

LA MATRIZ ENERGÉTICA DE BRASIL. UN ENFOQUE PARTICULAR EN SECTOR CONSTRUCCIÓN.

Diaz Cristian J.¹; **Czajkowski Jorge D.**²

1 y 2 Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata
Calle 47 N° 162. CC 478 (1900) La Plata. Tel-fax: + 54 (221) 423-6587 / 90 int. 255
E-mail: diazcristian007@yahoo.com.ar, czajko@gmail.com

Carrocci Luiz R.³

3 Facultad de Ingeniería de Guaratinguetá, Universidad Estatal Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
Av. Ariberto P. Cunha, 333. CEP 12516-410 Guaratinguetá. Tel-fax: (12) 31232836
E-mail: carrocci@feg.unesp.br

RESUMEN: Se presenta a continuación una síntesis de estudios que formaron parte de una beca otorgada por la *Cátedra Memorial de América Latina* del Estado de San Pablo, Brasil, para desarrollar una investigación en la línea temática de “energía”.

Se muestra el estado actual y prospectivo en la generación y distribución energética de Brasil, con un enfoque particular en el sector construcción y se expone el alcance que puede tener dicho sector si se traslada al uso eficiente de la energía en edificios.

Palabras clave: Eficiencia energética, política energética, generación de energía, Brasil.

INTRODUCCIÓN.

La finalidad de dicha beca fue cumplir el papel de captar investigaciones concernientes a la problemática de la energía en Latinoamérica y cuyo objetivo principal es incentivar el intercambio de conocimiento y posterior divulgación de los resultados obtenidos de dichas investigaciones, a los interesados en temas del área de la energía y a la sociedad en su conjunto. En la actualidad el área de energía es un tema relevante a nivel mundial y más aún desde la entrada en vigencia del protocolo de Kyoto. A su vez los países que no pertenecen al anexo I se encuadran dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio - MDL; que entre otras estrategias implica: reducción de emisiones Gases de Efecto Invernadero - GEI, innovación tecnológica, incorporación del sector construcción, diseño innovativo, etc. Favoreciendo no solo a la comunidad local, sino que implican aportes a la comunidad global.

Los temas relacionados al Diseño Ambientalmente Consciente - DAC, como el Uso Eficiente de la Energía – UEE o el uso y obligatoriedad de normativas que incentiven el ahorro de energía en el sector construcción; están directamente vinculados a la transferencia de conocimiento, innovación y a la tecnología. A su vez, la innovación y la tecnología son la base para competir por valor agregado. Además de importantes herramientas para el consumo “racional” de un producto no renovable, como los hidrocarburos.

CONTEXTO ENERGÉTICO DE BRASIL.

Hasta la década del '70, el sistema energético de Brasil, generaba recursos para su propia expansión, como es el ejemplo de la represa de Furnas (1957). Prueba del gran esfuerzo inversor de la época, fue el inicio, en 1973, de la construcción de la mayor central hidroeléctrica mundial, la central de Itaipú que, en la actualidad, cuenta con una capacidad instalada de 12.600 MW, correspondiendo a Brasil sólo el 50%, al tener propiedad compartida con Paraguay (Zuazua, B. F. , 2003).

En los años '73/'74 sobrevino la crisis de petróleo, hecho que también perjudicó a Brasil, causando deuda externa e inflación. Los sucesivos gobiernos pasaron a adoptar políticas monetarias en la capacidad de endeudamiento de las grandes empresas estatales de energía, que era utilizada para generar divisas para el pago de cuentas externas. Las empresas se endeudaban, paraban de invertir en la ampliación del sistema y, finalmente, dejaron de honrar sus compromisos, tornándose deficitarias, con una deuda que llegó a los 50 billones de dólares en la década del '90. En ese punto, el gobierno brasilero pasa a adoptar una política de privatizaciones. Pero luego se les hizo muy difícil sanear las finanzas de las empresas estatales, las cuales ya tenían agotada su capacidad de endeudamiento. La mala situación económica en la que se encontraba Brasil a finales de los ochenta, tras una década de escaso crecimiento, tasas de inflación descontroladas y una precaria situación en sus cuentas públicas con serias dificultades para hacer frente al pago de la deuda, desembocó en un proceso de transformación de la realidad económica brasileña basado en la privatización de activos estatales, enmarcado dentro del conocido como *Plan Real*.

¹ Becario Doctoral CONICET;

² Profesor Titular FAU-UNLP. Investigador CONICET;

³ Profesor Titular UNESP. Investigador en Taller del Departamento de Energía.

