
CRISIS DE LA RACIONALIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN EL MERCADO DE COMBUSTIBLES EN EL ESTADO DE LA PARAÍBA

Ana Celecina Lucena da Costa Rangel

Maestría en Desarrollo y Medio Ambiente por la Universidad Federal da Paraíba (UFPB).
Especialización en Gestión ambiental por las Facultades Integradas de Jacarepaguá (FIJ)
E-mail: anaeluc@gmail.com

Belinda Pereira da Cunha

Post-doctora por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
Doctora en Derecho por la Pontificia Universidad Católica de São Paulo (PUC/SP).
Profesora y Coordinadora del Programa de Postgrado stricto sensu en Ciencias Jurídicas da
Universidad Federal de la Paraíba (UFPB).
E-mail: belindacunha@hotmail.com

Renan Aversari Câmara

Maestría en Desarrollo y Medio Ambiente Universidad Federal da Paraíba (UFPB).
Profesor de la graduación en Derecho de la Universidad Estadual da Paraíba (UEPB).
Email: a.c.renan@gmail.com

RESUMEN

El artículo pretende presentar un análisis introductorio de la temática, con el objetivo de examinar algunos de los principales aspectos relativos a la producción y consumo de la gasolina y del etanol, a nivel nacional y regional, particularmente en el estado de Paraíba, contraponiendo con la crisis ambiental puesta en la actualidad, basada en las enseñanzas de Enrique Leff. Se señala, conjuntamente: el crecimiento del número de vehículos en circulación en Brasil y en Paraíba, en el período de 1998 a 2016, relacionándolo tanto con el crecimiento de emisión de los gases de efecto invernadero como a; los costes de producción de la gasolina y el etanol, así como el precio para el consumidor final; a la formación de los precios de estos combustibles, con particular énfasis en la fiscalidad; y la sostenibilidad de la producción y el uso del etanol. Para ello, se realizó una investigación con una mirada exploratoria-descriptiva, comparativa, cuali-cuantitativa y bibliográfico-documental, asumiendo como técnica de análisis de datos el denominado análisis SWOT. Se concluye, entre otros aspectos, que la producción del etanol ofrece mayores ventajas cuando

comparada con la de la gasolina, debiendo ser estimulado su consumo masificado. Sin embargo, corresponde al sector sucroalcoholero hacer el mercado sostenible, principalmente en términos socioambientales. Permanecer del modo en que sólo agravará los síntomas de la actual crisis ambiental mundial.

Palabras claves: Medio ambiente; Crisis ambiental; Matriz energética; Sostenibilidad.

*RATIONALITY CRISIS AND SUSTAINABILITY IN THE MARKET OF
FUELS IN THE STATE OF PARAÍBA*

ABSTRACT

The article aims to present an introductory analysis of the theme, aiming to examine some of the key aspects of the production and consumption of gasoline and ethanol, at national and regional levels, particularly in the state of Paraíba, contrasting with the environmental crisis set in our times, based on the teachings Enrique Leff. Points together: the growing number of vehicles in circulation in Brazil and Paraíba from 1998 to 2016, relating to the growth of emissions of greenhouse gases; gasoline and ethanol production costs and the price to the end consumer; the formation of prices of these fuels, particularly with an emphasis on taxation; and the sustainable production and use of ethanol. For this, a survey was conducted with descriptive exploratory nature, comparative, qualitative and quantitative and bibliographic and documentary, taking as data analysis technique called a SWOT analysis. It is concluded, among other things, that the ethanol production offers major advantages when compared with gasoline and must be stimulated their mass consumption. However, it is the sugarcane industry make sustainable market, especially in social and environmental terms. Stay the way it is it will only aggravate the symptoms of today's global environmental crisis.

Keywords: Environment; Environmental crisis; Energy Matrix; Sustainability.

INTRODUCCIÓN

Una de las cuestiones reflexivas de la crisis ambiental de la actualidad, y hace mucho debatida, es la pertinente a la preservación y utilización racional de los recursos naturales, específicamente en lo que se refiere al uso de combustibles fósiles, entre los que se destaca el petróleo. El empleo frecuente de esta fuente de energía no renovable se da especialmente por su conversión en gasolina, para la industria y para los vehículos automotores.

Como reflejos negativos sobre el ecosistema, originados por el uso indiscriminado de este insumo, se puede mencionar la emisión a la atmósfera de los denominados gases de efecto invernadero (GEI), provocadores, entre otros efectos, del calentamiento global y de la contaminación de los suelos y del agua.

Los resultados ya compilados y anunciados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI, 2014), relativos a las estimaciones de emisiones de gases de efecto invernadero, demuestran un crecimiento de estas, especialmente en el sector energético (debido, entre otros factores, a la quema de combustibles y emisiones fugitivas de la industria de petróleo, gas y carbón mineral), de 187,739 millones de toneladas en 1990 a 446,154 millones de toneladas en 2012.

