1970 and 2004. Among these, CO<sub>2</sub> emissions rose by 80% and represented 77% of anthropogenic emissions in 2004. The biggest growth in emissions between 1970 and 2004 was from the energy sector (145%), followed by transport sector (120%), industry (65%) and use of land and deforestation (40%). Table 1 gives the rates of energy per capita, CO<sub>2</sub> emissions per capita, energy consumption per GDP in the countries of South America.

**Table 1**  
Energy consumption per Capita and CO<sub>2</sub> Index  
of Emissions in Energy Consumption

South American Countries	toe per capita	t CO <sub>2</sub> / capita	t CO <sub>2</sub> / toe	Kg CO <sub>2</sub> / 2000 US\$ of GDP
Argentina	1.64	3.64	2.21	.45
Bolivia	0.58	1.29	2.23	0.51
Brazil	1.12	1.77	1.57	0.49
Chile	1.81	3.60	1.98	0.63
Colombia	0.63	1.31	2.10	0.60
Ecuador	0.79	1.77	2.24	1.14
Paraguay	0.67	0.58	0.87	0.43
Peru	0.49	1.02	2.06	0.43
Uruguay	0.84	1.52	1.81	0.24
Venezuela	2.29	5.35	2.34	0.91

Energy expressed in ton oil equivalent (toe)

Source: International Energy Agency (IEA), 2006

The meeting of the UN Convention on Climate Change in Copenhagen at the end of 2009 will represent an aspiration to find a consensus for the most effective commitment to reduce total global emissions of greenhouse gases,

which contribute to the atmosphere warming near to the land surface, climatic changes and possible consequences that may be dramatic for humanity.

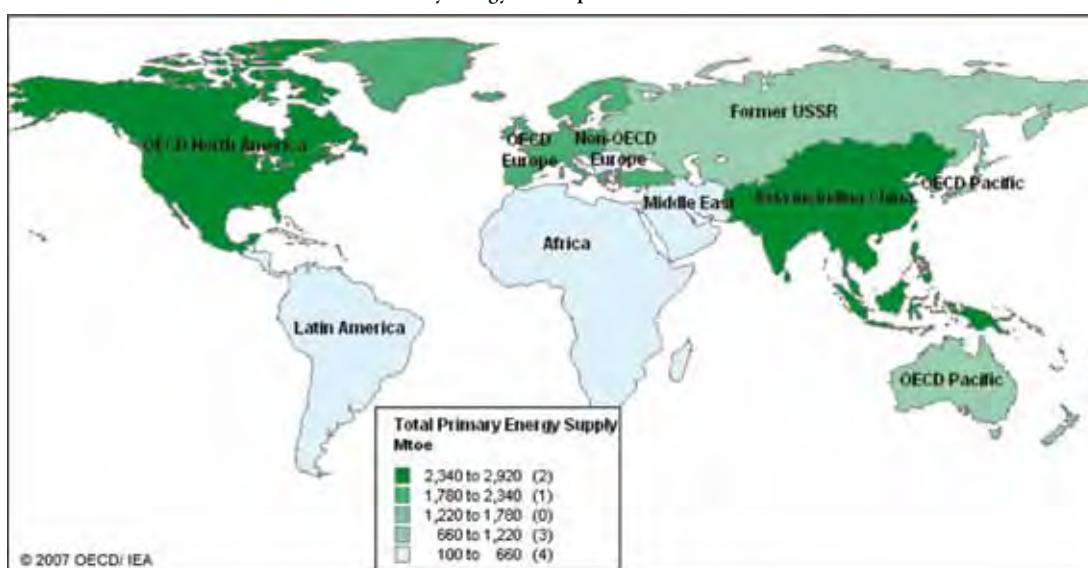
Some recent events are encouraging, but not enough to ensure that they reach a satisfactory solution, especially given the increase in atmospheric concentration of carbon dioxide, according to the 2007 Report of the IPCC. The approval by the United States House of Representatives of a proposal by President Obama is encouraging, which means a jump forward compared with the Bush's administration. However Obama's proposal for 2020 is to reduce the USA CO<sub>2</sub> emissions to 17% less than emitted by that country in 2005. However, this is much less than the target set by the Kyoto Protocol, whose year base on which the percentage reduction applied for each country was in 1990 and the time frame given was between 2008 and 2012. It is less than the goal of the European Union. The Kyoto Protocol was rejected by USA.