El gobierno se fue deshaciendo de sus usinas, algunas capaces de generar electricidad a 0,005 US\$/kWh. El sector energético fue uno de los que iniciaron el proceso privatizador y desde comienzos de los noventa varias empresas, entonces controladas por Eletrobrás, fueron incluidas en el Programa Nacional de Privatización en los segmentos de generación y distribución eléctrica. Entre estas empresas podemos mencionar la antigua Electrosul hoy en día es belga; la Cerj (RJ), chilena; la Electropaulo, la Elektro y las Cesp-Parapanema, americanas; la Coelba (BA) y la Celpe (PE), española, entre otras. (Vichi, F M. y Freire de Mello, L; 2004)

Autores brasileños consideran que buena parte del problema, es que la mayoría de la generación de energía continúa siendo estatal⁴, y el país simplemente paro de invertir en el sistema eléctrico, debido a la necesidad de presentar sucesivos superávits fiscales. Entre 1994 y 2001, el aumento de la capacidad instalada fue de apenas 2700 MW, en la actualidad la capacidad instalada de electricidad de Brasil es de 86.000 MW y el consumo de energía eléctrica - EE en este año era de un total de 310.000 MWh/año.

En cuanto a los inversores privados, preferían comprar usinas terminadas a invertir en la ampliación del sistema. Como la demanda continuó creciendo, el gobierno piensa en una única alternativa. Consumir sus reservas de agua, dando inicio a un proceso que culminaría con el denominado “racionamiento”.

Hay estudios que tratan el tema con expresiones tales como: “...Para una persona que tenga estudiada la capacidad de generación de energía hidroeléctrica en Brasil, la ocurrencia de un racionamiento puede parecer absurda. Mas la sumatoria de diversos factores, como el climático y el político – económico llevaron al país a esta situación. La inexistencia de un sistema alternativo, también contribuye para el colapso...” (Vichi, F. M. y Freire de Mello, L; 2004)

Estos autores mencionan que: retomando la inversión pública en la ampliación del sistema, considerando el margen de riesgo anterior a la crisis; aliado a una política de energías alternativas (eólica, biomasa, termoeléctrica y solar); puede evitarse en el futuro el riesgo de crisis energética que lleva a el racionamiento de la energía, con todos los problemas sociales y productivos que éste implica.

El sector eléctrico brasileiro:

El perfil del sector eléctrico brasileiro presenta los rasgos típicos de un mercado emergente. En los últimos treinta años el consumo de energía eléctrica ha crecido de forma significativa y constante, las cifras reflejan este comportamiento (Figura 1). El consumo total se ha multiplicado por 8 al pasar de 40.000.000 MWh/año en 1970 a 333.000.000 MWh/año en el año 2000. En términos de consumo por habitante, el crecimiento experimentado también ha sido notable, pasando de 425.000 MWh/año/hab en 1970 a superar los 1.900.000 MWh/año/hab en la actualidad. El hecho de que el consumo de energía eléctrica haya experimentado un crecimiento a una tasa media anual del 7,3% en las tres últimas décadas se ha debido, fundamentalmente, al enorme esfuerzo por la universalización del servicio eléctrico durante el periodo de referencia. El sector ha pasado de contar con 8,1 millones de clientes a 47 millones en el año 2000, siendo 6,8 y 40,5 millones los consumidores residenciales respectivamente. Según estos datos, la proporción de hogares atendidos por la industria eléctrica pasó del 45% del total en los '70, al 96 % treinta años después (Zuazua, B. F., 2003).

