



## Notas sobre la energía incorporada en la exportación de bienes primarios en Brasil

**Célio Bermann**, Profesor e Investigador del Instituto de Eletrotécnica y Energía de la Universidad de São Paulo. Actúa en el Programa de Posgrado en Energía de la USP, donde desarrolla trabajos de investigación en las líneas investigativas: energía, sociedad y ambiente; fuentes renovables de energía. Asesor de movimientos ambientales y movimientos sociales. Autor de varias publicaciones, incluyendo los libros: *Energía no Brasil: para quê? Para quem? – Crise e alternativas para um país sustentável* (2001); *As novas energias no Brasil: dilemas da inclusão social e programas de governo* (2007).

### Introducción

La estructura de exportaciones brasileñas presenta, desde el año 2000, una tendencia a la “primarización”. De hecho, la participación de manufacturados cayó de 59,1% en 2000 a 54,4% en 2006; el 46,8% en 2008 y el 44,0% en 2009. En sentido inverso, la participación de los productos básicos pasó de 22,8% en 2000 a 29,2% en 2006; 36,9% en 2008 y 40,5% en 2009.

Este movimiento de “re-primarización” de la pauta exportadora fue seguido por un incremento de la concentración de la misma. De hecho, la participación de los seis principales productos exportados creció de un umbral igual a 20,7% en 2004 a 22,7% en 2007; el 27,7% en 2008 y el 32,2% en 2009. En 2009 los principales productos exportados por Brasil fueron: mineral de hierro y concentrados (8,7%), soja (7,5%), petróleo crudo (6,0%), caña de azúcar (3,9%), carne de pollo congelada, fresca o refrigerada (3,9%), y residuos de la extracción de aceite de soja (3,0%). Cabe señalar que este marco empeoró drástica-

Cuadro 1: Exportación brasileña de los Sectores Industriales por Intensidad Tecnológica\*

Sectores	2000	2002	2004	2006	2008	2009
Productos industriales	83,4	80,6	80,0	78,1	71,7	68,4
Industria de alta y media-alta tecnología	35,6	31,3	30,0	30,4	26,1	23,7
Industria de media-baja tecnología	18,6	17,6	19,5	19,8	19,6	16,2
Industria de baja tecnología	29,3	31,7	30,5	27,9	26,0	28,5
Productos no industriales	16,6	19,4	20,0	21,9	28,3	31,6
Total (US\$ millones)	55.085	60.362	96.475	137.470	197.942	152.995

\* Clasificación extraída de: OECD, Directorate for Science, Technology and Industry, STAN Indicators, 2003. Fuente: SECEX/MDIC, 2010.

mente durante el gobierno del Presidente Lula. Otra forma de evaluar el proceso de primarización aquí señalado puede obtenerse mediante el examen de la intensidad tecnológica de los productos de exportación. Los datos presentados en el **cuadro 1** indican la intensidad tecnológica de las exportaciones brasileñas en el período 200-2009.

Los datos oficiales del Ministerio de desarrollo, industria y comercio exterior de Brasil, presentado en el **cuadro 1**, indican que las exportaciones de productos industriales perdieron participación en el total, pasando de 83,4% en 2000 a 68,4% en 2009.

También indica que los productos industriales de alta tecnología (aeronáutica, productos farmacéuticos, equipos de comunicación) y media-alta tecnología (maquinaria y aparatos eléctricos y mecánicos, vehículos de motor, productos químicos, equipos para ferrocarriles y material de transporte) poco a poco fueron perdiendo importancia, y se trata de un grave problema estructural, toda vez que es precisamente este tipo de exportación la que agrega un mayor valor, la que requiere el desarrollo científico y tecnológico y en la que las empresas tienen un mayor poder para poner un precio en el mercado internacional. Los sectores industriales de alta y media tecnología son oligopolizados y, en Brasil, están dominados por las empresas transnacionales que tienen fuerte presencia en el mercado internacional y son los agentes que determinan efectivamente el dinamismo del comercio mundial.

Por otra parte, los datos indican un crecimiento de importancia de los productos no industria-

les, que son el sector primario y que abarcan la agroindustria (soja, caña de azúcar, café, jugo de naranja) y productos minerales.

