

POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LA DIFUSIÓN DE LAS NUEVAS ENERGÍAS RENOVABLES (NER) EN BRASIL*

Juan José Verdesio**

Contenido

Prólogo

JUSTIFICATIVAS PARA EL FOMENTO DE LAS NER

EVOLUCIÓN EN LA OFERTA DE ENERGÍAS RENOVABLES

***LA SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA EN BRASIL A TRAVÉS
DEL USO MÁS AMPLIO DE LAS NER***

POLÍTICAS PÚBLICAS EJECUTADAS EN BRASIL PARA LAS NER

***EL PROALCOOL (PROGRAMA NACIONAL DEL ALCOHOL).
EL PROBIODIESEL***

***PROGRAMA DE DESARROLLO ENERGÉTICO DE ESTADOS Y
MUNICIPIOS (PRODEEM)***

***EL PROGRAMA DE INCENTIVO A FUENTES ALTERNATIVAS PARA
LA ENERGÍA ELÉCTRICA (PROINFA)***

LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN NER

***EVALUACIÓN CRÍTICA Y SUGERENCIAS DE NUEVAS
POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LAS NER***

ANEXO

Bibliografía

* Artículo presentado en el Coloquio: "Energía, Reformas Estructurales y Desarrollo en América Latina" Memorias, Actes, Proceedings, México, 2003. Actualizado por el autor para ser publicado en la Biblioteca Virtual TOP.

** Ingeniero Agrónomo con Maestría en Teledetección en el INPE (Brasil) y Doctorado en Economía aplicada a Energía en la Universidad Pierre Mendes-France en Grenoble, Francia. Profesor Adjunto en la Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria de la Universidad de Brasilia, Brasil. Coordina investigaciones financiadas por el CNPq, en Calentamiento Solar para Agroindustrias. Email: verdesio@unb.br. Home Page: www.unb.br/fav/renova/INDEX.html.

POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LA DIFUSIÓN DE LAS NUEVAS ENERGÍAS RENOVABLES (NER) EN BRASIL

Juan José Verdesio

Prólogo

Las reformas organizacionales en las industrias energéticas que vienen siendo ensayadas a lo largo de las últimas décadas fueron provocadas por cambios en las condiciones en que operan estas industrias. Hubo cambios tecnológicos importantes, la matriz de costos cambió y las disponibilidades de recursos financieros son más escasas. En los países industrializados a esto se sumó que había mucha capacidad ociosa debido a una progresiva saturación del consumo y a la disminución de la intensidad energética que se dio después de los choques de precios del petróleo de la década de 70 y 80. En los países en desarrollo es fuerte la necesidad de aumentar las capacidades instaladas tanto de generación de electricidad como de oferta de combustibles. Pero en estos países los recursos financieros son el limitante principal sobretodo si se trata de recursos públicos.

Las reformas ensayan nuevas maneras de acelerar la participación de los inversores privados y de aumentar la competitividad en la oferta de un bien público¹ como es el caso de la energía. Las dificultades mayores con estas reformas se concentran en la característica de la energía de ser un bien público. Según la definición de Olson (1965) un bien público debe obedecer a los postulados de no exclusividad y de no rivalidad. Según el primer postulado, bien público es aquel que beneficia a todos los miembros, paguen o no por este bien. El segundo postulado establece que el consumo del bien por un individuo o grupo de individuos, no reduce el beneficio que el resto de la colectividad pueda tener de ese bien.

Bienes con estas características tradicionalmente, estuvieron disponibles a través de grandes empresas estatales o con abertura al sector privado controlado por fuertes reglamentaciones. Si es difícil tratar que los inversores privados se interesen por las formas tradicionales de producir, transportar y distribuir bienes energéticos, más difícil se torna atraerlos hacia inversiones en formas no tradicionales como las energías renovables o aún para la racionalización energética.

Las energías renovables en un ambiente más competitivo están en desventaja porque, si bien hay una tendencia a la disminución de costos, para la mayoría de las tecnologías, estos son más altos. Además son tecnologías poco conocidas con respecto a las tradicionales y muchas necesitan de más esfuerzos de investigación y desarrollo para ser más viables técnica y económicamente. Finalmente algunas energías como la solar y la eólica son intermitentes. A todo esto se suma el problema de la escala. Las NER operan en escalas de potencia bastante menores que las tradicionales como la energía térmica, la hidráulica o la nuclear. Además las NER presentan problemas técnicos con la interfase debido a las oscilaciones de la fuente.

Consideramos como NER aquellas formas de generación de energía que son viables en Brasil descartando la energía hidro-eléctrica de gran escala. Por lo tanto nos estamos refiriendo a:

¹ Las teorías sobre los bienes públicos comienzan a ser elaboradas en los años 50 del siglo XX. Olson (1965) da una definición clásica de lo que es un bien público.

- la energía hidro-eléctrica de pequeño porte (<30 MW de capacidad instalada) y la de mediano porte de 30 a 2000 MW más interesantes para los inversores privados;
- todas las energías de la biomasa: combustión directa de biomasa leñosa, combustión con gasificación, pirolisis, producción de gas por bio-digestión anaeróbica, combustión de aceites o alcohol para vehículos;
- energía solar térmica de baja temperatura para calentamiento de agua o aire;
- energía solar fotovoltaica de producción de electricidad;
- energía eólica para accionar bombas hidráulicas y/o generar electricidad.

La energía mareomotriz sólo podría ser explotada en el litoral norte del país en lugares muy alejados de los centros de consumo. Por las características geológicas del país los recursos geotérmicos son casi nulos.

JUSTIFICATIVAS PARA EL FOMENTO DE LAS NER

Los escenarios de previsión sobre la oferta de energía a nivel mundial muestran que, para promover un desarrollo sustentable sobre la oferta de energía, las NER tienen que participar más en las matrices energéticas nacionales. Debido a los problemas que apuntamos anteriormente estas formas de energía sólo tienen o podrán tener una mayor difusión con políticas públicas específicas. Por otro lado, muchos países en desarrollo, como es el caso de Brasil, tienen muchas más chances de difundir las NER debido a un gran potencial no utilizado, costo de la tierra muy bajo y grandes espacios con población dispersa que no puede ser atendida con sistemas centralizados. A largo plazo, el actual modelo energético mundial no es sustentable debido a su extrema dependencia de los combustibles fósiles y a los impactos ambientales que ocasionan. Cada vez será mayor la presión para cambios en las matrices que tengan en cuenta la disminución de los gases de efecto estufa.

Los escenarios posibles con horizonte temporal en 2100 propuestos por el Consejo Mundial de la Energía (WEC, 2000) son:

- A) Gran desarrollo tecnológico con crecimiento económico
- B) Avances tecnológicos y crecimiento económico más moderados, menos desarrollo tecnológico en países menos desarrollados (permanencia de las actuales tendencias).
- C) Las restricciones ecológicas norlean el desarrollo, mayor conservación uso del URE, gran avance tecnológico y económico

Las opciones que pueden promover un camino más seguro para un mayor desarrollo sustentable son:

A1) ídem A con dominio de nueva tecnología nuclear, ampliando la participación de las NER hasta eliminar las energías fósiles en 2100; C1) ídem C con uso de energía nuclear más segura y; C2) ídem C con más uso de las NER.

Por otro lado, las NER, sobretudo las energías eólicas, solar fotovoltaica y de la biomasa continúan y continuarán disminuyendo sus costos debido a las economías de difusión. Los costos para las diferentes NER viables en Brasil se encuentran en el Cuadro N° 1.

Brasil se destaca a nivel mundial por tener un parque de generación de electricidad casi todo centrado en la energía hídrica (cuadro N° 2), de producir casi todo el hierro gusa con carbón vegetal y de haber generado una amplia utilización de biocombustibles para transporte (alcohol etílico). Aún en la generación de electricidad con biomasa también se destaca a nivel mundial a pesar de haber usado sólo una pequeña parte de su potencial.