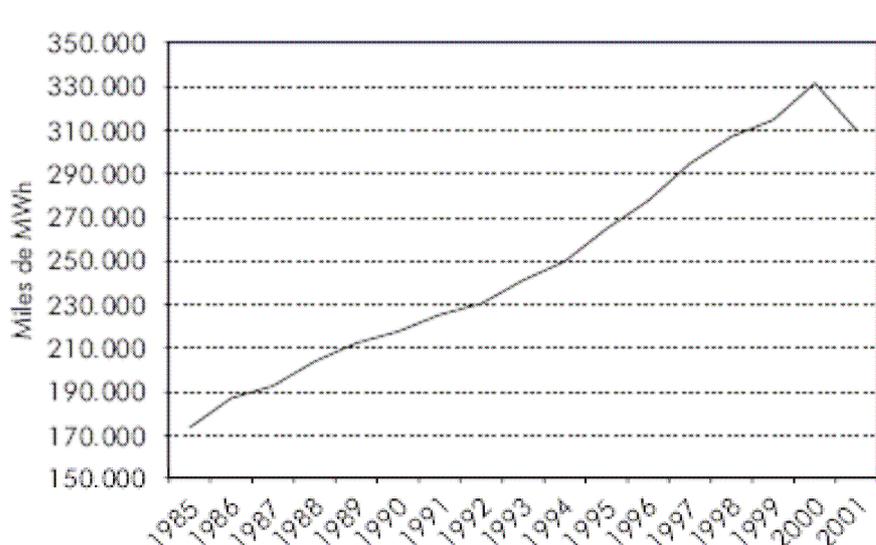


Figura 1: Consumo final de energía eléctrica en Brasil: (Fuente: Balance Energético Nacional – BEN, 2002).

⁴ El proceso privatizador emprendido en el campo de la generación, sufrió un freno importante al encontrarse el gobierno con una opinión pública mayoritariamente en contra de la venta de este tipo de activos. Como consecuencia de todo ello, la realidad actual es que una gran parte del parque generador sigue en manos públicas y el Estado controla más del 90% de la generación y casi un 30% de la distribución.

En lo que respecta a la generación de electricidad en Brasil, ésta creció a una tasa media anual de 4,2% entre 1980 y 2002, y siempre la energía hidráulica fue dominante respecto a otras tecnologías generadoras de electricidad (nuclear, gas y diesel). Ninguna de las mencionadas tiene un porcentaje mayor al 7%.

Según la ANEEL (Agencia Nacional de Energía Eléctrica), Brasil posee actualmente en operación cerca de 1252 emprendimientos energéticos.

Las unidades generadoras de energía que posee Brasil se dividen de la siguiente manera:

- **Hidroeléctrico:** En lo que respecta a este tipo de generación de energía, es de 61.300 MW producida en grandes centrales, y otros 7.000 MW en pequeñas unidades. Esto significaba hasta el 2003 el 82% del total de la energía producida en Brasil.
- **Térmica:** De acuerdo a la CGTEE – Compañía de Generación Térmica de Energía Eléctrica, la potencia instalada al año 2006 fue de 490 MW, compuesta por las Usinas Termoeléctricas Presidente Medici (Candiota II), São Jerônimo y Porto Alegre (NUTEPA). Al 2006 la oferta interna de este tipo de energía tuvo un crecimiento del 8,3%, su participación del total de la electricidad generada, paso de 16,2% al 16,8%, alcanzando un total generado de 71.000.000 MWh/año.
- **Energía nuclear:** Actualmente cuenta con dos usinas, Angra 1 la cual se encuentra en operación desde 1987 con una potencia de 657 MW, Angra 2 que luego de varios períodos de paralización entrega al sistema eléctrico 1300 MW, y una tercera (Angra 3) en fase de implementación.
- **Fuentes alternativas:** Este tipo de generación de energía se encuentra en una etapa de crecimiento. Actualmente existen varios proyectos de energía alternativa en operación. En 1994 se implementó el proyecto *Environmental Strategy: Hydrogen Fuel Cells Buses for Brazil* (ESE/HB), implementado por el Departamento Nacional de Aguas y Energía Eléctrica; junto al Ministerio de Minas y Energía, con el apoyo del *Global Environment Facility* (GEF) y el *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo* (PNUD). Con las modificaciones hechas en el Ministerio debido a la Reestructuración del Sector Eléctrico Brasileiro, la conducción de ese programa pasó al Departamento Nacional de Desarrollo Energético (DNDE). Se pone en marcha como instrumento para la diversificación de la matriz energética nacional el PROINFA - *Programa de Incentivo a las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica*, cuyo objetivo es garantizar mayor confiabilidad y seguridad al abastecimiento. El Programa, coordinado por el Ministerio de Energía y Minas establece la contratación de 3.300 MW de energía en el Sistema Interligado Nacional - SIN, producidos por fuentes eólica, biomasa y pequeñas centrales hidroeléctricas (PCHs), siendo 1.100 MW de cada fuente.

En la Figura 1 se muestra la capacidad de generación de energía eléctrica de acuerdo con las diversas fuentes.