Frente a eso, la racionalidad económica, derivada de una economía neoliberal, acaba por permitir prácticas dañinas, contaminantes y degradantes al medio ambiente, ya que las reglas de mercado siempre se utilizan de medios menos costosos, con el fin de maximizar los beneficios, el resultado económico también desencadena un riesgo ambiental mediano o inmediato.

La máxima de los agentes económicos involucrados en este mercado es: internalizar las ganancias y externalizar los costos, por la inducción al consumo de bienes y servicios dañinos no sólo a la preservación y protección del medio ambiente, sino que a sus respectivos recursos naturales también.

Una de las alternativas viables a un cambio estructural en ese sector y promotora de desarrollo sostenible se da por el estímulo e intercambio en la producción y consumo del petróleo, gas y carbón mineral por los combustibles renovables y de baja emisión de carbono, a ejemplo del etanol.

Como bien asegura Grisoli (2011), diversas iniciativas están

en desarrollo con el fin de indicar factores de sostenibilidad a los biocombustibles, de forma que puedan cumplir su propuesta de suplir la matriz energética del sector, contorneando las externalidades negativas que vengán a impactar el medio ambiente.

De hecho, y según se desprende de diversos estudios en el área, este recurso natural, junto con otras modalidades de recursos renovables, se presenta económica, social y ambientalmente más viable en comparación con la persistencia en la utilización de recursos no renovables, como el petróleo, que, aunque promuevan el crecimiento económico, comprometen la continuidad de la existencia de una vida sana en el planeta.

La ciencia moderna ha permitido un considerable aporte de conocimiento científico que demuestra la fragilidad y los límites de la tierra, que llevó “millones de años para producir sus variados recursos naturales”, no obstante ya no soporta el nivel actual de contaminación a que está sometida (NEGRET, 2001, p. 107).

Así, este artículo pretende presentar un análisis introductorio de la temática, con el objetivo de examinar algunos de los principales aspectos relativos a la producción y consumo de la gasolina y del etanol, a nivel nacional y regional, particularmente en el estado de Paraíba, contraponiendo con la crisis ambiental puesta actualmente, como se basan en las enseñanzas de Enrique Leff.

Entre los objetivos específicos, se presentan los siguientes:

- Presentar el crecimiento del número de vehículos en circulación en Brasil y en Paraíba, en el período de 1998 a 2016 (apenas los modelos movidos a gasolina y etanol), con el fin de relacionar esos datos con el crecimiento de emisión de los gases de efecto invernadero;

- Delinear los costes de producción de la gasolina y del etanol, así como el precio al consumidor final;

- Enunciar la formación de los precios de esos combustibles, en particular del etanol, con particular énfasis en la tributación (Impuesto sobre Operaciones Relativas a la Circulación de Mercancías y sobre Prestaciones de Servicios de Transporte Interestatal e Intermunicipal y de Comunicación (ICMS), principalmente);

- Analizar la sostenibilidad de la producción y el uso del etanol, con base en el análisis SWOT (siglas en inglés para Strength, Weakness, Opportunities y Threats); y

- Trazar un paralelo entre esos puntos y la actual crisis ambiental

en el sector energético.

La investigación, con un marco exploratorio-descriptivo, comparativo, cualitativo-cuantitativo y bibliográfico-documental (GIL, 2008), asumió como técnica de análisis de datos el denominado análisis SWOT, por la investigación, respectivamente, de las fuerzas, debilidades, oportunidades y amenazas relacionadas a la producción del etanol (JANNUZZI; GOMES, 2009), demostrando el potencial de este combustible para la reducción de las externalidades producidas por el consumo de la gasolina, así como sus aspectos negativos, para dar concordancia lógica con el contenido teórico expuesto en el trabajo, enfocado en aspectos pertinentes y adecuados al estudio, a ejemplo de la racionalidad ambiental, la crisis ambiental, la sostenibilidad, la economía ecológica, entre otros.

Se cree, por fin, que la investigación contribuye científicamente de forma empírica y multifacética, influyendo en la percepción de los sectores económicos elegidos, del consumidor final, del Estado o, de una forma global, de toda sociedad.

1. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN BRASIL Y EN EL ESTADO DE PARAÍBA

En un primer plano, es menester listar el número de automóviles en circulación en Brasil, dato necesario para demostrar la escala y la importancia del estudio.

Para esto, fue seleccionada, entre los números actualizados hasta diciembre de 2016, suministrada por el Departamento Nacional de Tráfico (DENATRAN), únicamente la clase de vehículos flex-fuel, excluyendo motos, tractores, autobuses, camiones, entre otros. Por lo tanto, para esta agrupación, han sido seleccionados exclusivamente vehículos a motor clasificados como categoría B (coches) por el Código de Tráfico Brasileño (CTB).