Cuando se suman las exportaciones de las industrias de baja tecnología (madera, papel, celulosa, alimentos, bebidas, textiles y calzados), y las de media-baja tecnología (caucho y plásticos, acero y otros productos metálicos) a los bienes no industriales, queda clara una especialización de Brasil en los productos con bajo valor agregado, ya que estos pasaron de una participación del 46% en las exportaciones totales en el año 2000 al 60% en el año 2009.

En particular, en lo que respecta a China, Brasil ha sido un importante proveedor de productos básicos para satisfacer su mercado interior, principalmente mineral de hierro y soja.

### **La energía en la producción industrial brasileña**

A los efectos de este artículo, el examen de las exportaciones brasileñas debe verse desde el consumo de energía determinado por los procesos de producción. En particular, estamos interesados en analizar el comportamiento del consumo industrial, tanto en relación con el consumo total de energía, medido en toneladas de equivalente petróleo, como el consumo de energía eléctrica. El **cuadro 2** presenta los datos de distribución del consumo de energía y electricidad en el período 2000-2008 de acuerdo a los sectores de consumo. Allí se observa que el consumo de energía total creció un 34,2% durante el período, mientras que el consumo industrial, tomado

Cuadro 2: Distribución del consumo de energía (en MTEP<sup>1</sup>) y electricidad (TWh<sup>2</sup>) por sectores en Brasil: 2000 – 2008

SECTORES	Consumo de Energía (en %)		Consumo de Electricidad (en %)	
	2000	2008	2000	2008
Energía	8,1	11,6	3,1	4,3
Minería	1,5	1,6	2,2	2,6
Agropecuario	4,7	4,7	3,9	4,3
Industria pesada <sup>3</sup>	24,8	23,3	27,5	28,6
Industria ligera	14,0	15,6	16,7	17,4
Transporte	30,1	29,5	0,4	0,4
Residencial	13,0	10,7	25,2	22,3
Comercial y servicios	3,2	2,9	14,3	14,6
Público	2,1	1,7	8,8	8,0
Total general	(157,7 MTEP)	(211,7 MTEP)	(331,6 TWh)	(428,2 TWh)

<sup>1</sup> MTEP: millones de toneladas de equivalente petróleo

<sup>2</sup> TWh: mil millones de kWh

<sup>3</sup> El sector de la industria pesada incluye las industrias de cemento, siderurgia, ferroaleaciones, metales no ferrosos (aluminio y otros), productos químicos, celulosa y papel.

Fuente: MME. Balance energético nacional, 2001 y 2009.

en su conjunto (incluyendo los sectores de energía, la minería, la industria pesada y ligera), tuvo un 44,3% de crecimiento. Estos sectores representaban 48,4% del consumo total de energía en el año 2000 y alcanzaron el 52,1% en 2008, a pesar de que la industria pesada, discretamente, ha reducido su participación en el período. Esto significa que la economía brasileña se caracteriza por una creciente participación del sector industrial en el consumo de energía, contrariamente a lo que está sucediendo con los países de economía avanzada.

Del mismo modo, los datos de consumo total de electricidad muestran un crecimiento de 29,1% en el período 2000-2008, mientras que el consumo industrial alcanzó un crecimiento de 37,8% durante el mismo período. En su conjunto, los sectores de energía, la minería, la industria pesada y ligera, que representaban 49,5% en el año 2000, pasaron a 52,9% en 2008. Estos datos confirman la tendencia de que el aumento de consumo de energía eléctrica en Brasil viene siendo empujado principalmente por la expansión de la producción industrial.

En este sentido, es notable la creciente participación de las ramas industriales de naturaleza elec-

tro-intensiva en el consumo de energía en Brasil. Este panorama ha sido aclamado por las empresas y asociaciones de la industria, y también por el gobierno, como expresión de la capacidad productiva de estas actividades para contribuir a que Brasil logre alcanzar un saldo positivo en su balanza comercial, al apropiarse de las así llamadas “ventajas comparativas” que ofrece el país: la existencia de bienes minerales (bauxita, mineral de hierro, manganeso, cromo, níquel, silicio, magnesio, niobio); grandes extensiones para el plantío (en particular de eucalipto, materia prima para la producción de celulosa); posibilidades de producción integrada (bauxita y alúmina para la producción de aluminio; hierro mineral/arrabio para la producción de acero; fábricas integradas de celulosa y papel), y sobre todo, la disponibilidad de energía eléctrica a bajo costo desde la energía hidroeléctrica.