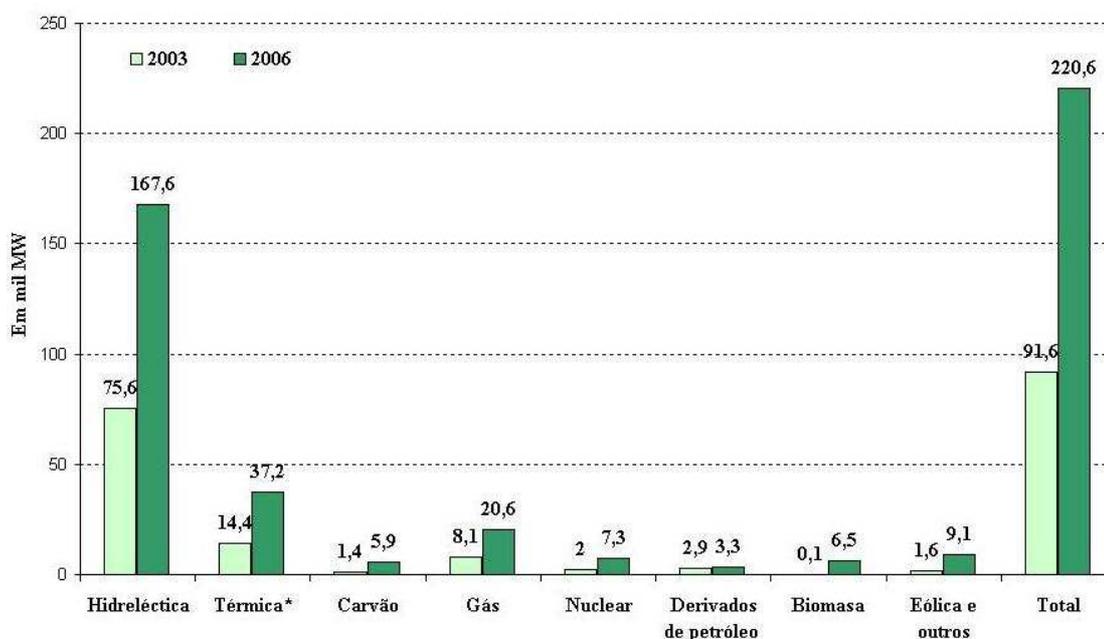


Figura 1: Energía eléctrica en Brasil. *Incluye térmicas en carbón, gas, nucleares y derivados del petróleo (Fuente: Ministerio de Energía y Minas).

Como podemos observar en los últimos dos años se han aumentado otras maneras de generación de energía, como ser la térmica, biomasa, energía nuclear, gas natural y campos eólicos; los cuales han logrado reducir sensiblemente el porcentaje de la hidroeléctrica, la cual hasta el 2003 tenía una incidencia del 82,5% llegando al 2006 al 72%.

El caso del petróleo y gas natural - GN.

Desde 1980, el gas natural aumento su participación en las Fuentes Primarias de Energía - FPE de Brasil, creciendo a una tasa anual de casi 13%. El desarrollo de producción doméstica de gas y, generalmente, dependiente de la exploración y de la producción asociadas de petróleo. En tanto, el aumento de desarrollo de toda la industria del gas natural exige mayores inversiones en infraestructura para transportar gas importado y/o producido en la plataforma continental.

Particularmente, la plataforma *off-shore* de petróleo ubicado en Marlim Sur, descubierto en la Bacia de Campos en 1984, situada cerca de 120 km del litoral norte del Estado de Río de Janeiro, se torno en una de las más importantes fuentes de petróleo brasileiro (40% de la producción total), aumentando la oferta doméstica de petróleo. El aumento sucedido en la producción de petróleo y gas resulta de innovación tecnológica desarrollada por la empresa Petrobras a través de programas específicos para exploración de petróleo en yacimientos de aguas profundas. En lo que respecta a la producción interna de petróleo y de gas natural (GN), en Brasil, este creció rápidamente, cerca de 10 a 11% anualmente desde 1980.

En la figura 3, se muestra la evolución en el consumo de energía primaria de los últimos veinte años, los cuales están representados en TEP para facilitar el análisis de las diversas formas de energía, expresadas originalmente en varias unidades (barriles, metros cúbicos, kilovatios, etc).