Cuadro N° 1. Costos de la electricidad de diversas NER (Macedo, 2003)

FUENTE	Costo capacidad instalada US\$/kW _e	Costo unitario cUS\$/kWh _e
PCH <30 MW	1000-3500	2-8
Hidráulica > 30 MW	1200-3000	4-10
Biomasa combustión directa usinas de 20 MW con leña	900-3000	4,2
Gasificación de biomasa atmosférica, lecho líquido, TAG 30 MW _e eficiencia 41-45 %. Costo biomasa forestal US\$ 4/GJ(*). Valores actuales	4000	
ídem. Valores en 2010-2020. 110 MW _e	1600-2400	7-9
ídem. Proyecto Bahía (Brasil) 32 MW _e eficiencia 37%. Costo madera US\$ 1,5/GJ	2500	
Ídem. Previsiones del DOE dos EUA (ver US-DOE, 1997)	2102 (1997) 1446 (2015) 1100 (2030)	3,98 (1997) 3,12 (2030)
Quema directa restos caña azucarera	725 1350	
Eólico EEUU (1995)	< 1000	4-5,1
Eólico previsión 2030	635	2,7
Fotovoltaico plano silicio	3000-4000	12-18
Fotovoltaico eficiencia >19%	1000 (en 2030)	4-10
Solar Termoeléctrico diversas tecnologías	3000-4000 2900 (en 2020)	12-18 4-10

(*) Los costos de la biomasa forestal de *Eucalyptus* dependen de la productividad y de la distancia de la plantación a la usina. En Brasil se puede llegar a costos muy bajos en plantaciones concebidas exclusivamente para la producción de energía. Con productividades de 56 m³/ha. al año y una distancia media hasta la usina de 21,4 km, el costo sería de US\$ 1,03/GJ

Cuadro N° 2. Capacidad Instalada de generación de electricidad en Brasil en 2002.

Fuente: <http://www.mme.gov.br>

	Potencia instalada (MW)
Grandes Hidroeléctricas	63.475
Termoeléctricas Total	11.719
Gás natural	4.586
Petróleo	4.832
Carbón	1.461
Nuclear	2.007
Eólica	22
PCH	1.740
Biomasa	2.275
TOTAL	81.238

Los países que más utilizan de las NER para generar electricidad (incluyendo la energía geotérmica) en 1999, son: EEUU con 83 TWh/año, Japón con 24,7 TWh/año y Alemania con 15 TWh/año. Brasil se encuentra en cuarto lugar con 10 TWh/año².

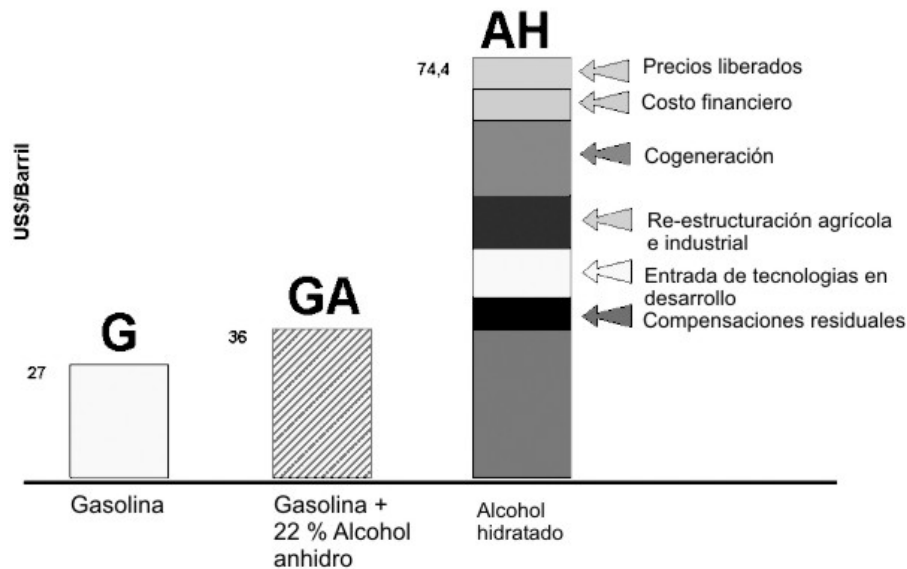


Gráfico N° 1. Mecanismos posibles para aumentar la competitividad del alcohol hidratado como combustible de automóviles en Brasil (Fuente: www.anp.gov.br)

En el desarrollo de los biocombustibles, Brasil consiguió imponer un combustible alternativo para automóviles: el alcohol etílico. Hasta hace poco, a pesar de los enormes esfuerzos técnicos hechos para disminuir los costos de producción del alcohol de la caña de azúcar³, estos seguían siendo más altos que los de la gasolina (gráfico N° 1). Los mecanismos listados en la figura anterior están haciendo que el precio pagado al productor se aproxime cada vez más al de la gasolina. El programa inicial fomentó el uso del alcohol anhidro en coches que funcionaban exclusivamente con este combustible. Con el pasar del tiempo esto se tornó inviable debido al crecimiento de los subsidios necesarios para mantener equivalente el precio del alcohol hidratado con la gasolina. El petróleo disminuyó de precio por el aumento de la producción interna y la baja del precio internacional. Hoy el alcohol está presente como alcohol anhidro en los combustibles pero hay mucho menos automóviles funcionando con alcohol hidratado⁴. Como se ve en el gráfico N° 1 el alcohol hidratado podría tener un costo de producción equivalente al de la gasolina mezclada con alcohol, si fueran desarrolladas políticas que consigan la entrada de tecnologías ya existentes, se re-estructurase la producción con

² La generación de electricidad por biomasa representa un 4,4% de la electricidad mundial generada por las NER. En Brasil un 3,5% de la generación de electricidad es por la biomasa siendo que 4,1 TWh lo son a partir de la cogeneración de los restos de la caña de azúcar, 2,9 TWh de los restos de la industria del papel y de la celulosa, 0,7 TWh de la leña y 2,1 TWh de otros residuos agrícolas.

³ Hubo aumentos tanto en la productividad agrícola como en la industria. Fue muy importante el desarrollo de la cogeneración con excedentes de electricidad comerciables.

⁴ La fabricación de automóviles con uso exclusivo de alcohol hidratado está prácticamente eliminada. Sólo restan en circulación los que se fabricaron en el auge del programa PROALCOOL. En 2003 existen unos 17 millones de automóviles a gasolina y casi 2,5 millones a alcohol hidratado. Está penetrando ahora el motor pluri-combustible que se espera llegue, dentro de 10 años, a los 3 millones de vehículos siendo 26 millones a gasolina.

menor centralización y, por lo tanto, se disminuyeran los costos de transporte y se mejorase técnicamente la cogeneración de energía con la introducción de nuevas tecnologías⁵.

EVOLUCIÓN EN LA OFERTA DE ENERGÍAS RENOVABLES

La oferta de energía en Brasil sigue un sendero similar a otros países poco industrializados hasta el fin de la Segunda Guerra Mundial. Esto es: gran consumo de leña y poca generación de electricidad. La industrialización hace que en los años noventa la mayor parte de la oferta de energía sea de energía hidráulica⁶, y del petróleo y gas natural un 50%. La energía eléctrica es abastecida desde los años treinta del siglo XX fundamentalmente con los ricos recursos hídricos disponibles.

En la década del noventa del siglo pasado comienza a gestionarse un nuevo sistema institucional que hace que la planificación centralizada en el sector eléctrico sea prácticamente abandonada. La inversión pública en nuevas centrales hidroeléctricas disminuye en los años noventa. Esto, sumado a años pocos lluviosos provoca crisis de desabastecimiento en el 2002. Al mismo tiempo la leña continúa la tendencia anterior de ser sustituida por otros combustibles fósiles y el carbón vegetal estanca su crecimiento.

Simultáneamente entra modestamente en escena el gas natural. Las otras fuentes de energías renovables del gráfico N° 3 son la energía solar térmica de baja temperatura⁷, la energía solar fotovoltaica y la energía eólica. Estas fuentes primarias representan un porcentaje pequeño en la oferta total de las energías renovables pero han crecido con índices muy altos.

Hasta 1989 la oferta interna de energía estaba equilibrada entre energías no renovables y renovables. La sustentabilidad energética de Brasil comienza a disminuir gracias al estancamiento de la oferta de energías renovables.

Considerando como un índice de renovabilidad o de sustentabilidad energética un índice tal como:

$$\text{Índice de renovabilidad energética} = \frac{\text{Oferta de energía renovable}}{\text{Oferta total de energía}} 100$$

Veremos que Brasil fue disminuyendo este índice de un valor entre 60% a 63 % en la década del ochenta, bajando a 45,46% en 2001. La explicación está en que los sectores de la economía que continuaron acrecentando su consumo energético fueron la industria y el transporte. Los transportes son responsables por el aumento del consumo de gasolina y del diesel siendo que el consumo de alcohol está muy estabilizado.

⁵ Eliminación total de la quema antes de la cosecha con aprovechamiento energético de las pajas, uso de tecnologías más eficientes de producción de electricidad y calor como calderas de presión y turbinas a gas.

⁶ Un 15% de la oferta total de energía y más del 90% de la electricidad es de origen hidráulico en 2001.