Determinado eso, se tiene el número de coches en circulación en Brasil, en el año 1998, que totalizaba 17.819.843; en diciembre de 2016, alcanzó el nivel de 51.296.982 (DENATRAN, 2017). En este período, en el Estado de Paraíba, el número pasó de 124.187 a 483.927 automóviles (DENATRAN, 2017).

Es válido señalar que hasta el año 2003, cuando la flota nacional era de unos 23 millones de automóviles (169.440 en Paraíba), todavía no estaban en circulación los coches con tecnología *flex*, teniendo el

consumidor que optar, exclusivamente, por vehículos movidos a alcohol o a gasolina. Anteriormente a la implementación de esa tecnología, la industria automovilística del etanol acababa siendo suprimida.

Con el fin de la crisis del petróleo y el aumento de la extracción nacional a principios de los años 90, hubo un incentivo sin precedentes a la industria petrolera brasileña. Tal hecho acabó por desvanecer la producción del etanol hasta la inserción (y consolidación) en el mercado de los automóviles con tecnología *flex*. Con este advenimiento tecnológico, el consumo del etanol se volvió más tangible; sin embargo, no suplantó el de la gasolina, como constatado a continuación.

Por lo que se refiere al aumento de la flota de automóviles, hubo el aumento de la emisión de dióxido de carbono (CO₂) y de los gases de efecto invernadero, según datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD).

Así, reflejando un fenómeno mundial, Brasil pasó de cerca de 271 millones de toneladas de CO₂, en 1998, a 476 millones de toneladas de CO₂ en 2014, restando notoria la linealidad de la participación de este sector en el volumen de emisiones estimado. De idéntico modo, aunque con un porcentaje mucho menos expresivo, los gases de efecto invernadero pasaron de 709.934 mil toneladas, en 1998, a un poco más de 1 millón de toneladas en el año 2012 (OECD, 2017).

En el año 2016, según datos de la Agencia Nacional del Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles (ANP), el volumen de etanol vendido en el territorio nacional llegó a 14.586 millones de litros, mientras que se consumieron más de 43.019 mil millones de litros de gasolina del tipo C. En el estado de Paraíba, en el año de 2015, el nivel de consumo del etanol llegó a los 131 millones de litros, contraponiéndose a los 662 millones de litros de gasolina (ANP, 2017). Se revela, así, una enorme discrepancia en el patrón de consumo de dichas matrices energéticas.

Sin embargo, según datos extraídos de la ANP (2013), a partir de la inserción y consolidación de los motores con tecnología *flex* en el mercado, en 2004, se detectó la elevación del consumo del etanol hidratado en todos los Estados brasileños.

Actualmente, se constata una considerable disminución en las ventas debido a políticas de inducción al consumo de la gasolina, por directrices economicistas influenciadas por la industria del petróleo. Además, la crisis en el sector sucroalcoholero y la falta de inversiones necesarias para su superación, a partir del año 2009, causaron el aumento

de los precios en todas las fases del producto, así como la retracción en el consumo del etanol, impidiendo que la producción acompañó la demanda (ANP, 2013).

Esto acaba por evidenciar que el consumo de determinado producto, aunque ambientalmente menos impactante, no se constituye como una cuestión de ética, sino, de hecho, como una condición económica.

En cuanto a esta constatación, Leff (2004b) resalta un aspecto relevante de la crisis ambiental actual, en la que no existe ninguna consideración del medio ambiente por parte del agente económico, que, buscando apenas maximizar las ganancias a corto plazo, extrae y transforma destructivamente los recursos naturales, estimulando el hiperconsumo, hacia a mercados y / o a productos específicos, aunque sean insostenibles.

La racionalidad económica impuso un patrón de producción y consumo tendientes a satisfacer necesidades engañosas, creadas por el propio sistema económico, derivadas de la superexplotación de los recursos renovables o no (LEFF, 2004b), corrompiendo al hombre y la sociedad en su relación intrínseca con el ambiente.

Sin embargo, se hace urgente una quiebra de paradigma del sector energético, por la implementación de incentivos masivos a la producción y consumo del etanol y de otros insumos ecológicamente correctos, sustitutivos de la gasolina, no sólo por el hecho de que ese ser un recurso natural renovable, sino principalmente en función de la sostenibilidad inherente a él, bajo todos los aspectos (social, económico y ambiental), los cuales serán adelante explicitados.

Como ejemplo, en cuanto al coste de producción, según la Asociación de los Plantadores de Caña de Azúcar de Paraíba (ASPLAN-PB, 2017), el coste promedio de producción del etanol brasileño sigue siendo el menos costoso del planeta, girando alrededor de US \$ 0,18 (cerca de R \$ 0,56, con la cotización del dólar comercial de febrero de 2017). Sin embargo, cabe resaltar que el costo de producción del etanol es variable a cada cosecha.