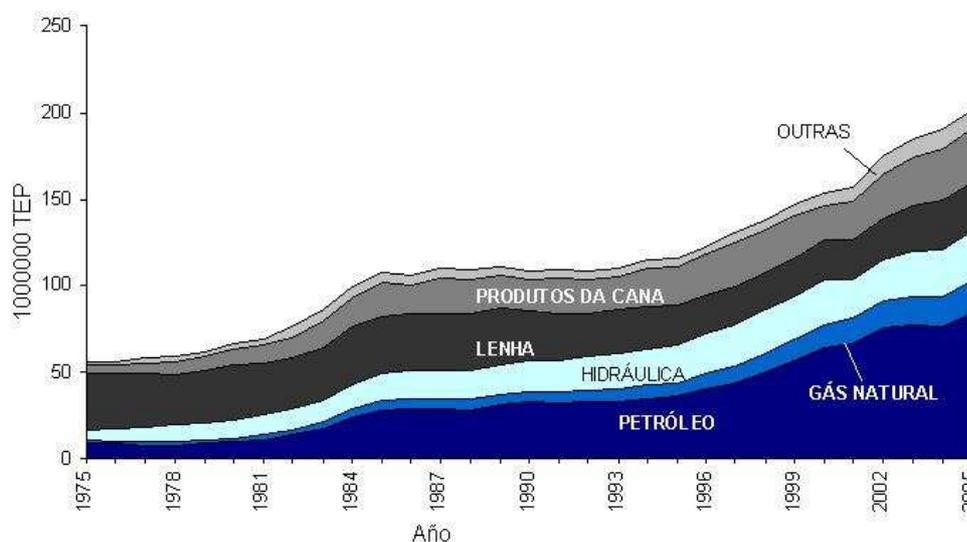


Figura 3: Consumo de energía primaria desde 1975 al 2005. (Fuente: Ministerio de Energía y Minas)

En el 2003, había solamente 8000 km de gasoductos troncales y casi 9000 km de gasoductos de distribución, estando los últimos concentrados en el Sudeste de Brasil. El fortalecimiento del gas natural en la región Sur se torno disponible solamente en el 2000, con la operación de gasoductos trayendo gas natural de Argentina y principalmente de Bolivia. La línea Argentina transportó cerca de 2,1 millones de m³/día en el 2001, con un aumento proyectado para el 2008 de 6,9 millones m³/día. Mientras que al año 2003 los gasoductos desde Bolivia poseen una capacidad de 30 millones de m³/día. Según la Asociación Brasileira de Empresas Distribuidoras de Gas Canalizado - Abegas, el consumo promedio de gas natural en Brasil al 2005 fue de 41 millones de m³/día, esto significa que casi el 90% del mismo es importado por los países anteriormente descritos.

El caso particular del biodiesel y etanol:

Otro tema a tratar es el biodiesel, utilizado en Brasil desde 1982. Cuando el Gobierno Federal lanza el Programa Nacional de Energía de Aceites Vegetales (OVEG), cuyo objetivo central era validar la viabilidad de la utilización de aceites vegetales como combustibles para la industria automovilista, y era coordinado por el Ministerio de Industria y Comercio. Debido a que el precio del petróleo en el mercado mundial volvió a declinar en 1985, llevo a que inversiones basadas en investigación con aceites vegetales fueran abandonadas. En 1995 se retomaron las investigaciones en este tema, quedando la producción de aceites de soja con una gran demanda, lo que permitió lograr que el precio caiga cerca del 3% al año. En lo que respecta a sus características, el biodiesel es un combustible diesel derivado de fuentes naturales y renovables como los vegetales. Puede ser obtenido a partir del procesamiento de semillas de girasol, soja, castaña, dendê, buriti, cacahuate, papaya, algodón, entre otros vegetales oleaginosos. También puede ser obtenido a partir de la grasa animal y de aceites ya utilizados en frituras.

En 2006, Brasil es el mayor productor y consumidor de etanol como combustible del mundo. Desde los '80, Brasil ha desarrollado una extensa industria doméstica del etanol como combustible a partir de la producción y la refinación de la caña de azúcar. Brasil produce aproximadamente 15 millones de m³ de etanol por año. Las fábricas del etanol en el Brasil mantienen un balance energético positivo (del +34%) al quemar la parte que no produce azúcar de la caña. Desde 2003, muchos automóviles han incorporado la tecnología de motor flexible, que permite mezclar etanol y gasolina en el tanque, pudiendo funcionar con cualquier mezcla de ambos (Zuazua, B. F., 2003).

Lo que se ha descrito hasta aquí, es una reseña de la situación energética en Brasil. Esto nos lleva a pensar que este país cuenta con un gran potencial en la generación de energía hidráulica, y se podría decir que es, largamente, el mayor productor mundial de etanol, todo esto más allá de un inmenso potencial poco explorado en la generación de energías renovables. También es importante destacar el esfuerzo que hay en crear políticas activas que contemplen la problemática en la generación de energía, siendo conscientes que es uno de los pilares para el desarrollo de un país. Siendo plenamente conscientes que la utilización de la energía para satisfacer necesidades sociales se materializa por medio de los usos energéticos.