⁷ Hay una capacidad de fabricación de 750.000 m²/año. Su uso no se restringe a casas sino que hay ciudades como Belo Horizonte donde hay 800 edificios de apartamentos usando calentamiento solar. En Brasilia existe una ley que obliga a su instalación en residencias de más de 200 m². Las economías de escala y las economías por difusión han conseguido que los costos actuales estén entre 125 y 150 US\$/m². El kWh residencial por sistemas eléctricos cuesta unos 7 a 8 cUS\$/kWh, siendo que el costo de sustitución por calentamiento solar es de 1,5 a 7 cUS\$/kWh.

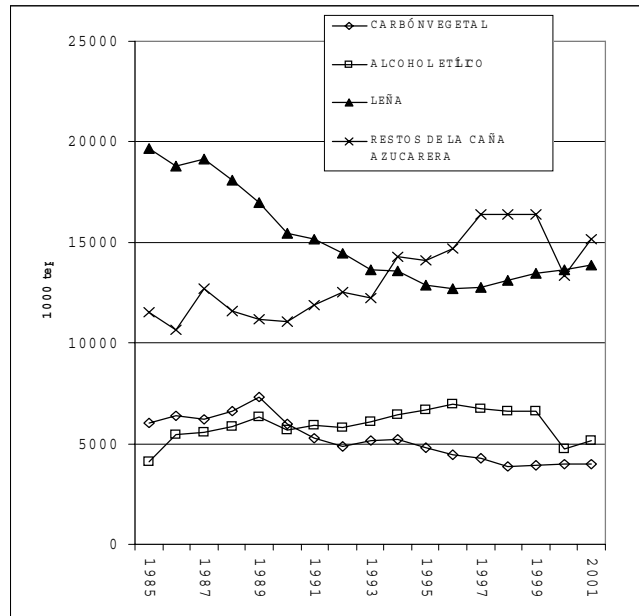


Gráfico N° 2. Evolución del consumo de las principales energías renovables excluyendo la hidráulica de 1985 a 2001. (1000 tep). Fuente: Brasil - Balanço Energético Nacional 2002

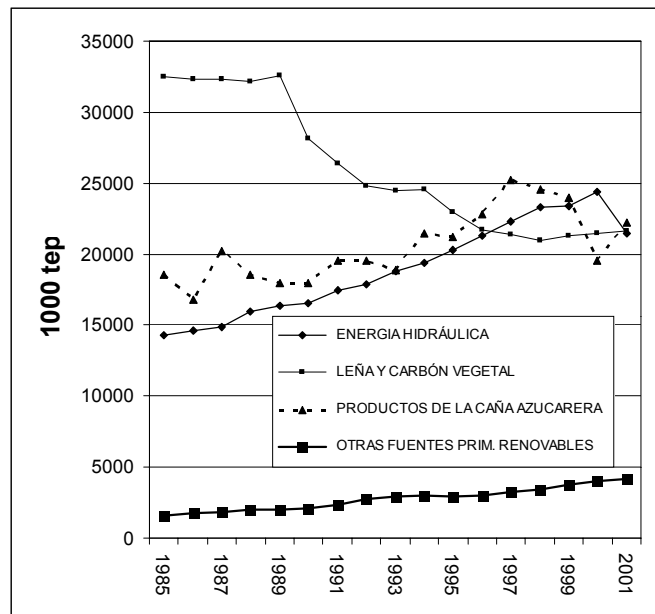


Gráfico N° 3. Evolución de la producción de energía primaria renovable por tipo en Brasil de 1985 a 2001. (1000 tep). Fuente: Brasil - Balanço Energético Nacional 2002

Cuadro N° 3. Consumo de combustibles del sector de transportes en Brasil (1000 tep).

Fuente: Brasil - Balanço Energético Nacional 2002

FUENTE	1986	1999
Alcohol etílico	5.434	6.618
Gasolina	6.635	13.872
Diesel	14.906	22.806

Del lado de la oferta de energía hidráulica, lo que sucede es que hay una retracción en las inversiones por parte de las empresas estatales y los inversores privados no comienzan a invertir a causa de la falta de definiciones y contramarchas embutidas en el nuevo modelo institucional y reglamentario para el sector.

Todo esto puede ser explicado en buena parte por el estancamiento del crecimiento económico, y la disminución de la renta en los hogares brasileros. Se circula menos en vehículos individuales y se consume menos electricidad, ya sea por la disminución del consumo o por la sustitución del calentador eléctrico por el calentamiento solar. La envidiable posición de Brasil como economía en el camino de la industrialización, con un alta renovabilidad y sustentabilidad energética puede volver a ser recuperada retomando el crecimiento y la vuelta de las inversiones en energía hídrica. Pero esto no sería suficiente, habría necesidad de políticas públicas más enérgicas para las NER.

LA SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA EN BRASIL A TRAVÉS DEL USO MÁS AMPLIO DE LAS NER

Hay quienes afirman (Tavares, 2003) que Brasil podría alcanzar su sustentabilidad energética completa en poco tiempo a través del uso amplio de las energías renovables. Para tal fin debería volver a los índices de renovabilidad energética de la oferta de energía primaria en los niveles anteriores a 1990 e ir substituyendo gradualmente las fuentes fósiles por tecnologías renovables. La dependencia externa de energía de Brasil en 2001 fue de 22,5% para el petróleo, y 10,5% para la electricidad. La dependencia externa total llega a 21,5%. Hay que agregar que, en 1999 comienza la importación de gas natural de Bolivia, lo que representa, en 2001, el 22,5% de la oferta interna de gas natural. Esta tendencia al aumento de la dependencia externa del gas natural parece que puede ser revertida por el reciente descubrimiento de un gran yacimiento en el mar en la cuenca de Santos⁸. La dependencia externa de electricidad está, en su mayoría, determinada por la importación de la energía sobrante de Paraguay por la represa binacional de Itaipu.

POLÍTICAS PÚBLICAS EJECUTADAS EN BRASIL PARA LAS NER

Las políticas públicas objetivando una mayor difusión de las NER, con la excepción del PROALCOOL, fueron en Brasil hasta ahora muy tímidas. En algunos casos tuvieron efectos negativos sobre la formación de un *savoir-faire* nacional. El ejemplo del programa para la electrificación de comunidades aisladas (PRODEEM) es emblemático. Al mismo tiempo que se ejecutaba uno de los mayores programas de difusión de la electricidad fotovoltaica del mundo, la única fábrica de paneles fotovoltaicos del Hemisferio Sur, instalada en Brasil, estuvo al borde de cerrar sus puertas por no conseguir competir con productos similares importados.⁹

⁸ Reservas estimadas en 400 Gm³.

⁹ Esta empresa contaba con tecnología ultrapasada cuando el programa fue lanzado y no consiguió competir. No hubo ningún incentivo para ayudarla a modernizarse.

Durante mucho tiempo la producción de energía primaria en Brasil tuvo un componente mayoritario de energías renovables debido, sobretodo, a:

- a) elección por la generación hidro-eléctrica ya desde la formación del sistema eléctrico debido a la abundancia y bajos costos de esta forma de energía; el modelo organizacional de empresas estatales adoptado después de los años treinta del siglo XX, hizo que fueran privilegiadas, casi siempre, inversiones de gran escala¹⁰; también esto se debe a la escasez de combustibles fósiles;
- b) debido a la inexistencia de carbón mineral metalúrgico en el país se opta por utilizar en escala amplia el carbón vegetal para la metalurgia;
- c) Los programas como el PROALCOOL estaban insertados dentro de políticas públicas para el control de los precios de los combustibles como una reacción a los choques de precios del petróleo en los años setenta y ochenta del siglo XX; fue una herramienta más dentro de otras, usada para intentar controlar la inflación¹¹;

En 1979 es creada la Comisión Nacional de Energía, primer gran esfuerzo de coordinación nacional para racionalizar el consumo, aumentar la producción nacional de petróleo y su sustitución. Es en este contexto que surge el PROALCOOL. No fueron motivaciones ambientalistas ni sociales las que hicieron surgir programas como el PROALCOOL, o más recientemente el PROINFA. Este último programa surge como una medida más, para controlar la crisis de abastecimiento de electricidad, fomentando la generación por otras “fuentes alternativas” (son las REN y el carbón nacional) con el propósito de diversificar la matriz energética brasilera.