The G8 + G5 meeting in 2009 in Italy advanced little steps in terms of reaching an effective commitment involving the developed countries - represented by the G8 and led by the USA - and the developing countries - including Brazil, but with a greater influence from China followed by India. The economies of these two Asian giants were growing above 10% and it currently grows over 5% despite the economic crisis that shakes the world.

The commitment to limit the increase of global temperatures to 2° C in relation to the pre-industrial era is encouraging. The Brazilian position in the preparatory phase of the Conference in Copenhagen included this limitation, which implies a major effort to reduce emissions from rich countries and to control those of the developing countries. But this effort is not part of the commitment of the G8 + G5, which thus, leaves it without effect. An abstract target of limiting the increase in temperature was set without defining the steps to reduce emissions to achieve it.

The G8 + G5 meeting considered setting an 80% reduction in emissions from rich countries by 2050 provided that the developing countries agreed on reducing their emissions by 50% in the same year to which they disagreed. One issue is the controversy over the adoption of obligations from developing countries on their emissions. An argument to adopt them is the growth of emissions in developing countries, especially

**Map 2**  
Primary Energy consumption in the world



China and India. But, per capita CO<sub>2</sub> emissions in rich countries remain far above from those of developing countries.

Brazil is the promoter of the creation of the National Plan on Climate Change approved by President Lula in December 2008, with reduction targets for deforestation, the main responsible of Brazilian emissions. There were great implications at the Climate Convention in Poznan in the same month which, incidentally gave few concrete results. It is also encouraging the forecasts from the satellite data recorded in Brazil, showing a reduction rate of deforestation of 55% this year, fulfilling the goal of the Plan.

On the other hand the plan to increase the participation of fossil fuel for electric power generation in Brazil is not so encouraging. But the good news is the growth of production and consumption of ethanol in cars, surpassing that of gasoline in Brazil, whose energy matrix is 45% renewable energy generation which includes hydroelectric and biofuels, while globally this percentage is 13% and in OECD countries only 6%.

The difference in primary energy consumption in various regions of the world is shown in Map 2. South America and Africa are on a lower consumption bracket, between 100 and 600 million tones of oil equivalent (toe), in contrast with North America, Europe and Asia, in the range between 2320 and 2960 million tons of oil equivalent.

#### 4 - Structure of Energy Sector in South America

Latin America has about 7% of the world population, while the consumption of primary energy in Latin America is 4.4% of world consumption. If we observe the primary energy sources (IEA, Key World Energy Statistics, Paris, 2007), Latin

America's participation in energy production in the world is:

- 9.0% oil
- 4.9% natural gas
- 1.4% charcoal
- 0.8% nuclear
- 20.7% hydroelectric power.

Therefore, the presence of nuclear generation of electricity in Latin America is less than 1% of nuclear generation in the world. It is restricted to Brazil, Argentina and Mexico. Meanwhile, the share of hydroelectric power exceeds 20%. Brazil, Venezuela and Peru are among the ten countries with more water resources in the world (Table 2).

**Table 2**  
Countries with the greatest water resources of the world

	km3 / year	m3 /year / habitants
Brazil	8.2 ←	48.3
Russia	4.5	30.9
Canada	2.9	94.3
Indonesia	2.8	13.3
China	2.8	2.2
USA	2.0	7.4
Peru	1.9 ←	74.5
India	1.9	1.8
Congo	1.3	25.1
Venezuela	1.2 ←	51.0
Top ten	29.7	34.9
World	43.7	7.2

Source: FAO, ONU, 2003; Roberto D'Araujo, Seminário sobre Estratégias Energéticas, UFRJ, 2004