USO DE LA ENERGÍA EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN.

En este punto se discutirá el uso de la energía en el sector de la construcción y alcance que puede tener éste si se traslada al uso eficiente de la energía en edificios. Para el caso de Brasil el mayor consumo de energía para lograr el confort en el sector construcción se basa principalmente en la EE, la cual se usa para abastecer los usos de calentamiento de agua, calefacción, iluminación, refrigeración, cocción, etc.

Si bien como se mencionó en el punto anterior, Brasil cuenta con una gran generación de EE, cabe recordar que también ésta debe estar acompañada de un uso eficiente de la misma.

Se plantea como hipótesis general que la implementación de medidas de ahorro y uso eficiente de la energía en el sector edilicio para climas templados cálidos permitiría mejorar significativamente su comportamiento ambiental con amortización a corto y mediano plazo. Esta es una las principales metas de la arquitectura sustentable, aunque no la única, los arquitectos e ingenieros utilizan diversas técnicas para reducir las necesidades energéticas de edificios y para aumentar su capacidad de capturar o de generar su propia energía.

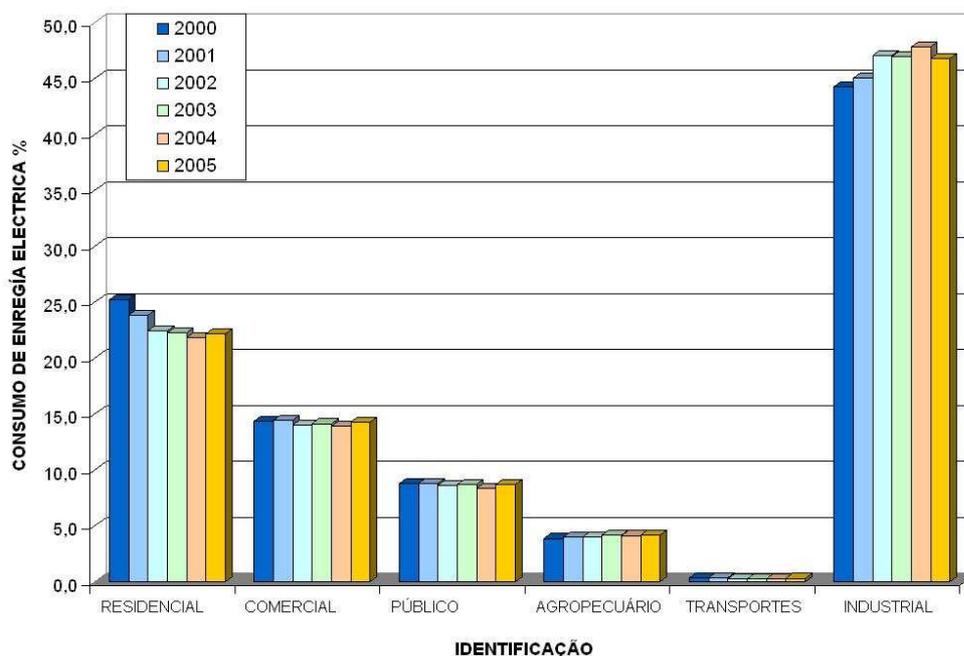


Figura 4: Porcentaje de consumo de EE en Brasil, en los diferentes sectores.

En lo que se refiere a los principales usos energéticos de los diferentes sectores consumidores, de los últimos años, pueden sintetizarse de la forma que se muestra en la Figura 4. Este gráfico se pudo realizar de acuerdo a los datos del Ministerio de Minas y Energía y la Base Nacional de Energía - BEN. Se puede observar que para el sector construcción el porcentaje de consumo eléctrico se encuentra en el segundo lugar para el residencial, el tercero para el comercial y el consumo en edificios público en el cuarto lugar.

De acuerdo a lo que se muestra en la Figura 4, es interesante analizar porque en el sector residencial hubo una baja considerable en el consumo de energía. Para responder a esto, tendríamos que remontarnos al contexto que desencadenó la crisis energética del año 2001 que obedeció a la combinación de dos factores; por un lado, la insuficiencia del parque generador y de la red de transporte consecuencia de la escasez de inversiones tanto de origen público como privado (nótese que el proceso de privatización era muy incipiente) y, por otro, a la excesiva participación de la energía de origen hidráulico.