El proceso de reformas institucionales comienza con la privatización de las firmas de distribución de electricidad. Antes de haber un nuevo cuadro regulatorio se comienza por quebrar la verticalización del sistema eléctrico. Posteriormente, en 1995, es creada la agencia reguladora del petróleo (ANP) y otra para la electricidad (ANEEL). La planificación centralizada es abandonada y sustituida por una planificación indicativa. La consecuencia fue que el Estado invierte cada vez menos en el sistema eléctrico y los inversores privados no entran ni con las técnicas convencionales hídricas y térmicas ni con las NER. En la racionalización energética el programa PROCEL, que coordinaba e implantaba acciones concretas de racionalización, fue abandonado en 1998. Las investigaciones desarrolladas por la CEPEL también sufren discontinuidad en esta época. Por resolución de la ANEEL en 1998 se reglamenta la aplicación de fondos que las empresas concesionarias son obligadas a invertir en investigación y desarrollo. Inclusive con qué porcentajes deben ser aplicados los recursos en racionalización, DSM, etc. Son ahora los consumidores los que están pagando por la innovación. Los resultados presentados por estas aplicaciones en investigación con estos fondos muestran que (Jannuzzi, 2000):

- a) fueron aplicados recursos en investigaciones para resolver problemas comerciales de las empresas en el corto plazo; las investigaciones con objetivos más públicos fueron dejadas de lado;
- b) los proyectos en DSM por su dificultad de ser aplicados debido a que tienen que ser involucrados muchos actores, tuvieron dificultad en ser realizados;
- c) hubo pocas investigaciones en energías renovables.

Veremos también que algunas políticas entraron en conflicto con otras evidenciando grandes errores por falta de coordinación y de una política energética global con objetivos y metas bien definidos, con todos los programas siendo coordinados y ajustados para evitar irracionalidades. Una de las irracionalidades detectadas en la coordinación de programas fue entre los Programas “Luz en el Campo” y el programa de desarrollo de la electricidad en comunidades aisladas (PRODEEM). El resultado fue que era posible encontrar sistemas

¹⁰ Muchas veces sin tener en cuenta la eliminación de las economías de escala por encima de los 2000 a 3000 MW de potencia. Según como el proyecto sea concebido cuanto mayor sea la escala, más impactantes serán los efectos negativos sobre el medio ambiente natural y/o social. Verdesio (1997) describe esto en detalle.

¹¹ Otra política pública ejecutada fue en la que PETROBRAS aumentó los esfuerzos de prospección para encontrar nuevos yacimientos de petróleo.

autónomos de generación fotovoltaica donde poco después llegaba la red por el programa “Luz en el Campo”.

Resumidamente pueden citarse como políticas públicas específicas para las NER las siguientes:

1.- Programas de financiamiento e incentivos fiscales con apoyo del Banco Nacional para el Desarrollo (BNDES¹²):

a) PROALCOOL hasta 1989;

b) programa de apoyo a la cogeneración de energía eléctrica a partir de residuos de la caña de azúcar y otros residuos de la biomasa (vigente);

c) programa específico para inversiones en conservación de energía y fuentes alternativas (vigente);

d) el PCH-COM para pequeñas centrales hídricas (vigente).

2. Programa de difusión de la electricidad rural por las NER con recursos internacionales: el PRODEEM.

3. Mecanismos de creación de un mercado para fuentes alternativas renovables más el carbón nacional: el PROINFA; entre otras medidas se establecen valores de compra que tornen competitivas estas fuentes; se crea la Cuenta de Desarrollo Energético (CDE¹³) para financiar la creación de este mercado.

4. Mecanismos legales que faciliten la inversión en las NER como puede ser la simplificación de los procesos de licencia ambiental, normas más simples para conseguir la concesión.

5. Obligatoriedad de compra y de inversión en las NER por las concesionarias.

Resumiendo las políticas públicas que podrían haber fomentado la difusión de las NER y su competitividad frente a otras fuentes, no estuvieron centradas en los beneficios ambientales y/o sociales que las NER ocasionan. Predominó siempre en la elaboración de políticas energéticas en Brasil, el criterio de aumento de la independencia energética y el de la mejora de la balanza de pagos.

Con el actual gobierno parece haber un retorno de la acción afirmativa de planificación energética por parte del Poder Ejecutivo. El PROINFA, por primera vez, estableció una meta de participación de las NER. Deben suministrar un 10 % de la electricidad antes del año 2014.

La propuesta del nuevo modelo institucional (Brasil-MME, 2003) inspirado en Sauer (2002) se propone la misma meta para las NER exigiéndose que, a partir de 2005, sólo se aceptarán propuestas en licitaciones que contengan un grado de nacionalización de 90 %.

EL PROALCOOL (PROGRAMA NACIONAL DEL ALCOHOL). EL PROBIODIESEL

Es el primer programa de energías renovables de gran escala y hasta ahora el mayor programa a nivel mundial de biocombustibles. Hasta 1975 Brasil utilizaba el alcohol anhidro en bajas proporciones mezclado con la gasolina. El Programa nace en 1975 con un gran énfasis en la substitución de vehículos a gasolina por vehículos movidos exclusivamente con alcohol hidratado con objetivos menores que los que se establecen en 1981. Las destilerías ahora son autónomas de la producción tradicional de azúcar para exportación. Hasta 1989 este programa ejecuta políticas públicas de beneficios económicos e incentivos fiscales para ayudar a que el parque industrial se establezca. La producción se estabiliza desde esta época, en unos 11 a 16

¹² El BNDES también ayudó a financiar el refuerzo de la distribución de electricidad rural por el programa PROLUZ. También existe el programa Luz en el campo de la ELETROBRAS y el RELUZ. Este último para financiar la ampliación de la iluminación pública con lámparas más eficientes dentro de una política de mejoría de la seguridad pública.

¹³ Antes de la liberación del mercado de combustibles existía la Cuenta de Compensación de Combustibles (CCC) que equilibraba los precios de los combustibles entre regiones remotas y próximas a las refinerías. Después de la liberación del mercado esta cuenta pasó a ser usada para financiar proyectos en locales remotos, que substituyan con las NER, la generación por combustibles fósiles.

miles de millones de litros por año. Los beneficios consistían en créditos subsidiados que llegaron a alcanzar un 96% del crédito concedido. El programa de incentivos acaba en 1989.

Lo que debería haber sido hecho en la década del setenta para sustituir parte del petróleo importado, era un programa completo de biocombustibles. Personas como el Prof. José de Lima Acioli (com. personal), que participaron en la elaboración del programa sustitución del consumo de petróleo en los años ochenta, declararon que la idea original era la de un programa de biocombustibles sustituyendo la gasolina y el combustible para los motores diesel. Esto ocurrió dentro de la Secretaria de Tecnología Industrial del Ministerio de Industria y Energía de la época. También fueron coordinadas por esta Secretaría acciones de investigación para la extracción de alcohol de la yuca, del metanol de la madera y de los aceites modificados químicamente para uso directo en motores diesel o de la aplicación directa de aceites vegetales en motores de tecnología Elsbert. Como esto no fue hecho, el balance entre oferta de gasolina y combustible diesel fue quebrado: se comenzó a exportar más gasolina e importar más diesel (ver grafico N° 4).

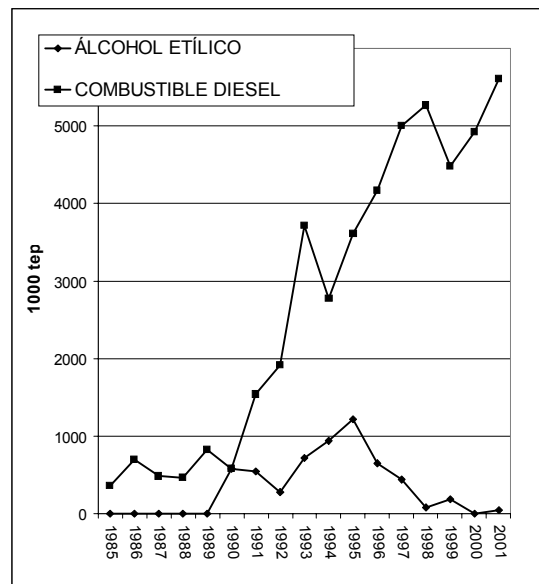


Grafico N° 4. Volumen de importaciones de alcohol etílico y combustible diesel.