Según el Petróleo Brasileiro S.A (PETROBRÁS, 2017) el coste de producción de la gasolina del tipo C ocurre en torno al 30% (treinta por ciento) del valor final de venta, cerca de R \$ 1,125 el litro (ANP, 2017), En el caso de la gasolina de tipo C, que es el 70% (setenta por ciento), ya contabilizado el coste de producción, se percibe la viabilidad económica de la sustitución del segundo, por la primera modalidad de combustible.

Además el precio bruto de la producción del etanol es

considerablemente inferior al de la gasolina, el valor porcentual relativo a la tributación de esos combustibles también resultan muy divergentes, a ejemplo de lo que ocurre en el estado de Paraíba (1996).

En relación a la gasolina, inciden los siguientes tributos: el Programa de Integración Social y la Contribución para Financiamiento de la Seguridad Social (PIS / COFINS), en el porcentaje del 8% (ocho por ciento), la Contribución de Intervención en el dominio económico (CIDE) , en el porcentaje del 2% (dos por ciento) y el Impuesto sobre Operaciones Relativas a la Circulación de Mercancías y sobre Prestaciones de Servicios de Transporte Interestatal e Intermunicipal y de Comunicación (ICMS), en el porcentaje de 29% (veintinueve por ciento) , además de los costes del etanol anhidro, en el porcentaje del 14% (catorce por ciento) y de las operaciones de distribución y / o reventa, en el porcentaje del 17% (diecisiete por ciento). (PETROBRAÁS, 2017). En cuanto al etanol, no hay incidencia de PIS / COFINS ni de la CIDE, sino sólo el ICMS, a una alícuota del 25% (veinticinco por ciento).

Con el precio bruto de producción, se suman los dividendos en concepto de ganancia de distribución y reventa, así como la tributación, para llegar al precio final del combustible para el consumidor.

En particular, en el estado de Paraíba, los datos divulgados por la Agencia Nacional del Petróleo (2017) corroboran con las informaciones anteriormente citadas, pues, para la composición del precio final del etanol, se percibe que los costes relativos a la tributación y la producción son sustancialmente inferiores , en comparación con los de gasolina. Y aunque los gastos referentes a la distribución y la reventa del etanol permanezca más alto que los practicados para la gasolina, cuestan, en promedio, un real menos por litro.

Brasil ocupa una posición destacada en la producción del etanol de caña de azúcar, principalmente por el balance energético más favorable, así como por los bajos costos de producción, especificados anteriormente, lo que le garantiza el título de mayor exportador de ese biocombustible (GRISOLI, 2011).

A pesar de ello, a título ilustrativo, cabe señalar que en el estado de Paraíba, en el mes de febrero de 2017, según la ANP (2017), el precio medio del etanol era de R \$ 2,864, mientras que el precio medio de la gasolina en aquel el período estaba cotizado a R \$ 3,749. También ocurre en los demás estados, donde, en oposición al costo de producción, el precio destinado al consumidor final del etanol opera por encima del 70% del

precio final de la gasolina, direccionando de esta forma al consumo de éste.

De esta forma, se verifica la predilección por el consumo de la gasolina del tipo C, en detrimento del etanol hidratado, permitiendo inferir, así, que, a pesar de que el costo de su producción es más atractivo, en términos financieros, el aumento del precio al consumidor final acaba desestimulando su consumo.

Las influencias externas del mercado, así como las presiones de grupos económicos y sus intereses en la industria del petróleo, hacen la oferta final al consumidor de la gasolina más apacible, ajustándose a la lógica del mercado de acumulación capitalista, inductora y modeladora de la demanda y, de la atención de las “necesidades” de la sociedad (LEFF, 2004a).

Esta conducción manoseada de la producción y del consumo, no restringida al sector energético, revela el comportamiento inescrutable de los agentes económicos, acorde con un trato mercantilizado de los bienes ambientales, y revelador de una crisis ambiental sin precedentes que, compromete las condiciones de existencia de la humanidad.

Ante todo, Enrique Leff propone la redefinición del sistema económico vigente para una economía ecológica, que se atenta críticamente hacia la “degradación ecológica y energética resultante de los procesos de producción y consumo”, y sujeta “el intercambio económico a las condiciones del metabolismo general de la naturaleza “ (LEFF, 2004a, p. 44).

2. ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO DEL ETANOL

Entre los efectos derivados de la producción del etanol, denominados externalidades, se pueden enumerar los más relevantes, para legitimar la inducción de su consumo en el mercado. Esto puesto, lo que se busca es la mantención del correcto equilibrio ambiental, conforme a los dictámenes enumerados en el art. De la Constitución Federal (BRASIL, 1988). De otra forma, no existiría razón para el favorecimiento de un producto tan dañino al ambiente como el actualmente predominante, derivado del petróleo.

En este aspecto, Paixão y Fonseca (2011, p. 53) establecen, con propiedad, el significado de la vertiente sustentabilidad, bajo la óptica económica, que “implica buena gestión de los recursos naturales, asociada

a la minimización de los costos provocada por el uso de estos recursos para garantizar perennidad al proceso productivo”.