Es precisamente en este contexto que se multiplican los grandes proyectos hidroeléctricos, en particular en la región amazónica. La región se ajusta en el sistema de producción internacional como proveedor de bienes primarios de origen mineral, exportados en forma bruta o transformados en metales primarios (fusión de lingotes de hierro, acero, aluminio) de alto conteni-

do energético, y de bajo valor añadido. A su vez, la cuenca amazónica ya sido identificada por su potencial hidroeléctrico y se han dado las condiciones previas para la apropiación de los recursos naturales en la Amazonía: por un lado, almacenaba la disponibilidad de minerales y por otro, recursos como el agua para la producción de energía eléctrica. De esta manera, a la identificación del potencial de extracción mineral se suma la necesidad de aporte de electricidad y ambos se relacionan de manera inequívoca con la degradación ambiental.

### El reciente desempeño de algunos productos seleccionados para evaluación

En este estudio se seleccionaron seis productos primarios o semiprimarios caracterizados por un alto grado de producción hacia el mercado internacional. El **cuadro 3** presenta los datos de la evolución física de la producción y exportación de estos productos en el periodo 2000-2008.

Los datos muestran un aumento significativo de la producción de estos productos. En particular, la extracción de mineral de hierro presentó un crecimiento de 50,1% mientras la exportación se duplicó en el mismo período, alcanzando 72,7% de la producción en 2008, contra 54,8% en 2000. Sobre el destino de esta exportación, de acuerdo a datos de Sinferbase (Sindicato Nacional de las Industrias de extracción de hierro

y metales básicos), los principales países fueron China (34,2%), Japón (12,7%) y Alemania (9,1%).

Por su parte, la producción de celulosa creció un 70,1% mientras su exportación creció más del doble, con un incremento de 118,5%. La exportación de celulosa representó 54,3% de la producción en 2008, contra 42,3% en 2000. Las principales regiones de destino fueron Europa (40%), China (33%) y América del Norte (17%). También el papel presentó un aumento de 30,7% mientras su exportación alcanzó un 32%. En el caso de papel, el principal destino fue América Latina.

Con respecto a la producción de acero, el aumento de 21% fue acompañado por una exportación que se mantuvo estable. Lo mismo ocurrió con la producción de aluminio, con un aumento de 30,1% mientras su exportación también se mantuvo estable. Sólo la exportación de ferroaleaciones disminuyó en volumen, mientras que su producción creció 9%.

Los principales países de destino de los productos siderúrgicos brasileños fueron: Corea del Sur (13,7%), Estados Unidos (13,6%), Argentina (9,7%) y Taiwán (9%). Con relación a la exportación de aluminio primario, los principales destinos fueron Japón (27,3%), Suiza (23,4%), Estados Unidos (13,1%), Países Bajos (12,7%)

Cuadro 3: Evolución de la producción y exportación de productos primarios seleccionados en Brasil: 2000 – 2008

Sector	Producción (en miles ton.)		Exportación (en miles ton.)	
	2000	2008	2000	2008
Mineral de hierro	212.576	319.000	116.630	232.000
Acero	27.865	33.716	9.617	9.290
Ferroaleaciones	903	984	534	358
Aluminio	1.277	1.661	760	748
Celulosa	7.463	12.697	3.155	6.892
Papel	7.200	9.410	1.332	1.757

Fuente: MME/SGM. Anuario estadístico del sector metalúrgico, 2009.

BRACELPA-Asociación Brasileña de Celulosa y Papel. Informe Anual 2008/2009.

y Bélgica (11,1%). Por último, los Países Bajos (27%), Japón (22,8%), Argentina (10,7%), Estados Unidos (5,7%) y China (5,2%) fueron los principales destinos de la exportación brasileña de ferroaleaciones.