Fuente: Brasil - Balanço Energético Nacional 2002

Este déficit llamado “cuenta alcohol” entre el gobierno y la PETROBRAS es uno de los problemas no resueltos en el uso del alcohol en Brasil. La posición de la PETROBRAS (Abreu, 1996) hasta hoy, es la de mantener el uso del alcohol pero con un consumo de acuerdo con las posibilidades de oferta interna. Esto se fundamenta en las crecientes incertidumbres sobre el mercado mundial y el precio futuro del petróleo. Hay que tener en cuenta que la autosuficiencia en petróleo se está consiguiendo porque el consumo fue cayendo gracias al alcohol. Si no existiera el alcohol el consumo de la gasolina en 1995 debería haber sido el doble. Con los datos de 2001 podemos ver que esta diferencia sería algo menor no quitando la importancia que tiene el alcohol como factor de independencia energética en Brasil en estos momentos de tantas incertidumbres en cuanto al suministro de petróleo de la región de mayores reservas en el Medio Oriente.

Más recientemente, en abril de 2002 fue creado un proyecto de investigación en varias instituciones de investigación¹⁴, llamado de PROBIODIESEL. Introduciendo el biodiesel en tenores de 5% en el combustible originado del petróleo habría una economía en la importación de 33 % (ver Dabdoub, 2003). Estas nuevas tecnologías desarrolladas dentro de este Programa están

¹⁴ Participan el Laboratorio de Tecnologías Limpias (LADETEL) de la Universidad de São Paulo en Ribeirão Preto, la Universidad Estadual paulista de Jaboticabal, el Instituto Agronómico de Campinas (IAC), la Universidad Federal de Rondonia (UNIR) y otros pequeños grupos de investigación.

desarrollando técnicas para conseguir el biodiesel sin que haya necesidad de modificaciones en el motor usando el etanol y no el metanol. Este alcohol está siendo más usado en los países industrializados debido a su mayor disponibilidad. En Brasil el alcohol más disponible es el etanol. El cultivo oleaginoso más difundido y con más chance de iniciar un programa de producción industrial, es la soya. Desde el punto de vista de rendimiento por hectárea no sería la más conveniente ya que esta rinde 400 l/ha, el girasol 800 y el cacahuete 900. Las palmeras son mucho más productivas. Las semillas de la palmera babaçu salvaje no cultivadas rinden 1600 l/ha, las de la palmera macaúba 4000 y las de la palma africana (dendé en Brasil) 5900 l/ha. Existen otras plantas nativas que podrían ser domesticadas como la semilla del árbol Pequí con productividad estimada de 3200 l/ha.

El problema principal está centrado en como aumentar la capacidad productiva de estos aceites y del etanol de la caña de azúcar. Para incorporar un 5% en la mezcla vendida para vehículos habría que plantar 125.000 has. más de caña y 2,5 millones de has. de girasol ó 5 millones de has. de soja. La sustitución total, aunque fuera a costos competitivos con el diesel, de petróleo es, a corto plazo, imposible. Se consumen hoy 37 a 39 miles de millones de litros de combustible diesel y se producen de aceites vegetales unos 5,9 miles de millones de litros. Aún para sustituir el importado hay una imposibilidad práctica de que tendrían que ser producidos más de unos 12,2 miles de millones de litros.

El obstáculo principal es el problema de costos de producción del biodiesel. Estimativas de costos de 2002 citadas por Macedo (2003) indican que los costos en São Paulo y Paraná, cerca de las refinerías y mercados principales, estarían entre 0,33 y 0,38 US\$/l¹⁵ llegando a valores entre 0,77 y 0,83 en la región Centro-Oeste de Brasil donde hay más tierras disponibles baratas. El biodiesel más barato sería el del aprovechamiento de las frituras industriales usadas (0,25 US\$/l). Claro que esta fuente tiene un potencial de producción nacional muy pequeño considerando el consumo de diesel.

PROGRAMA DE DESARROLLO ENERGÉTICO DE ESTADOS Y MUNICIPIOS (PRODEEM)

En 1995 se crea el PRODEEM con el objetivo de universalizar el acceso a la electricidad de los 20 millones que viven en localidades remotas sin electricidad. Este Programa comienza con objetivos ambiciosos de ampliar la difusión de las NER, aquellas más abundantes en cada localidad, pero termina como un programa de distribución de kits fotovoltaicos importados.

En el inicio del programa, la estrategia elegida para conseguir el objetivo propuesto, era la de posibilitar que se desarrollase la fuente energética local más viable dentro de un abanico de técnicas todas renovables. Estas técnicas eran: la energía hídrica de pequeña escala, la quema o gasificación de la biomasa, la energía eólica o la fotovoltaica. Es claro que para elegir qué técnica usar es necesario ejecutar estudios previos para cada localidad a servir con energía. Esto no fue posible debido a la excesiva centralización organizacional en la capital del país, por la falta de personal capacitado localmente y por no haber elegido capacitarlo (ver Brasil-TCU, 2003). La única técnica que restó para ser aplicada fue la de costo unitario más alto: la de paneles solares planos fotovoltaicos. Esta técnica tiene las siguientes ventajas: no necesita estudios previos ambientales, los sistemas son estandarizados y son de fácil instalación.

Hasta el año 2002 son adquiridos 8912 kits fotovoltaicos de los cuales son instalados 7837 con un costo total de 37,258 millones de dólares estadounidenses. En una muestra aleatoria, la auditoria del Tribunal de Cuentas detectó que 46% del total estaban extraviados y 36% estaban instalados pero no funcionaban. No hay estimaciones precisas de personas efectivamente alcanzadas con este programa. Con agua potable se pueden estimar más o menos 1 millón de personas beneficiadas.

Las causas apuntadas por Brasil-TCU (2003) para esta baja eficiencia en la difusión de la generación fotovoltaica nos indican cómo no debe ser organizada y ejecutada una política pública

¹⁵ El diesel de petróleo en Brasil es producido a costos de 0,24 US\$/l sin impuestos.

para la descentralización eléctrica. El PRODEEM mostró que hubo excesiva centralización provocando una falta de control y una falta de responsabilidad por parte de las autoridades locales. Con un equipo pequeño de técnicos se tornó imposible controlar el patrimonio. Además el hecho de haber poquísima participación de los beneficiados provocó también frustración por demandas no atendidas y una irresponsabilidad general. Los beneficiados no fueron consultados para manifestar qué demandas energéticas les gustaría que fueran atendidas, o aún si preferirían ser co-responsables por la instalación y manutención de los equipos. También se comprobó que es inútil la llegada de la electricidad en situaciones o en comunidades no preparadas para realmente transformar este beneficio en efectivas acciones de mejoría de vida. Por ejemplo instalaciones en escuelas rurales donde el edificio está en condiciones precarias o no hay profesor capacitado.

EL PROGRAMA DE INCENTIVO A FUENTES ALTERNATIVAS PARA LA ENERGÍA ELÉCTRICA (PROINFA)

Este Programa fue creado por Ley Nro. 10438 de abril de 2002 obligando a las concesionarias de energía a comprar electricidad de fuentes alternativas (PCH's, eólica, biomasa). La reglamentación de esta Ley sale en diciembre de 2002 por Decreto N° 4541 y establece una compra asegurada por contrato de compra de electricidad por 15 años. Estas leyes, a pesar del énfasis en energías renovables, tienen una lógica de incentivo de fuentes "alternativas". Esta palabra incluye el carbón mineral nacional con la condición de que esta fuente sea ambientalmente "limpia". En realidad los objetivos de este programa continúan siendo los mismos de programas anteriores: resolver el problema de oferta de energía en este caso utilizando fuentes comercialmente menos viables que las convencionales. El beneficio ambiental viene como de remolque.

Al mismo tiempo fue creada una Cuenta de Desarrollo Energético (CDE) con el propósito de desarrollar la energía eléctrica en los Estados del país y aumentar la competitividad de las NER y del carbón mineral nacional. La cuenta tendrá como fuente de financiamiento los pagos que se realizan por el uso del bien público, multas aplicadas por la agencia reguladora eléctrica y contribuciones de los comercializadores de electricidad. Esta cuenta será usada para:

- a) cubrir las diferencias de costo en usinas que usen sólo carbón nacional y aquellas que usen gas natural mas no están al lado de la red de transporte por gasoducto;
- b) que el productor de REN y de gas natural cubra la diferencia entre el Valor Económico de la Tecnología Específica de la Fuente (VETEF) y el Valor Económico de Mercado (VEC) cuando la compra y venta se haga con el consumidor final, y el 80 % de la tarifa media nacional en los otros casos¹⁶.

Las metas pretendidas son que:

- a) hasta 2006 sean instalados 3300 MW (1100 MW de eólica, PCH e biomasa respectivamente);
- b) se llegue a 10 % de la generación de electricidad con REN hasta 2014;
- c) entre 2006 y 2014 se consigan instalar 14.074 MW o 72,62 TWh/año¹⁷ de generación de electricidad con REN.