Tras eso, es imperativo conocer los principales aspectos (positivos y negativos), en lo que se refiere a la producción del etanol, y las medidas a tomar para elevar el grado de sostenibilidad.

Conforme enuncian Paixão e Fonseca (2011), la mayor preocupación del sector sucroalcoholero brasileño consiste en la eliminación de la quema de la caña de azúcar en la fase agrícola, pues, a pesar de ser la forma de manejo más favorable al trabajador rural, recurso predominante en esta fase de la producción, alude a externalidades ambientales negativas gran relevancia, tales como la destrucción y degradación de ecosistemas, daños a las características físicas del suelo, liberación de gases y partículas contaminantes, además de emisión de GEI en la atmósfera (PAIXÃO y FONSECA, 2011).

De acuerdo con los mismos autores, el cambio procedimental resulta en un factor económicamente ventajoso para su producción, pues, además de la cosecha de la caña *in natura*, representa una resolución potencial para el problema de las externalidades ambientales negativas generadas en el proceso de la quema, resulta en otras ganancias económicas significativas, porque, a ejemplo del orujo, otras sobras y residuos de la planta, como puntas y pajas, pueden ser utilizadas como insumo en la cogeneración de energía eléctrica (PASIÓN y FONSECA, 2011).

En lo que toca a la liberación de GEI, el volumen producido y depositado en la atmósfera inherente a la combustión de biomasa residual de la caña *in natura* cosechada para producción de energía eléctrica es equivalente a la emisión relativa de la quema de aquella biomasa en el campo, tras la cosecha. De esta forma, la alternativa de la quema para la producción de electricidad es preferible, ya que se muestra como una externalidad positiva e importante, la cual es completamente inexistente en la opción de la quema en el campo (PAIXÃO y FONSECA, 2011).

En este sentido, en el año 2002 el Gobierno Federal oficializó el Programa de Incentivo a las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica (PROINFA), determinando que la contratación, por las Centrales Eléctricas Brasileiras SA (ELETROBRAS), de al menos 3.300 *megawatios*, sea de energía proveniente de energía fuentes renovables.

Según la ÚNICA, en 2008 el sector sucroalcoholero brasileño, utilizando el proceso de generación de energía eléctrica a través de la quema de la biomasa de la caña, fue responsable, en el marco de ese programa,

por negociar casi 2.500 *megawattios* de energía eléctrica (ÚNICA, 2009).

Esto muestra que los subproductos derivados de la caña de azúcar han elevado su participación en la matriz energética, y, desde 2007 se convirtieron en la segunda fuente primaria de energía eléctrica en el país (PAIXÃO y FONSECA, 2011).

De forma complementaria, el empleo de las estructuras de tráfico controlado (ETC), en sustitución de la quema de la caña, permite la recolección de la caña *in natura* en terrenos con acento de hasta un 40% y consumen menos diesel por hectárea, disminuyendo las emisiones de gases precursores de efecto invernadero y de gases contaminantes y partículas.

Delante de estas consideraciones, se puede enaltecer la eliminación del tetraetilo de plomo de la gasolina, por su sustitución por el etanol hidratado.

En lo que se refiere al uso del agua, considerable parte del riego es hecha por la lluvia (MACEDO, 2007). De este ocurrido, se extrae que la poca demanda de agua es un factor importante para la reducción de impactos ambientales, lo que acaba por evitar arrastre de nutrientes, residuos de agrotóxicos, pérdidas de suelo, etc. (JANNUZZI y GOMES, 2009). Otro aspecto a ser citado es la total utilización de los residuos de la producción (viña y cenizas) en el proceso de la irrigación del cultivo, reduciendo la necesidad de consumo de agua.

Se observa que existen excepciones a esta práctica, así como cuando ocurre el incremento de áreas para la plantación de la caña, especialmente para regiones con déficits pluviales acentuados. La irrigación de la caña de azúcar es una práctica común en los estados de la región Nordeste; sin embargo, la producción, en la fase industrial, figura como la mayor consumidora de agua del medio ambiente (JANNUZZI E GOMES, 2009).

La utilización de la vinaza como fertilizante, aunque reduzca el consumo de agua, tiene el potencial de provocar la salinización de las capas freáticas por la lixiviación de sus elementos, así como ocasiona la nitrificación del suelo. De esta manera, aunque la vinaza sea un subproducto orgánico y que contiene agua y nutrientes minerales, necesita tener su uso controlado (JANNUZZI E GOMES, 2009).

Como forma de eludir tales situaciones, se enuncian algunas medidas dirigidas a la sostenibilidad del sector sucroalcoholero en el agua. Se debe tener en cuenta la práctica de la reconversión de los sistemas de riego por superficie, que figura como el principal método de riego utilizado

en el país, mostrando un aprovechamiento muy bajo. En el caso de las regiones con *déficits* pluviométricos, la irrigación puede presentarse de manera ambiental y económicamente viable, mientras se utilicen métodos que primen por la eficiencia, tales como los que emplean equipajes de mayor facilidad de control, los que indican el manejo adecuado de los sistemas de irrigación por superficie y los que incluyen sistemas para una mayor uniformidad de aplicación de agua (por aspersión) y la irrigación localizada (por goteo y microaspersión, por ejemplo) (JANNUZZI y GOMES, 2015).