Por lo general, se han diversificado los destinos de las exportaciones de los productos primarios brasileños. En el mismo marco están ubicados países de economía avanzada (Estados Unidos, Japón, Europa), así como los países asiáticos (China y Taiwán), y hasta países de América Latina, como es el caso de la Argentina. La imagen de un enfrentamiento entre los países del Norte y del Sur con respecto a una redistribución internacional de trabajo, en que los últimos producen o que los primeros consumen, ya no es real.

Por otra parte, es importante tener en cuenta que el creciente aumento de los volúmenes de producción de estos productos también significó un aumento de la energía incorporada. En el desarrollo siguiente se definen los criterios para calcular las cantidades de energía incorporada en su producción y exportación.

### **Cálculo de la energía incorporada en la producción y exportación de estos productos**

Para el cálculo de la energía incorporada en la producción de los productos seleccionados para esta evaluación, se tomaron como referencia los

valores de consumo específico de cada uno de ellos.

Con este fin, se consideraron los valores de consumo específico que se utilizan en los documentos oficiales más recientes. La **tabla 4** muestra los respectivos indicadores de consumo específico de energía para cada uno de los productos seleccionados.

Para hacer esta evaluación más rigurosa, es necesario tomar en consideración algunas aclaraciones. La primera se refiere al hecho de que parte de la exportación de mineral de hierro se realiza en la forma de pellets. El consumo específico de electricidad en el procesamiento de mineral bruto en pellet es de 50 kWh/ton. Según informaciones oficiales (Sinopsis 2009 del MME), 50 millones de toneladas de pellets fueron producidas y exportadas en 2008.

Una segunda se refiere al hecho de que en la producción de aluminio en su forma primaria es necesario agregar los datos de consumo específico de energía (0,15 TEP/ton.) y de electricidad (300 kWh/ton.) en el procesamiento de la alúmina (refinación de la bauxita). Según informaciones oficiales (también extraídas del documento Sinopsis 2009 del MME), la producción de alúmina en 2008 fue de 7,8 millones de toneladas, de las cuales 4,56 millones fueron exportadas.

Tabla 4: Consumo específico de productos primarios seleccionados en Brasil

Productos	Consumo Específico de Energía (en TEP/ton.)	Consumo Específico de Electricidad (en kWh/ton.)
Mineral de hierro	0,027	20
Acero	0,55	550
Ferroaleaciones	1,5	7.260
Aluminio	1,7	15.200
Celulosa	0,4*	890
Papel		700

\* Consumo específico de energía del sector celulosa y papel (en su conjunto).

Fuente: MME. Balance energético nacional, 2009.

MME/SGM. Sinopsis 2009, 2010.

EPE/MME. Plano Decenal de expansión de energía 2019, 2010.

Una tercera aclaración está relacionada con la producción de acero. En Brasil su producción tiene lugar de dos formas distintas: en usinas integradas y en usinas semi-integradas. Los consumos específicos de las dos formas son bastante distintos. Mientras el consumo específico de energía en la fabricación de acero en usinas integradas es de 0,55 TEP/ton., en usinas semi-integradas es de 0,18 TEP/ton. Por su parte, mientras que el consumo específico de la electricidad en la fabricación de acero en usinas integradas es de 500 kWh/ton., en las usinas semi-integradas alcanza 1.700 kWh/ton. Hemos decidido utilizar los valores promedio de consumo específico, ya que se encuentra disponible la información con respecto a la producción y la exportación según la forma de fabricación de acero.

Por último, la producción de ferroaleaciones también presenta una amplia gama de consumo de electricidad, que va desde 2.800 hasta 13.500 kWh/ton, según el tipo de aleación producida (Fe Mn; Fe Si; Fe Cr; Fe Nb, entre otros). El consumo específico considerado en esta evaluación corresponde al promedio, que es también el valor considerado en los documentos oficiales. Desde estas consideraciones, es posible ahora calcular la energía contenida en los procesos de producción y en la exportación de cada uno de los productos primarios seleccionados. Los resultados de este ejercicio de investigación son presentados en el **cuadro 5**.