El 30 de marzo de 2004 fue publicada la primera convocatoria pública para comprar energía de fuentes REN a la ELETROBRAS con valores de VETEF (cuadro N° 3).

¹⁶ El VEC o Valor Económico de Mercado será determinado por el costo medio ponderado de generación de nuevas centrales hidráulicas de >30MW de potencia instalada y de las centrales térmicas a gas natural.

¹⁷ 5.044 MW de Biomasa (29,83 TWh), 4.156 MW de Eólica (12,14 TWh), 5.874 MW de PCH (30,65 TWh)

Los parámetros que fueron utilizados para determinar estos valores como ser: la potencia típica, factor de capacidad esperado distancia máxima hasta la conexión con la red, etc. pueden ser consultados en www.mme.gov.br en el símbolo del PROINFA.

Los porcentajes de nacionalización de equipos y accesorios para esta primera etapa son bastante racionales, un 60% para todas las tecnologías. Resta saber cómo va a ser alcanzada la autosuficiencia tecnológica de 90% en 2005 como establece el nuevo modelo institucional lanzado en 2003 (ver Brasil-MME, 2003).

Cuadro N° 3. Valor Económico de la Tecnología Específica de la Fuente (VETEF) y Piso fijado como % sobre tarifa media nacional al consumidor en US\$/MWh (1 US\$ = R\$ 3,00) fijado para el PROINFA.

Fuente: <http://www.mme.gov.br>

FUENTE		VETEF	PISO
EÓLICA	VETEF máximo	68,12	50,15
	VETEF Ecuación		50,15
	VETEF mínimo	60,06	50,15
BIOMASA	Biogás	56,36	27,86
	Paja Arroz	34,40	27,86
	Madera	33,78	27,86
	Caña de azúcar	31,20	27,86
PCH		39,00	39,00

Los valores de VETEF de las usinas eólicas se fijan con una ecuación que tiene en cuenta el factor de carga máximo y mínimo del lugar.

LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN NER

El Proyecto más avanzado en utilización de energía de la biomasa leñosa es el llamado WBP (Brazilian Wood Big-GT Demonstration Project) / SIGAME (Sistema Integrado de Gasificación de Madera para Generación de Electricidad) que comienza en 1991 y ahora está en su fase de implantación de la unidad demostrativa de 32 MW.

Actualmente el fondo principal, llamado Fondo Sectorial de Energía (CTENERG), que financia la Investigación y el Desarrollo en energía eléctrica y racionalización energética en la electricidad, proviene de una captación obligatoria de la recaudación neta de las empresas de electricidad. Está administrado por un consejo del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Los contratos de concesión establecían hasta julio de 2000 que 0,75% de la recaudación neta fuera empleada en Investigación y Desarrollo en electricidad y 0,25% en programas de aumento de la eficiencia energética. Este porcentaje pasa a ser del 0,5% hasta diciembre de 2005 por la Ley 9991 de julio de 2000 y reglamentado por el decreto 3867 de julio de 2001. La mitad de estos recursos es usada por las propias empresas en investigaciones de su interés y la otra mitad se encamina para investigaciones de interés más general a ser administradas con el Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico. Este fondo incluye acciones de investigación y de formación de recursos humanos además de esfuerzos de capacitación técnica de los laboratorios de investigación. El documento oficial del Ministerio de Ciencia y Tecnología (Brasil-MCT-2001) que indica las líneas básicas a seguir, detalla los siguientes desafíos que Brasil, a través del CTENERG, se propone enfrentar (Pág. 3):

- a) *satisfacer la demanda creciente de electricidad;*
- b) *diversificar la matriz energética;*

- c) *desarrollar tecnologías de energía de menor impacto ambiental y social y que contribuyan a un uso racional y eficiente de la energía;*
- d) *garantizar las características de interés público en un ambiente de mercado competitivo de los servicios de electricidad.*

Examinando cómo fueron aplicados los recursos por las empresas concesionarias vemos que estas empresas eligieron al principio invertir en investigaciones que resolvieran problemas estratégicos de corto plazo para mejorar su desempeño¹⁸. En 2000 cambia un poco el panorama. Se gastan casi tres veces más recursos en un total de \$R 36.904.910 siendo que 59% van para Investigaciones estratégicas, 13% para las energías renovables, 5% para el medio ambiente y 2,56% para la eficiencia energética.

De los recursos administrados por el CNPq (Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico) de la convocatoria de 2001, que totalizan \$R 8.395.116,32, un 45% fue aplicado en eficiencia energética, un 30% en energías renovables (incluyendo el H₂), y un 17% en investigaciones de estrategia empresarial de interés de las empresas públicas. Las investigaciones sobre la mejora del medio ambiente son casi inexistentes.

Estos datos nos muestran que hay muy poco interés por parte de las empresas privadas en el desarrollo de las energías renovables, en el aumento de la eficiencia o aún en el impacto ambiental que causan. Cuando los recursos son aplicados por agentes del estado la preferencia pasa a ser la eficiencia energética y las energías renovables. El medio ambiente también queda relegado a un mero 3% de los recursos destinados a investigación por parte del Consejo de Investigaciones (CNPq).

Otros datos sobre la capacidad tecnológica, sea en recursos humanos o en instalaciones de investigación, muestra que hay que invertir mucho todavía para acabar con la gran dependencia externa, tecnológica y científica, en muchos campos de la energía. Una encuesta preliminar acerca de las competencias en Brasil en NER fue realizada por el Secretariado Técnico del Fondo Sectorial de Energía (CTENERG, 2003). Este informe muestra que todavía en Brasil son pocos los grupos consolidados con investigaciones en NER.

En generación por PCH hay escasos 6 grupos de investigadores y 6 en recursos hídricos, siendo que en grandes máquinas hidráulicas la dependencia del exterior es casi completa. Hay unos 13 grupos en energía solar y la mayoría son de energía fotovoltaica. La energía solar de baja temperatura cuenta con pocos grupos. Hay 7 grupos en energía eólica y 26 en energía de la biomasa. De lo antes dicho puede concluirse que la energía de la biomasa es la que cuenta con un mejor contingente de investigadores y de grupos de investigación. Por otro lado, causa sorpresa que siendo Brasil un país abastecido mayoritariamente con energía hidráulica, no cuente con un mínimo de capacidad científica en el desarrollo y mantenimiento de máquinas hidráulicas. Hay una gran competencia en la construcción civil de grandes obras como las represas o de electricidad, pero muy poca competencia nacional en máquinas hidráulicas, en generación térmica o en las NER.

EVALUACIÓN CRÍTICA Y SUGERENCIAS DE NUEVAS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LAS NER

En primer lugar tenemos que considerar que las políticas públicas que fueron siendo desarrolladas hasta hoy, a lo largo de casi 30 años, surgieron en contextos institucionales, reglamentarios y macroeconómicos bien diferentes. El anexo presenta un cuadro donde se trata de mostrar las diferencias a lo largo del tiempo. El PROALCOOL dura cuanto duro el alza de los precios internacionales del petróleo y acaba cuando la dependencia externa de petróleo baja a niveles menores al 50%. La industria del azúcar y del alcohol continúa mejorando la productividad alcanzando hoy, al nivel del productor, precios bastante próximos entre el alcohol y la gasolina. Las mejoras tecnológicas y organizacionales fueron responsables de que el alcohol haya

¹⁸ Los datos de los fondos aplicados en 1999 en un valor de \$R 14.740.910, indican que el 97% fue gasto en Investigaciones estratégicas. (www.aneel.gov.br).

sobrevivido a todo este período, que parece termina, de bajos precios internacionales del petróleo. Frente a la retracción económica interna lo que va a dar nuevos alientos al sector serán las exportaciones. La gestión actual para colocar el alcohol en mercados como China, con fuerte crecimiento de consumo de combustibles para automóviles, está dentro de esta lógica del agronegocio actual en Brasil. Lo mismo está aconteciendo con el agronegocio de granos, de jugo de naranja y de aves.

A partir de la descripción anterior sobre las diferentes políticas públicas que afectan a las NER se destaca un punto principal. Las políticas públicas para fomentar la difusión de las NER contaron y cuentan con algunos incentivos de orden económico, pero no eliminan uno de los principales obstáculos a su difusión: el de cómo aumentar la competitividad de estas fuentes. El aumento de la oferta interna de energía comienza a declinar en el año 2000 sobretodo por la retracción del estado como principal inversor en energía eléctrica de fuentes nacionales (hidroelectricidad). El PROINFA es creado entonces para tratar de atraer inversores tanto de fuentes renovables convencionales, como las PCH; tanto de inversores de las NER, como la electricidad eólica y la biomasa. Todavía no se conocen sus resultados porque la primera convocatoria para interesados en este Programa acaba de ser realizada en el mes de marzo. La ley de concesiones de 1995 rompe el esquema todo estatal en el sector energético, permite el libre acceso a la distribución y se crean las figuras de Productor Independiente de Energía y Auto-productor. Simultáneamente comienzan las privatizaciones por las distribuidoras llegando a un 50% y de las concesionarias de los estados de la federación. Esto no trae ventajas especiales para los productores de electricidad que usen NER.