Esta situación de debilidad se puso de manifiesto en el momento que Brasil sufrió la peor sequía de los últimos años, lo que llevó al colapso y al desabastecimiento energético. Como era de esperar la crisis obligó a poner en práctica un racionamiento en el uso de energía eléctrica, tanto en el sector residencial como en el industrial y comercial. El programa de racionamiento impuesto por el Gobierno Federal en mayo de 2001 consiguió ampliamente sus objetivos y así, en relación con el año 2000,

el consumo eléctrico del conjunto de la economía se redujo en un 7,7%. Especial impacto tuvo en el sector residencial donde el consumo disminuyó hasta un 11,8%.

Otro grave problema que se viene a sumar a éste es el de la regulación. De acuerdo a la Figura 5 observamos como en los últimos dos años la tarifa eléctrica en Brasil ha ido subiendo de precio. Se crearon normas sobre UEE. Se implementaron programas de EE basados en la restricción tarifaria donde se dejó a la sociedad elegir como ahorrar. De esta forma se explica lo expuesto en la Figura 4 donde mientras los otros sectores del hábitat mantuvieron una constancia en el consumo, en el sector residencial hay un “marcado” descenso en el consumo en el último quinquenio, con un 54,6% para el sector residencial; 52% el comercial; Público 49,7%.

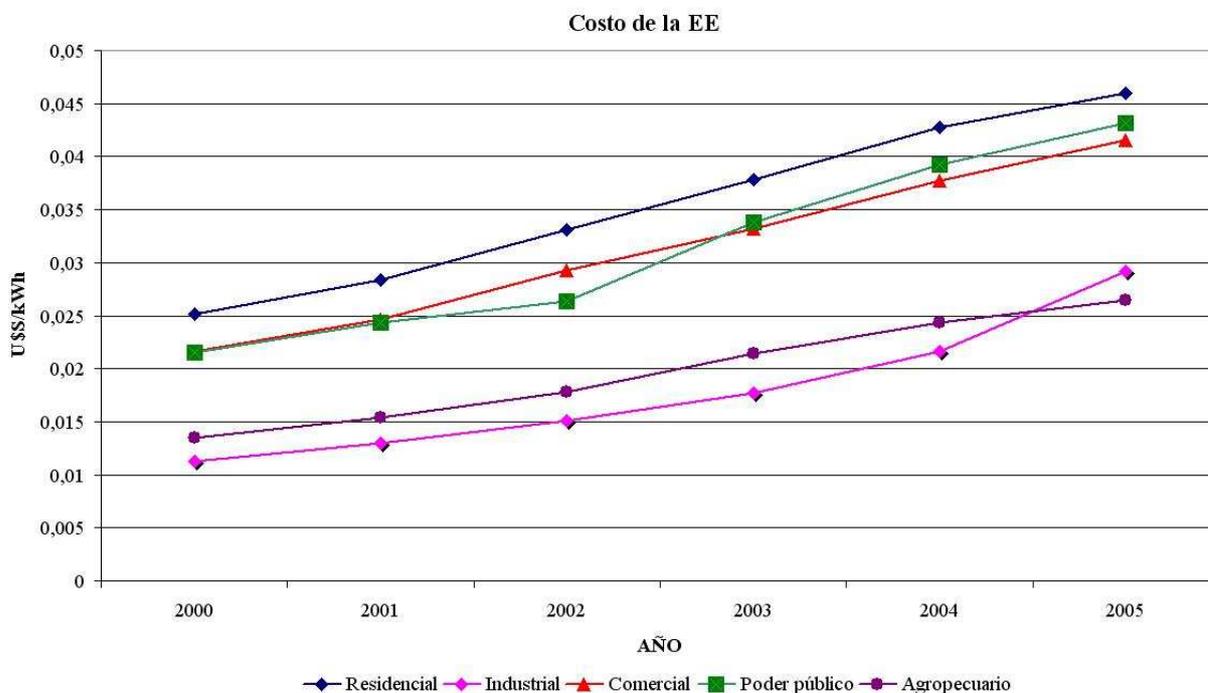


Figura 5: Costo de la energía eléctrica, por sector, en el último quinquenio. (Fuente: ANEEL - Agencia Nacional de Energía Eléctrica).

CONCLUSIONES

Brasil cuenta con un gran potencial en generación de energía, pero esta debe estar acompañada de un uso eficiente de la misma. Las medidas a implementar a nivel de sectores, subsectores o establecimientos, es un instrumento apto tanto para destacar los agregados de demanda más sensibles a programas de uso eficiente, como el impacto que tales programas tendrían a nivel nacional o regional.