**Table 3**  
Oil, Natural gas, Charcoal and Hydroelectric power

Country	Oil Millions of toe			Natural Gas Millions of toe			Charcoal Millions of toe			Hydroelectric power thousand MWh		
	Prod	Imp*	Exp*	Prod	Imp	Exp	Prod	Imp	Exp	Prod	Imp#	Exp#
Argentina	37.8	1.3	14.9	36.2	1.3	5.4	-	1.0	0.14	34.6	8.0	0.4
Bolivia	2.9	0.2	0.6	9.9	-	8.6	-	-	-	2.5	-	-
Brazil	87.3	28.0	23.4	9.2	7.5	-	2.5	11.3	-	337.4	39.2	0.1
Chile	0.3	14.3	1.7	1.7	5.3	-	0.3	3.9	-	24.8	2.1	-
Colombia	27.4	0.9	16.1	6.1	-	-	38.9	-	34.9	39.8	-	1.7
Ecuador	27.0	2.6	20.6	0.4	-	-	-	-	-	6.8	1.7	-
Paraguay	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	51.2	-	43.8
Peru	5.2	5.9	3.5	1.4	-	-	0.03	0.8	-	19.9	-	-
Uruguay	-	2.3	0.3	-	4.1	-	-	-	-	6.7	1.6	0.8
Venezuela	169.3	-	138.1	23.2	-	-	5.2	-	5.2	75.0	-	-

(\*) Includes crude oil and products, (#) Electricity generation including hydroelectric and thermoelectric  
Source: IEA, Non OECD Countries Statistics 2006

If we compare water resources per capita, Peru and Venezuela are higher than Brazil. When we take the installed capacity of hydropower generation, the USA take the first place, Brazil goes down to third place and Venezuela to the thirteenth place, while Peru does not even appear on the list of countries with large hydroelectric generation.

The production, import and export of oil, natural gas, coal and hydroelectric power in the main South American countries is given in Table 3. Imports and exports related to oil include the addition of crude oil products. For coal the different types are computed and coke. Alongside hydroelectric power production are the import and export Graphs for electric energy.

For Table 3 the largest producers of oil in South America are Venezuela and Brazil, which is still far behind the leader. Brazil is balanced in exports (mainly heavy crude oil) and imports (light crude for refining). Argentina, Colombia and Ecuador have similar production and they are oil exporters.

Argentina is the largest natural gas producer, followed by Venezuela, Bolivia and Brazil, which is also an importer. Argentina is also an exporter (to Chile) and Bolivia (to Brazil and Argentina). Venezuela, Argentina and Brazil are important natural gas consumers.

Colombia is a large coal producer and it exports that product. Brazil is the largest producer of hydroelectric power on the continent, coming after Venezuela and Paraguay which exports.

## 5 - Changes in Energy Sector in South America

Important events marked the energy sector in South America in 2000 which are:

- i) - Electric energy shortage in Brazil in 2001 after privatization of major electricity companies, led to the suspension of the privatization of the Brazilian electric sector in 2003, after the election of the new president.
- ii) - A change in the overall South American oil reserves with self-sufficiency in oil in Brazil and the discovery of large oil fields in the pre-salt layers.
- iii) - Shortage of natural gas and electricity in Argentina, causing gas export cuts to Chile and a return to state intervention in Argentine energy.
- iv) - Nationalization of oil and natural gas in Bolivia, leading to the renegotiation of gas exports to Brazil and to Argentina and the nationalization of Petrobras refineries in the country.
- v) - Change of Venezuelan energy policy with greater state intervention in the oil industry, through PDVSA and also in relations with foreign oil companies and in electric energy.
- vi) - Energy policy change in Ecuador with new rules for foreign oil companies, including Petrobras.
- vii) - Change of the energy policy of Paraguay, in particular the binational hydroelectric power plant (with Brazil) of Itaipu.
- viii) - Increased consumption of liquid biofuels with the renewal of the automotive ethanol production and the biodiesel program in Brazil as of 2003.

To understand the changes in South America, it is necessary to bear in mind the following:

- a) In recent years before the 2009 crisis there has been significant growth in several countries after a period of stagnation or small growth, under monetarist policies of economic adjustment driven by the International Monetary Fund and the World Bank with the support of rich countries.
- b) A large social inequality remains, even if significant improvements are happening in the social areas in some countries. In the case of Brazil it is estimated that some 20 million people

have improved their income levels, moving up from Class D, the poor class, to Class C. Unfortunately this process is hampered by the economic crisis.

c) Governments of the left or with support of the left won elections and are governing several South American countries: with retrained trends in Chile, Brazil and Uruguay; nationalists in Venezuela, Bolivia and Ecuador; and in an intermediate position near the latter group in Argentina and Paraguay.

d) Venezuela has levied a new tax on extraordinary profits of oil companies. The measure was taken a few months after Exxon Mobil and Conoco Phillips left Venezuela because of the nationalization of oil. Exxon stop exploring in the Orinoco Belt in 2008.