Después de que se establece un ordenamiento jurídico e institucional de protección del Medio Ambiente, además de la necesidad de negociar los usos del agua ahora en comités de cuencas (después de la Ley de Aguas), se torna poco interesante la inversión en PCH. Los interesados en invertir, además de tener que enfrentar la presión de movimientos sociales ecológicos, tienen que someterse a altos costos de transacción en trámites burocráticos y exigencias extrapoladas de las grandes centrales que los hacen desistir de la idea. Ha habido algunas mejoras con la burocracia pero las presiones de los movimientos ecológicos continúan haciéndose sentir.

Para aumentar la competitividad de las NER, de manera sustentable, los recursos de investigación, con el concomitante esfuerzo de formación de cuadros científicos y técnicos, deberían ser mucho más voluminosos. También, los programas de intercambio y transferencia tecnológica deberían ser mucho más amplios. Por ejemplo, Brasil podría intercambiar tecnología en bio-combustibles con China contra tecnología en pequeñas centrales hidráulicas. En energía eólica deberían ser estrechados más lazos de cooperación técnica con Dinamarca y Alemania, países estos en la vanguardia tecnológica de esta forma de energía.

Otro problema es el derivado de la excesiva centralización de recursos de investigación en pocos centros de investigación. Los miembros del Consejo de Gestión del Fondo CTENERG declararon la intención de distribuir fondos de manera amplia y regionalmente dispersa, pero los datos muestran que la mayor parte de los recursos va para consolidar los grupos existentes, todos situados en la región sudoeste y sur¹⁹.

Otro problema de carácter general para el progreso de la innovación tecnológica en Brasil, es la incipiente colaboración entre las Universidades y las empresas energéticas. Este estrechamiento va a ser agilizado con la creación de los fondos sectoriales como el CTENERG. Lo que más dificulta las acciones de colaboración empresa-universidad-centros de investigación es el prejuicio con que son vistas estas colaboraciones por parte de los universitarios. Es muy frecuente oír todavía opiniones de profesores universitarios sobre el “peligro” que significa el hecho de que la Universidad pública oriente sus objetivos de investigación y enseñanza a intereses de empresas.

Por otro lado, la rutina tecnológica y la cultura organizacional de la innovación (Dosi y Metcalfe, 1991) en Brasil continúan fuertemente concentradas en comportamientos de poca

¹⁹ El fondo CTENERG en 2001 distribuyó recursos para equipar laboratorios con el siguiente número de proyectos por estado: São Paulo 12 proyectos, Santa Catarina 5, Rio Grande do Sul 4, Rio de Janeiro 2, Brasília 1, Goiás 1 y Minas Gerais 1.

colaboración con grandes dificultades para hacer previsiones de largo plazo. Las empresas, frente a las grandes incertidumbres macroeconómicas y de reglamentación, están preocupadas con las dificultades de corto plazo. El peso del sistema técnico anterior a las reformas, todavía se hace sentir en las decisiones macroeconómicas. El excesivo centralismo en todas las esferas es consecuencia del modelo anterior de grandes empresas estatales energéticas que todavía continúa dominando. Si se quiere, por ejemplo, fomentar la generación distribuida de electricidad, hay que comenzar por fomentar las acciones donde la participación y colaboración de los actores locales sea mucho más intensa que actualmente. Donde hay recursos financieros, como en el agronegocio de producción de cereales, y donde la red eléctrica no llega, son comunes las iniciativas de generación de electricidad con PCH individuales o en cooperativas. Estos nuevos inversores energéticos, así como las industrias intensivas en electricidad (cemento, papel y celulosa, extracción de minerales y metalurgia), son los que están requiriendo más concesiones para producir electricidad siguiendo la tradicional trayectoria tecnológica de la hidro-electricidad.

En los sistemas eléctricos, por lo visto, lo más difícil continúa siendo romper con la inercia tecnológica. El primer paso fue montar un sistema que se consolidara en los años 20 y 30 y que integrara producción, transporte y distribución en componentes perfectamente interconectados. Después vinieron las mejoras de desempeño y disminución de costos (ver Hughes, 1987). La entrada de nuevas tecnologías sólo puede hacerse con la entrada de otras tecnologías a veces mucho más caras que las existentes. En el caso brasilero la dominancia de la hidro-electricidad, con la concomitante necesidad de coordinación del sistema para optimizar la generación hídrica, dificulta mucho la práctica efectiva de un mercado competitivo. Las decisiones individuales de oferta de energía para despacho tienen que ser subordinadas a la optimización hídrica.

En la investigación tecnológica, generalmente han sido las empresas estatales, como la ELETROBRAS a través del CEPEL, las que han liderado las investigaciones en NER. En algunos sectores, como en el del calentamiento de agua a bajas temperaturas, fueron las propias industrias que se calificaron con poca colaboración por parte de las universidades, excepto en el Programa Nacional de Etiquetaje. En este área falta todavía que estos sistemas pasen a ser usados, además de en residencias, en el sector industrial. Las agroindustrias tienen un gran potencial de aplicación que está todavía para ser explotado en su plenitud (Verdesio, 2002). Es una tecnología madura que permite tasas de retorno de la inversión en tiempos de 5 a 6 veces menores que la vida útil de las instalaciones. Dada que la inversión inicial es más alta que con los sistemas tradicionales de calentamiento por electricidad o GLP, hay que difundir más los mecanismos de financiamiento a largo plazo para nuevas construcciones residenciales y adaptación en industrias.

Fucks y Aretsen (2002) ensayan un esbozo de políticas posibles para que las NER sean más difundidas. Consideran que las NER deben ser tratadas como un nuevo concepto de fuente energética. Las políticas de corto plazo, según estos autores, deben seguir trillas que cambien el ambiente de selección, sin incentivar la elección por las técnicas tradicionales. En el largo plazo las políticas deberían incentivar la aparición de la variedad. Consideran que la política de certificados verdes es el instrumento más eficaz. La creación de nichos tecnológicos protegidos también es vital para mejorar el aprendizaje por "learning by doing". Por último enfatizan que las políticas deben tener componentes que reduzcan los costos de transacción por información y/o contrato. Los consumidores adoptarían nuevas fuentes si fueran sensibilizados sobre las ventajas ambientales y sociales. Para esto deben ser localizados en la sociedad cuáles grupos serían los más fácilmente alcanzables y cuáles los más tradicionales. Para cada grupo la estrategia de convencimiento debería ser diferente.

Por lo tanto, si Brasil quiere volver a tener una gran participación de las energías renovables en la producción primaria de energía, tendrá que continuar las siguientes líneas de políticas públicas:

- a) en las regiones de alto potencial de aprovechamiento eólico debería ser creado un mercado que favorezca al consumidor que elija esta tecnología, tanto para la auto-producción combinada con otras fuentes autónomas como para su incorporación en la red;

- b) siendo que el potencial de capacidad instalable hidráulica es de 260.000 MW y que sólo se instalaron 62.000 MW, esta energía renovable debería continuar siendo en Brasil la fuente principal de electricidad; así, es imprescindible que el país se capacite mucho más en la tecnología de turbinas y sistemas hidráulicos como en el fomento de industrias nacionales de construcción y reparación de sistemas hidráulicos (ver Macedo, 2003 pp 17); estas nuevas industrias deberían estar descentralizadas, adoptando técnicas especializadas por tipo de aprovechamiento como hizo China con su programa de fomento de las PCH regionales (Jiandong, 1994);
- c) además de fortalecer los actuales centros de excelencia, promover la descentralización con la creación y fortalecimiento de la enseñanza y laboratorios regionales²⁰;
- d) el PROINFA debe ser agilizado, todas las posibles inversiones están a la espera de valores de VETEF;
- e) todos los programas de electrificación rural tendrían que ser agrupados y reformulados con políticas que tengan como estrategia principal el desarrollo de la participación colectiva en la construcción, operación y manutención de sistemas; con elección de las mejores opciones técnicas locales (ver Brasil-TCU, 2003)
- f) debería existir un fondo sectorial específico para las NER del tipo del CTENERG;
- g) mejorar más los levantamientos de potenciales como los del Atlas solar y Eólico de Brasil (Brasil-INMET,1998 y Brasil-CRESESB,2003);
- h) crear incentivos económicos para que se instalen industrias de paneles fotovoltaicos, turbinas eólicas y máquinas hidráulicas.