Con los datos obtenidos en esta evaluación, en comparación con los datos presentados en el cuadro 2 de este artículo, se observa que el consumo de energía en la Producción de estos productos corresponde al 19,1% del consumo total de energía en 2008 y el 36,6% del consumo de energía industrial en el mismo año. También se verifica que el consumo de electricidad de estos productos representa el 18,1% del consumo total de electricidad en 2008 y el 34,3% del consumo de electricidad industrial en este año. Son datos muy expresivos sobre la importancia de la escala de consumo energético de esta producción.

Con respecto a la energía incorporada en la exportación de estos productos, se observa que el consumo de energía corresponde al 41,2% del consumo total en la producción. A su vez, el consumo de electricidad incorporada en la exportación corresponde al 43,2% del consumo de electricidad en la producción de estos productos. Estos datos indican una participación excesiva pues, en términos energéticos, casi la mitad de la producción de estos productos se destina a la exportación.

En relación con la participación del consumo de energía incorporado en las exportaciones en el consumo total del país, los resultados también son impresionantes, ya que este consumo corresponde al 7,9% del consumo total de energía y el 7,8% del consumo total de electricidad.

***O sea, prácticamente un 8% de la energía consumida en Brasil sale del país incorporada en***

Cuadro 5: Energía incorporada en la producción y exportación de productos primarios seleccionados en Brasil - 2008

Productos	Energía Incorporada en la Producción		Energía Incorporada en la Exportación	
	Energía (en kTEP)	Electricidad (en GWh)	Energía (en kTEP)	Electricidad (en GWh)
Mineral de hierro	8.613,0	8.870,0	6.264,0	7.140,0
Acero	18.543,8	18.543,8	5.109,5	5.109,5
Ferroaleaciones	1.476,0	7.143,8	537,0	2.599,1
Aluminio	2.823,7	25.247,2	1.271,6	11.369,6
Celulosa	5.186,8	11.300,3	2.756,8	6.133,9
Papel	3.764,0	6.587,0	702,8	1.230,0
Total	40.407,3	77.692,1	16.641,7	33.582,1

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos de los cuadros 3 y 4.

***el mineral de hierro, en los productos siderúrgicos, en los lingotes de aluminio, en las barras de aleación de hierro, en el papel y la celulosa que son exportados.***

Esta energía contenida en estos productos no es una abstracción, pues se trata del agua utilizada en la generación hidroeléctrica, con el consecuente desplazamiento de las poblaciones que anteriormente habitaban el área, más la pérdida de biodiversidad, determinando a la vez injusticia social y prejuicios ambientales.

Tampoco es una abstracción si consideramos que también se trata de una electricidad generada en plantas termoeléctricas contaminantes. En términos energéticos más generales, para la producción de calor necesario para el proceso de producción de estos productos exportados se han utilizado enormes cantidades de petróleo combustible (fuel oil), de diesel, de kerosene, de gas licuado, de gasolina, de carbón, de coke y de gas natural, entre las principales fuentes de energía utilizadas.

En apariencia, esta energía no se ve. Pero exige más y más plantas de generación eléctrica, de refinerías, de instalaciones de conversión energética, de modo de garantizar la expansión de esta producción.

En Brasil, los documentos actuales de previsión de la demanda energética para los próximos años apuntan datos impresionantes. Allí se prevé que el país expandirá la extracción de mineral de hierro a 585 Mt en 2015, 795 Mt en 2022, hasta llegar a la escala impresionante de 1.098 Mt en 2030 (Plan Nacional de Minería 2030).

Según el Plan Decenal de Energía 2010-2019 (EPE/MME, 2010), respecto de la expansión de la producción del acero se estima una producción de 52.550 mil toneladas para 2014 y llegar a 72.312 mil toneladas en 2019. Para la producción del aluminio primario, está prevista una producción de 1.670 mil toneladas en 2014, y 2.070 en 2019. La expansión de la producción de ferroleaciones también es notable, con 1.490 mil toneladas en 2014 y 1.870 en 2019. Por último, para la expansión de la producción de celulosa, la previsión llega a 19.420 mil

toneladas en 2014 y 28.000 mil toneladas en 2019. Para la producción de papel, está prevista una producción de 13.100 mil toneladas en 2014, y 18.300 en 2019.