## 6 - Some Energy Issues in the Southern Cone

In 2007 there was an energy crisis in Argentina. First the intense cold in the winter had greatly increased the consumption of gas, and then in the summer the use of air conditioning aggravated the situation of electricity supply. To ensure the residential supply it was necessary to cut the gas supply to industries and there was vehicular natural gas rationing, used by the entire Buenos Aires taxis fleet. In that year Brazil transferred 1 million m<sup>3</sup> of gas to Argentina from Bolivia, besides that of electricity.

Bolivia announced that it could not meet the gas supply of 4.6 million m<sup>3</sup>/ day in 2008 and 2009 as it was agreed upon with Argentina. The forecast was 27.7 million m<sup>3</sup>/ day in 2010 with the completion of the gas pipeline in Northeast Argentina. Brazil offered to supply electricity from thermoelectric power plants that were not being used. In February 2008 an agreement was signed to provide the energy owed to Argentina. Brazil began in May 2008 to send an average of 300 MW to Argentina. The agreement was for 800 MW and could reach up to 1,500 MW if needed. Part of this energy can be relayed through Uruguay. There is a limit of 72 MW of the frequency converter for sending it directly to Uruguay.

Chile has a protocol with Argentina since 1995 to import natural gas, but in 2004, Argentina issued a decree giving priority to its domestic market to the detriment of contracts for gas exports. In 2003 the participation of Chilean gas in electricity generation was more than 50% and was dependent on imports from Argentina. In August 2005, Argentina cut 59% of gas supply to Chile and in May 2007 this percentage was increased to 64% or decreased from 14 million m<sup>3</sup>/ day of what was a total of 22 million m<sup>3</sup>/ day, forcing the Chilean electric plants to operate with diesel power. Around 70% of the gas demand in Chile is for thermoelectric generation. A Chilean law in tax incentives for renewable energy expects that at least 5% of all new electrical projects will be renewable energy.

In 2008 Presidents Lula, Morales and Cristina Kirchner met to discuss the issue of shortage of natural gas. Although there was much excitement about the policy of nationalization in Bolivia, foreign oil companies in 2008 announced their willingness to invest 3 billion dollars there. The three largest investors are Repsol with 1 billion euros, followed by Petrobras and PDVSA. In 2008 the National Plan for Energy Efficiency in Bolivia was announced. The goal is to encourage the correct use of electricity to live with dignity. Fundings are gotten from Venezuela through the Treaty of Commerce for the People - Bolivarian Alternative of the Americas.

The chain reaction to the nationalization of gas and oil in Bolivia was offset by caution in official diplomatic pronouncements of the Lula administration, resisting the pressure expressed in statements by extremists in the Brazilian press. They were followed by harsh statements of President Morales

to the international press, which caused a strong reaction from Petrobras and the Foreign Ministry leading to an official backtrack of the Bolivian government to allow a negotiation to save as much as they could.

There were two problems: Petrobras as a state controlled company and the Brazilian interests to ensure the supply of natural gas at a fair price. The acquisition of these assets had its origin in the privatization of the energy sector in South America. With natural gas the situation is different. The investments made by Petrobras meant a real production and economic increase of the Bolivian gas fields as well as the pipeline for the production to be exported to Brazil. The question was of direct interest to Brazil, to ensure the supply of natural gas at a fair price.

For Bolivia, the export of its gas to Brazil is essential, because 75% of its production is delivered to Brazil, 15% to Argentina and only 10% is for domestic market. Stopping exports would cause a huge loss of around 18% of the Bolivian GDP. The issue to be solved was the contract guaranteed price in which adjustments were provided, that Bolivia wanted to change. So the negotiations were based on this, because the problem of the price of natural gas around the world tends to be driven by high oil prices, and the result was positive.

In conclusion, the gas from Bolivia is essential to Brazil in the short term, until it increases its own domestic production and promotes South American integration.

Coming to the second challenge, President Lugo, soon after being elected in Paraguay, called for the revision of the Itaipu agreement. The binational electric plant has a debt of US\$ 19 billion with Eletrobrás and the Brazilian Treasury, since it was Brazil the one that built the hydroelectric plant and received the funding. This debt is amortized by the tariff paid by consumers, who are by a massive majority Brazilians.