²⁰ Biomasa leñosa en Minas Gerais, Centro-Oeste de Brasil y Oeste de Bahía, eólica y solar fotovoltaica en el Nordeste y Centro-Oeste, solar de baja temperatura industrial y fotovoltaica en el Centro-Oeste, más centros de investigación en máquinas hidráulicas en otras regiones ricas en recursos hídricos.

ANEXO (*las flechas indican valores medios en el periodo)

	Políticas públicas	Aumento demanda derivados petróleo (%/año)*	Aumento demanda electricidad (%/año)*	Precio internacional petróleo valor de 2002 US\$/b	Dependencia externa de petróleo (%)*	Aumento oferta interna energía (%/año)*	Aumento anual PIB (US\$)	Organización Institucional del sector energético	Cuadro reglamentario	Instituciones de control ambiental
1970				8,37	70			1960 se crea Ministerio Minas y Energía		
71				10,00						
72				10,72						
73				13,37						
74		8,3	12	42,40		5,5	8,6			SEMA
75				38,70						
76				39,27						
77				39,62						
78				37,64						
79				74,68	85					
1980				78,19	80					
81				68,02				CNE		Política nacional
82		2	7,2	59,36		2,7	1,3			
83	PROALCOOL			52,10						
84				48,66						
85				46,12	70					
86				23,59						
87				29,16						
88				22,75						
89	PROCEL	4,7	4,2	26,41		1,7	1,8			
1990				32,79						
91				26,60	40 a 46					
92				24,84						Ministerio Medio Ambiente
93				21,25						
94				19,40						
95	PRODEEM	7,1	5,1	20,28		4,8	3,9		Ley concesiones Productor Independiente	Ley de Aguas
96				23,88				ANP ANEEL		
97				21,64						
98				14,47			0,13			
99				19,71			0,81			
2000				30,27		0,7	4,3			ANA
01		-7		25,17	26	-6,6	1,42			
02	PROBIODIESEL	2,6	-1,4	25,19	22	1,1	1,52			
03	PROINFA				12,8					
04								CT-ENERG	Vetef PROINFA	

Bibliografia

Abreu, P *A visão do setor petróleo*. In Fernandes, E. S. L y Coelho, S. T. *Perspectivas do Álcool combustível no Brasil*. Seminário de 28 a 29 de junho de 1995. pp 23 a 27. Governo do Estado de São Paulo - Secretaria de Energia/ Universidade de São Paulo, IEE. 1996

Armstrong, A. J., Hamrin, J. *The Renewable Energy Policy Manual*. US Export Council for Renewable Energy.2000 Disponível em: <http://solstice.crest.org/renewable/usecre/manual.html>.

Bajay, S. V. *Energia no Brasil, os próximos dez anos*. In Conferencia de Sustentabilidade na geração e uso da energia no Brasil: os próximos 20 anos. Campinas. Academia Brasileira De Ciências/UNICAMP. Disponível em www.unicamp.br/nipe.

Brasil –CRESEB. *Atlas eólico do Brasil*. 2003. Disponível em: www.cresesb.cepel.br.

Brasil – Instituto Nacional de Meteorologia. *Atlas de irradiação solar do Brasil*. INMET. Brasília 1998. Em CD-ROM

Brasil - Ministério de Ciência y Tecnologia. *Plano nacional de Ciência e tecnologia do Setor Elétrico – CTENERG. Diretrizes básicas*. MCT/FINEP/CNPq. Agosto 2001. Disponível em: www.mct.gov.br

Brasil - Ministério de Minas e Energia Secretaria de Energia. *Balanço Energético Nacional 2002a. Ano base 2001*. Departamento Nacional de Política Energética. Coordenação Geral de Informações Energéticas. Diciembre.2002. Disponível em: www.mme.gov.br

Brasil - Ministério de Minas e Energia (MME). *Proposta de Modelo Institucional do Setor Elétrico*. Brasília, julho de 2003. Disponível em: www.mme.gov.br.

Brasil – Tribunal de contas da União (TCU) *Relatório de Auditoria. Programa Energia das Pequenas Comunidades*. Elaborado por: Magalhães, F. A. D., Lopes Junior, W. S., Watanabe, E., Ferraz, C. A. de M., Martins, J. M. B, Chaves, F. E. C. Tribunal de Contas da União. Brasília. Febrero de 2003. 62 pp y anexos.

CTENERG. *Passos Iniciais do mapeamento de competências e infra-estrutura da área de energia*. Brasil – Ministério da Ciência e da Tecnologia. CTEnerg Secretaria Técnica do Fundo Setorial de Energia. CGEE Centro de gestão e Estudos estratégicos. Brasília, febrero 2003

Dabdoub, M. J. *Energia limpa para o Brasil*. Disponível em: <http://www.unica.com.br/pages/entrevista.asp>. Consultado em 25/09/2003.

Dias Leite, A. *A energia do Brasil*. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro. 1997. 528 pp.

Dosi, G., Metcalfe, J. S. *Approches de l'irreversibilité em théorie économique*. In Boyer, R. Chavance, B. Godard, O. (org.) *Lês figures de l'irreversibilité en économie*. Editions EHESS. *Recherches d'histoire et dès sciences sociales* 47. pp 37-68

Fucks, D. A., Aretsen, M. J. *Green electricity in the market place; the policy challenge*. Energy policy. 2002, V 30, pp 525-538.

Hughes, T. P. *The Evolution of Large Technological Systems*. In: Bijker, W. E.; Hughes, T. P.; Pinch, T. (eds) *The Social Construction of Technological Systems*, 1987. pp 51-82.

Hughes, T. *Networks of Power, Electrification in Western preformed human skills, and huge overcapacity in European Society.* The John Hopkins University Press, Baltimore, London, 1998. pp.1880–1930.

Jannuzzi, G. de M. *Políticas Públicas para Eficiência Energética e Energia Renovável no Novo Contexto de Mercado. Uma análise da experiência recente dos EUA e do Brasil.* FAPESP;Editora Autores Associados. Campinas 2000. 116 pp.

Jiandong, T. *Small Hydro Power. China's practice.* Hangzhou Regional Center. 1994, 148 pp

Macedo, Isaias (coordenador). *Estado da arte e tendências das tecnologias para energia.* Brasil – Ministério da Ciência e da Tecnologia. CTEnerg Secretaria Técnica do Fundo Setorial de Energia. CGEE Centro de gestão e Estudos estratégicos. Brasília, enero 2003.

Maish Alexander B., Christopher Atcitty, Steve Hester, Daniel Greenberg, Don Osborn, David Collier, and Malissa Brine *Photovoltaic System Reliability* Presented at the 26th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, 29 Septiembre - 3 Octubre, 1997, Anaheim, California.

Olson Jr, M. *The logic of Collective Actions.* Cambridge Mass. Harvard University Press, 1965.

Philips M., Browne B. H. *Accelerating PV markets in developing countries.* The Renewable Energy Policy Project (REPP). Disponible en <http://www.repp.org>

Sauer, I. *Un novo Modelo para o Setor elétrico Brasileiro. 1ª. versão* Universidade de São Paulo – Instituto de Eletrotécnica e Energia. São Paulo Diciembre 2002. 76 pp y 11 anexos. Disponible en: www.ilumina.org.br

Strondberg J., Virinder S. *Government Procurement to Expand PV markets* The Renewable Energy Policy Project (REPP). Disponible en <http://www.repp.org>.

Tavares, Geraldo M. Brasil – *A primeira nação totalmente abastecida por energias renováveis.* CRESESB Informe. Rio de Janeiro. Ano VIII, Nº. 8, Julio 2003

Verdesio, J. J. *Le changement technique sous contrainte environnementale: le cas du système hydro-électrique.* Tesis de Doctorado. Universidad Pierre Mendes France-IEPE. Noviembre de 1997. 500 pp.

Verdesio, J. J. *Aquecimento Solar para a fabricação de queijo. Dimensionamento e estudo de viabilidade de protótipo.* In: AGRENER 2002, 2002, Campinas. Anais Agrener. 2002.

US-DOE-(Departement of Energy) Office of Power technologies. *Renewable Energy Technologies Characterization.* Disponible en: www.eere.energy.gov/power/techcha.html

WEC – World Energy Council – World Energy Outlook – 2000. Disponible en: www.wec.org.