También debe tenerse en cuenta el fomento de la reducción de la cosecha uso y lanzamiento del agua. Alrededor del 90% (noventa por ciento) de su uso ocurren en cuatro procesos: lavado de caña, condensadores / multichorros en la evaporación y vacíos, enfriamiento de dornas y condensadores de alcohol. El uso de agua en el lavado de la caña, alrededor de 5 metros cúbicos por tonelada, puede reducirse con la limpieza en seco. Hay la posibilidad de alcanzar valores cercanos a 1 metro cúbico de agua por tonelada de caña, con optimización de la reutilización y uso del agua residual agregada de la vinaza para la irrigación (denominada de fertirrigación) (JANNUZZI E GOMES, 2015).

Tanto la humedad como la compactación del suelo son factores directamente relacionados con el tiempo de vida útil del cultivo de caña de azúcar. Los sistemas de control de tráfico y la práctica de la siembra directa son resueltos para dichos parámetros de producción. En el caso de las aguas residuales, se observó un aumento en la precipitación pluviométrica, una disminución en la compactación de los suelos y en la ocurrencia de las precipitaciones (pérdidas de suelo, nutrientes y agua), así como la disminución en el uso de herbicidas y fertilizantes (JANNUZZI E GOMES, 2015).

Otra problemática resultante de la plantación de la caña es la relativa a la expansión de las áreas de producción, pues, conforme a Nassar et al (2010), los cambios del uso del suelo resultantes de la expansión de la plantación de la caña ocurren cuando esta cultura sustituye un área antes destinada a la región otras actividades o vegetación. Según los investigadores, tal expansión ocurre principalmente en áreas de pastizales, otrora destinadas a la producción agropecuaria u otras culturas, reduciendo los efectos sobre las vegetaciones nativas. Todavía en Nassar et al (2010), según levantamiento realizado entre los años 2005 y 2008, la producción de etanol creció de 16 a 27 mil millones de litros por año, lo que acarreo

un aumento de 2,4 millones de hectáreas de área de crecimiento, cultivo de caña. Dentro de este avance, la sustitución directa de áreas nativas fue de 9.700 hectáreas, y de 181.000 hectáreas, indirectamente.

El estado de São Paulo salió a la vanguardia para solucionar el avance de la plantación de caña sobre áreas nativas, creando la zonificación agroambiental, que disciplina la expansión y la ocupación del suelo, incluso sobre la creación de corredores de biodiversidad (COSTA; GUILHOTO, 2011).

Jannuzzi y Gomes (2009, p. 14) así establecen el significado de corredor de biodiversidad:

Es un área estratégicamente destinada a la conservación ambiental a escala regional. Se comprende una red de áreas protegidas, entremezclada por áreas con variables de ocupación humana. El manejo se integra para ampliar la posibilidad de supervivencia de todas las especies, el mantenimiento de procesos ecológicos y evolutivos y el desarrollo de una economía regional basada en el uso sostenible de los recursos naturales. En áreas de alta fragmentación forestal, como la Mata Atlántica, los Corredores de Biodiversidad también tienen por objetivo la recuperación y conexión de los fragmentos de bosques. Así, se espera vencer el aislamiento de las áreas protegidas y ampliar la conectividad de los ambientes nativos, permitiendo el tránsito de las especies de flora y fauna entre los remanentes.

Frente a eso, se verifica que bajo el aspecto ambiental la producción de etanol es sostenible, si se compara con otras matrices energéticas, y que las interurrencias en el sector pueden ser adecuadamente sanadas, a depender de la adopción de medidas mitigadoras por parte de sus productores. En el aspecto social, y considerando el progreso tecnológico, que potencialmente provoca reducciones de empleo por la utilización de mecanización agrícola, se verifica que la expansión del sector involucra el aumento global y mejora en la calidad de los empleos (VIEIRA; LIMA; BRAGA, 2017).

De acuerdo con el 2º Informe de Sostenibilidad del sector sucroenergético, publicado por la Unión de la Industria de la Caña de Azúcar (ÚNICA), el sector sucroalcoholero desempeña un papel estratégico en el fomento de puestos de trabajo a nivel nacional. En el año 2008 se contabilizaron 1.283.258 de empleos formales, siendo: 481.662 de trabajadores relacionados con el cultivo de la caña de azúcar, según la Relación Anual de Información Social (RAIS) del Ministerio de Trabajo

y Empleo (MTE). 561.292 insertados en las fábricas de azúcar en bruto; 13.791 destinados al refinado y molienda de azúcar; y, finalmente, 226.513 trabajadores que operan en la producción de etanol (ÚNICA, 2015).