Half of the energy generated by Itaipu belongs to Brazil and half to Paraguay, which consumes about 5% of that energy. Under the agreement, Eletrobrás purchases the remaining energy paying an amount that for many years has been high. A compulsory quota of energy from Itaipu had to be established for Brazilian electric companies. Today it is no longer expensive, because the electricity generated in Brazil became more expensive since the privatizations. The price for the energy from Itaipu (US\$ 42 / MWh) is similar to the price set for the San Antonio hydroelectric power plant to be built on the Madeira River (R\$ 78 / MWh).

It should be taken into account in the negotiation that, since the first election of Lula, some concessions were made in benefit of Paraguay. In the transition, in December 2002, the amount of energy from Itaipu contracted by ANDE, Paraguayan electric state company, was reduced, favoring Paraguay in about US\$80 million yearly that needed no longer to payment by ANDE to Itaipu. Besides, the transfer of energy had an increment giving another US\$ 25 million annually to Paraguay. Finally, the debt adjustment factor based on the American inflation was removed.

What was not accepted by Brazil in the negotiations is that the share of energy from Itaipu belonging to Paraguay was placed on the market to Argentina and Chile, with Brazil losing the right to dispose of it through Eletrobrás. Itaipu supplies about 19% of electricity in the country. The Foreign Ministry attempted a successfull negotiation, as it did in the case of Bolivian natural gas.

The result of the meeting between the two presidents, Lula and Lugo on July 25, 2009 had as result the increase in the payment by Brazil of the so called transferred energy from Itaipu, which should not be mistaken by the total energy generated belonging to Paraguay, not used in that country and trans-

ferred to Eletrobrás by ANDE according to the Agreement. Most important, however, was the decision that Paraguay could achieve progressively increasing portions of that total now sold by ANDE to Eletrobrás and to be sold by ANDE on the free market of large consumers in Brazil.

Although this solution has ended the deadlock favoring Paraguay, directing this energy to the free market will not be a good solution neither for Eletrobrás nor for the Brazilian consumer supplied by the public network, whether they are residential consumers, companies or institutions.

## 7 - Energy integration of Brazil in South America: Present and Future

The two main projects of energy integration between Brazil and other South America countries are the binational plant of Itaipu with Paraguay, the world's largest hydroelectric plant, whose expansion from about 12 GW to 14 GW was completed in 2008 and the import of 30 million m<sup>3</sup> per day of natural gas from Bolivia. Both were subject to crises, which is now settled with Bolivia and in process of negotiation with Paraguay after elected President Lugo takes office. These crises will be handled in the following section.

There is an electrical connection in the south with Argentina, which was referred in the previous section and another, in the north with Venezuela, which is projected to be significantly enlarged, and will be described below. Furthermore, there is a small connection with Uruguay.

The hydroelectric project of Santo Antonio and Jirau, already bid and in the process of beginning construction on the Madeira River, near the border with Bolivia, opens up new possibilities for electrical integration. The original project, discussed between Furnas and Eletrobrás in 2003, has in mind to build at least a third plant in Bolivia as well as dams to provide access to Bolivia, via inland waterways, to the Atlantic Ocean. Map 3 shows a map of the Madeira River.

Map 3  
Madeira River Project near the Brazilian Bolivian border



Source: Eletrobrás, 2004

Due to the variation in the flow without reservoir regulation the power of these plants can be established using an integrated system of hydroelectric plant reservoirs that accumulate water when the flow is high, in order to offset the energy in the months of low flow. The flooding of the area is small. Bulb turbines will be used, but there may be a problem

of electrical stability, which can be solved.

New projects that are presently under development:

a) With Argentina, the cooperation taken up in 2008 between Eletrobras and Ebisa State company for the Garabi hydroelectric feasibility on the border between the two countries. Also, a cooperation agreement in the nuclear energy field was announced, accepting the idea of a binational reactor.

b) With Peru, studies for the construction of hydroelectric power plants, exporting the energy to Brazil. The Minister of Mines and Energy of Brazil has visited Peru and stated that Eletrobrás will soon send a research group to that country to start the study.