Se debe empezar a entender mejor el hecho de que la energía es uno de los bloques que constituyen las sociedades modernas y que la disponibilidad y el costo de los recursos energéticos son factores claves en el crecimiento económico de un país. La energía no es un fin en sí misma, más es un medio para alcanzar los objetivos de una economía en un ambiente saludable.

El área de la construcción muestra ser el segundo sector en relevancia en consumo de energía eléctrica. Estos indicadores muestran una gran ventana de oportunidades para ser aplicada de arquitectura sustentable en edificios nuevos, pero también se puede lograr un gran potencial en ahorro energético para los edificios ya construidos a partir de innovación y desarrollo de mejoras en la tecnología de los sistemas constructivos.

Se habla de la importancia en la generación de la energía, ya sea a partir de las no renovables y sobre todo, en los últimos tiempos, las renovables, es evidente y no negamos la importancia de estas y acompañamos sobretodo el desarrollo e inversión de esta última; pero creemos firmemente que las investigaciones, estrategias, planificación y normativas para la inserción masiva y apropiación de las renovables este acompañado de políticas de estrategias que deben estar estrechamente ligadas al ahorro energético y uso eficiente de la energía ya sea para el sector, industrial, residencial, etc.

En suma; la *planificación energética* es una función clave para establecer estrategias sustentables como las mencionadas arriba, permitiendo de esta manera tender a un desarrollo sostenible, evitando o minimizando los riesgos de un colapso energético.

ABSTRACT

The present work, show a synthesis of studies that were part of a scholarship granted by the *Class Brief of Latin America* of San Pablo's State, next Brazil, to develop an investigation in the thematic line of "energy."

The current and prospective state is shown in the energy generation and distribution from Brazil, with a particular focus in the construction sector and it exposed the reach this sector can has if it moves to energy efficient use in buildings.

Key Words: Energy efficiency, energy policy; energy generation; Brazil.

REFERENCIAS

- Alves de Oliveira L. (2003). *Conforto térmico em edificações*. Teses de mestrado. Universidade Estadual Paulista. Campus de Guaratinguetá. Faculdade de Engenharia. São Paulo, Brasil.
- Ministério de Minas e Energia (2005): *Balanço Energético Nacional*, Brasília.
- Barros, A. F., Shiffer, S. R. (1988). *Manual de conforto térmico*. São Paulo: Nobel, 1988.
- Carrocci, L. R; Alves de Oliveira, L. (2001). *Estudo do conforto térmico de edifício da FEG-UNESP, considerando grandes janelas de vidro nas fachadas e cobertura metálica: Um estudo de caso*. Setembro 2001 disponível na UNESP/Guaráta: <http://www.feg.unesp.br/revistadigital>.
- Celescuekci, H. J. y Martins, R. (2002): *Panorama del sector de energía en Brasil*, Revista Potencia, volumen 8, Noviembre 2002.
- Coleta de dados ambientais para Guaratinguetá. <http://www.inpe.br>. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).
- Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica – CGTEE (2006). Relatório de gestão 2006. Grupo Electrobrás. Ministério de Minas e Energia.
- Cruz da Costa, E. (1999). *Física aplicada á construção. Conforto térmico*. Editora Edgard Blucher. Ltda. São Paulo, Brasil, 1999.
- Dutra; Luciano y Lamber Roberto. (Coordinadores) Eficiência energética na arquitetura. Versión CD. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
- Givoni B, A. (1976) *Man, Climate and Architecture*. Architectural Science Servs. Publishers. Ltd. London.
- Ministério de Minas e Energia (2002). *Balanço Energético Nacional*, Brasília.
- Hinrichs, R. A. (2004). *Energía e medio ambiente*. Merlín Kleinbach. Editora Thompson Learning Ltda., 2004.
- IDAE & Institut Cerdá. (1999). *Guía de la edificación Sostenible. Calidad energética y medioambiental en edificación*. Madrid.
- Goldenberg, José y Moreira José R., (2005). “Política energética no Brasil”. Revista Estudos Avançados Nº 55. USP. São Paulo, SP. ISSN 0103-4014.
- Izard, Jean Louis & Guyot, Alan. (1980). *Arquitectura Bioclimática*. Edit Gili, Barcelona.
- Olgay, Víctor. (1998). *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Edit Gustavo Gili, Barcelona.
- Suazua, Becker Fernando (2003). *La generación y distribución de energía eléctrica en Brasil*. Revista ICE – Información Comercial Española. Nº 810, octubre-noviembre 2003.