¿Qué dicen las previsiones y los planes del Gobierno brasileño? Por su parte, el Gobierno federal cree que está cumpliendo su misión de cuantificar las previsiones de demanda, y con base en las previsiones, crear las condiciones para garantizar el suministro de energía. De esta forma, el Gobierno se convierte en un rehén de las exigencias impuestas por los sectores productivos, sin abrir un espacio de discusión pública con respecto al propio perfil productivo.

Los Planes energéticos de los tiempos recientes acaban por crear un “ambiente” en el cual no hay escapatoria: quién planea surge como una víctima y un garante de su propio plan. O sea: garantizar la expectativa de la oferta sin intentar reflexionar y gestionar sobre ella. Esta manera de conducir la política energética robustece el cuento de que el mercado es la institución privilegiada y efectivamente orientadora las relaciones sociales, y del establecimiento de lo que debe o no debe ser producido, qué subsectores deben ser estimulados y que rúbricas deben ser puestas en marcha bajo la salvaguardia de un “plan nacional”.

Se deduce que la planificación se edificó por acuerdos sectoriales, y no necesariamente como resultado de un inventario y la mediación de intereses más amplios de la sociedad. El Plan destaca la racionalidad y la idoneidad del documento como un instrumento de adecuación de la política de Gobierno a las necesidades de la sociedad. En el documento se utiliza la racionalidad discursiva, neutral, con el consecuente expediente del amparo de la tecnología (también neutral) y la ciencia. Más bien tendría que ser guiado por una correcta señalización de todos los actores y partes interesadas en las acciones futuras para la atribución de las inversiones. En los hechos es notorio que no hay espacio para cuestionamientos.

## Consideraciones finales

El aumento de la intensidad energética de la industria, verificado en este estudio, puede explicarse por el crecimiento de las exportaciones de los productos analizados, debido al peso de estos productos en el consumo de energía, una vez que cualquier aumento de la escala de producción de este grupo de industrias determina un importante incremento en el consumo de energía del sector industrial y del país.

Esta trayectoria parece difícil de revertir en el corto y mediano plazo, debido a la falta de políticas industriales de largo plazo encaminadas a reorientar rutas tecnológicas y a la formación de cadenas productivas donde se puede agregar más contenido monetario y menos energía a los productos exportados.

En el mantenimiento de este perfil industrial, daños e impactos tienden a ir en aumento, por la necesidad de grandes proyectos de generación para satisfacer la demanda de energía de estos sectores.

Se debe buscar la aplicación de políticas públicas para establecer objetivos de reducir el consumo de energía a este grupo de industrias, a través de medidas para promover la modernización de las plantas productoras y

“Se debe buscar la aplicación de políticas públicas para establecer objetivos de reducir el consumo de energía a este grupo de industrias...”

la aparición de innovaciones para reducir el consumo de energía en el proceso de producción.

Las plantas intensivas en energía deben interrumpir las inversiones en el aumento de su capacidad de producción, para después reducir la escala de producción o redirigirlos al mercado interior. No se descarta, en algunas situaciones, el cierre de las actividades.

Pero lo esencial es que se abra un debate público sobre la política industrial y la política energética en el país. Este debate debe buscar reorientar el modelo de desarrollo para que sea menos intensivo en el consumo de energía, con una mayor justicia social y ambiental.

## Referencias bibliográficas

- » Bermann, C. (coord.). “¿Energía en Brasil: para qué y para quién?”. En: Bertinat, P. (org.). Escenarios energéticos en América del Sur, 2008.
- » BRACELPA-Asociación Brasileña de Celulosa y Papel. Informe Anual 2008/2009.
- » EPE/MME. Plano Decenal de expansión de energía 2019, 2010.
- » MME-Ministerio de Minería y Energía. Balance energético nacional, 2001.
- » MME- Ministerio de Minería y Energía. Balance energético nacional, 2009.
- » MME/SGM. Anuario estadístico del sector metalúrgico, 2009.
- » MME/SGM. Sinopsis 2009, 2010.
- » SECEX/MDIC, varios documentos, 2010
- » SINFERBASE-Sindicato Nacional de las Industrias de extracción de hierro y metales básicos. Informe anual 2008.