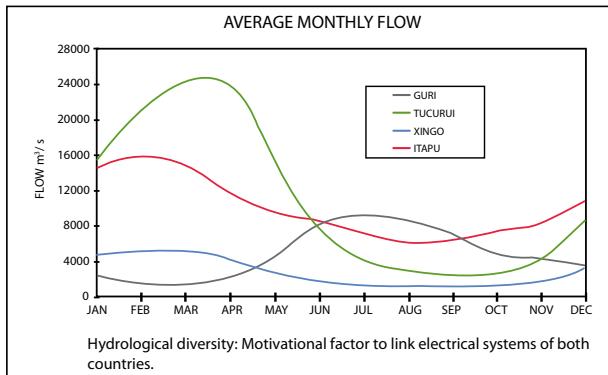
c) With Uruguay the construction of a 500 kV line with a capacity of 500 MW. There is also the possibility of a coal thermoelectric plant to supply energy to Uruguay.

d) With Venezuela there is a partnership with Petrobras for the Refinery in Pernambuco, with capacity to process Brazilian heavy oil and the possibility of exporting natural gas to Brazil. First, it will be liquefied natural gas (LNG) by sea but, in the long term, the construction of a long pipeline has been contemplated, however with very high investments.

Also with Venezuela, Eletrobrás has studied the expansion of the electrical connection with the North of Brazil, extending it to the Brazilian interconnected system to take advantage of the complementary flow between the river basins of the two countries (Graph 4). This allows a power transference in some part of the year in one direction and in the opposite in another part of the year.

Graph 4

Hydrological Diversity between Brazil and Venezuela Rivers Basins



Source: Eletrobrás, 2008

The idea is to make a transmission link between Cariri, near Manaus, and Macagua in Venezuela, with a 580 km line in Venezuela and a 1,000 km transmission line in Brazil. This link will complement the Tucuruí - Manaus line, whose construction is about to start.

#### 8 - Comments about Biofuels and ethanol in Brazil

Table 4 gives the consumption of solid biomass (firewood, charcoal and agricultural waste) and liquid biofuels in South America.

Brazil is the biggest user of solid biomass - firewood and charcoal, widely used in the steel industry - and, moreover, is a big user of liquid biofuel, particularly of ethanol, and has a biodiesel program. Venezuela uses ethanol fuel on a smaller scale.

Table 4  
Biomass Consumption

Countries	Solid Biomassa Thousand TJ	Liquid Biofuels Thousand TJ
Argentina	94.4	
Bolivia	31.0	
Brazil	2021.5	13.5
Chile	192.0	
Colombia	172.0	
Ecuador	221.2	
Paraguay	90.6	
Peru	95.0	
Uruguay	186.3	
Venezuela	22.6	0.03

Source: IEA, 2006

There is an international debate that blames the rising food prices in the world to biofuels, affecting the poor populations. The sugarcane occupies 7 million hectares (7 Mha), of which 3Mha are for sugar and 4Mha for ethanol; as for soybean, most of which is for export, it occupies 23 Mha. According to The Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) Brazil has 152 Mha of cropland, of which 62 Mha are used, and there are 177 Mha of pastures. Excluding the 440 Mha of native forests, there are 90 Mha for farming to expand into without deforestation. And this is without considering the conversion of degraded pastures. Only a part of these areas is suitable for sugarcane and is economically and socially viable for biofuels, such as ethanol and biodiesel. The latter, comes in a great extent from soybean, which, unlike sugarcane, causes deforestation in the Amazon.

Ethanol extracted from corn is subsidized in the USA and, unlike in Brazil, where it is made from sugarcane it affects the price of corn which is reflected in other foods. The production of ethanol from corn requires fuel oil. The bagasse of sugarcane is more than enough to produce heat for the distillation of ethanol and generate electricity for the plant and there may even be a surplus for the power grid. Therefore, ethanol produced in Brazil is more efficient in energy and in environmental terms. The capture of CO<sub>2</sub> from the air in the growth of sugarcane approximately equals its emissions during its production and consumption. Consequently ethanol is suitable to replace gasoline in terms of preventing emissions of gases that contribute to global warming.

The international ethanol market will grow if rich countries remove the subsidies. The USA consumes a little more automotive ethanol than Brazil, but its the percentage within gasoline is low, because its consumption of gasoline is huge, which are 10 million barrels per day or about 580 billion liters (Bl) per year. The expectation is to increase this percentage to 20%. Considering 1.3 liters of ethanol for each liter of gasoline, that would be something like 140 Bl of ethanol per year, about 6 times more than the current Brazilian production of 23 Bl / year. There is a horizon of several years for that and Brazil could export more ethanol, but it is not reasonable to supply the whole market as other South American countries have also a role to play.

The topic of biofuels has caused criticism regarding its competition with food, but the response of President Lula was to clarify that sugarcane agriculture's energy does not interfere substantially in food production in Brazil for the reasons given above.