Por estimación, el informe todavía afirma que para cada empleo directo se generan dos indirectos. De esta manera, se alcanza la marca de 3,85 millones de personas asignadas en empleos relacionados a la producción de la caña de azúcar. Se señala, además, que tales empleos directos componen una gran diversidad de funciones, cargos y especializaciones. En promedio, una planta estándar tiene cerca de 400 cargos, variando desde el trabajo manual hasta funciones bastante cualificadas, ya sean en las áreas técnicas y/o administrativas (ÚNICA, 2015).

En cuanto a los efectos directos e indirectos de la generación de empleo y renta por el sector sucroalcoholero, el informe arriba mencionado, presentando datos del IBGE de 2009 en cuanto a los impactos socioeconómicos, enaltece que, en lo que toca al trabajador de actividades manuales, el índice de empleos formales alcanzó el nivel del 79,6%. Esto puesto, insta concluir que el impacto social de la actividad cañaveral en Brasil no debe ser evaluado sólo por los empleos generados. De igual importancia, se observa que el sector, extendido por buena parte del territorio nacional, funciona como un descentralizador de renta y contribuye a la distribución regional de la riqueza, una vez que esta actividad está presente en 25 de los 26 estados brasileños, abarcando 1.042 municipios, y sumando casi el 20% de la totalidad de los municipios brasileños (ÚNICA, 2015).

En cuanto a la escolaridad, la media de los asalariados en la labranza de la caña de azúcar sigue siendo baja, aunque se haya constatado un aumento relevante en los últimos años. De acuerdo con los datos del IBGE de 2009, el período de actividad escolar de esos trabajadores es, en promedio, de 4 a 5 años. Este resultado explicita que el sector sucroalcoholero es responsable de la inclusión en el mercado de trabajo de una masa de mano de obra que difícilmente sería absorbida en otras ramas de la actividad económica. En este aspecto, se puede enaltecer que el aumento de la mecanización implica un crecimiento en la demanda por profesionales más cualificados. Para ejemplificar, se tiene que una cosechadora mecánica sustituye el trabajo de cerca de ochenta personas con baja calificación; sin embargo, necesita de doce trabajadores con capacitación técnica en automatización y mecanización (ÚNICA, 2015).

Sobre la masa salarial, aún en el 2º Informe de Sustentabilidad del

sector sucroenergético publicado por ÚNICA, se destaca que la escolaridad influye directamente en los salarios del trabajador del sector. De esta forma, para evaluar el encuadramiento de la remuneración de los trabajadores en las plantaciones de caña, se hace necesaria una comparación a los empleados de otras culturas. Frente a eso, entre los años 2007 y 2009 se ha constatado que los trabajadores de los cañaverales, detenían un ingreso promedio de R\$ 721,58, por debajo únicamente del trabajador de las granjas de soja (media de R \$ 905,33), donde predomina alto grado de mecanización, y que, por lo tanto, demandan mano de obra más cualificada. En otras culturas (café, arroz, maíz y mandioca), el trabajador rural tiene peor remuneración, en comparación al empleado del sector sucroalcoholero (ÚNICA, 2015).

Aún así, cabe destacar que hay pocos estudios y cuidados detallados por parte de los empleadores del ramo, en cuanto al cumplimiento de las normas de salud y seguridad del trabajo, principalmente en cuanto al cumplimiento de la Norma Reguladora (NR) nº 31 (VEIGA FILHO, 2007), del Ministerio de Trabajo y Empleo, que trata específicamente de los trabajadores que trabajan en la agricultura (BRASIL, 2005).

En todo lo expuesto, el análisis SWOT realizado por Jannuzzi y Gomes (2009), puntualiza algunos aspectos acerca de las ventajas, desventajas, soluciones sostenibles y potencialidades de riesgo a ser rodeadas por el sector sucroalcoholero, entre las que cabe destacar:

Ventajas:

- Coste total de producción reducido, en relación con el coste de producción de la gasolina;
- Menor incidencia tributaria, en comparación con la gasolina;
- Ninguna o poca necesidad de riego;
- Reutilización / reciclado de gran parte del agua utilizada para la siembra;
- Reciclaje integral de los efluentes industriales (vinaza, tarta de filtro y agua residual);
- Legislación de control y de prohibición de la práctica de la quema;
- Mayor preservación de los suelos en relación con otras culturas;
- Disponibilidad de tierras;
- Menor uso de defensivos/fertilizantes en relación a otras culturas (fertirrigación y optimización);
- Zonificación agroambiental en el estado de SP;
- Fomento de puestos de trabajo a nivel nacional;

- Mayor formalización de los contratos de trabajo;
- Menor necesidad de cualificación profesional; y
- Media de la renta salarial superior a la de otros productos del agro negocio nacional

Desventajas:

- El precio final al consumidor es superior al 70% del precio final de la gasolina;
- Cambios estructurales del suelo (pérdidas de agua, nutrientes, suelo, salinización, acidez);
- Alta captación de agua durante la fase industrial;
- Contaminación atmosférica (contaminantes y hollín), resultante de las quemaduras y de la mecanización agrícola;
- Fallas de fiscalización (quemadas y vinaza);
- Compactación del suelo;
- Salinización y contaminación de las sábanas y manantiales (vinaza, fertilizantes y defensivos agrícolas);
- Enjuagues y asentamiento;
- Fragmentación de hábitats y reducción de biodiversidad; y
- Falta de cumplimiento de las normas de salud y seguridad del trabajo en el sector. Soluciones sostenibles:
- Estímulo a la competitividad interna y externa frente al mercado petrolero;
- Planto directo;
- Uso de ETC's (presupone cosecha de la caña in natura);
- Agricultura de precisión;
- Tecnología de la información;
- Uso controlado de la vinaza;
- Corredores de biodiversidad;
- Reducción de la cosecha, uso y lanzamiento de agua;
- Mejoramiento genético;
- Hidrólisis enzimática y ácida;
- Concentración térmica y biodigestión de la vinaza;

- Zonificación agroambiental nacional;
- Institución, en el ámbito laboral, de Servicio Especializado en Seguridad y Salud en el Trabajo Rural (SESTR) y de Comisión Interna de Prevención de Accidentes del Trabajo Rural (CIPATR), atendidas las especificidades de la Norma Reguladora nº 31, del MTE (BRASIL, 2005).

Potencialidad de riesgo a ser contorneada:

- Disminución del monopolio de las zonas agrícolas utilizadas para la producción de etanol;
- Efectos acumulativos del uso del suelo y de los implementos agrícolas;
- Depleción de recursos hídricos: aumento de la demanda por irrigación en áreas con déficit hídrico y del uso industrial de agua;
- Aumento del uso de defensivos agrícolas y fertilizantes inorgánicos;
- Desplazamiento de cultivos y pastos;
- Riesgos de degradación y quema de áreas de reservas; y
- Mayor cualificación profesional de los trabajadores.

CONSIDERACIONES FINALES

Observado el escenario socioeconómico y ambiental en que se encuentra insertada la producción y el consumo del etanol, sintéticamente analizado en este artículo, se puede afirmar con serenidad que tanto la producción y el consumo de este producto ofrece más ventajas cuando comparado con los combustibles de origen fósil como la gasolina.

Aunque el etanol es un recurso natural renovable, la búsqueda de mejoras en las etapas de producción, en especial en el aspecto socioambiental, para hacerla aún más sostenible, hace que esa fuente de energía posea el potencial de reducción de los impactos ambientales resultantes de una matriz de transporte global mayoritariamente compuesta por combustibles derivados del petróleo, a ejemplo de la gasolina, pudiendo así convertirse en competitiva frente a ésta.

Para ello, es necesario subrayar el papel relevante del Estado, que, velando por la protección ambiental, debe elaborar y ejecutar políticas públicas ambientales que apunten al desarrollo sostenible en el sector

energético, no sólo reduciendo la carga tributaria para la producción y consumo del etanol, como también desestimulando actividades potencialmente perjudiciales para el medio ambiente, a ejemplo de la producción y consumo de la gasolina, y, por lo tanto, fomentar prácticas ambientalmente sostenibles.

Así, utilizando esta herramienta, es posible que el Estado consiga inducir una práctica “verde” de las actividades económicas, promoviendo el desarrollo sostenible y también a la protección del medio ambiente.

Además, se hace necesario un cambio cultural de la sociedad en cuanto a la concientización y movilización de frentes sostenibles de consumo. Obviamente, el papel de las empresas del sector y del Gobierno en esa área será relevante para que las iniciativas particulares de rechazo o boicot al consumo de la gasolina puedan ser efectivamente tomadas.

Por último, es importante promover la discontinuidad del estímulo a la producción y el consumo de esa energía no renovable, que, en el formato actual, revela uno de los matices de la crisis ambiental mundial, cuyos axiomas fundamentales están en la distorsión de los valores, la degradación ambiental y la maximización exacerbada de los beneficios.

REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO DOS PLANTADORES DE CANA-DE-AÇÚCAR DA PARAÍBA. *Custo do etanol no Brasil ainda é o mais baixo do mundo*. Disponível em: <<http://asplanpb.com.br/2014/11/10/custo-do-etanol-no-brasil-ainda-e-o-mais-baixo-do-mundo/>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. *Consumo de combustíveis no Brasil caiu 4,5% na comparação entre 2015 e 2016*. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/noticias/3585-consumo-de-combustiveis-no-brasil-caiu-4-5-na-comparacao-entre-2016-e-2015>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. *Dados estatísticos*. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/dados-estatisticos>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. *Evolução do mercado de combustíveis e derivados: 2000-2012*. Rio de Janeiro: ANP, 2013.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. *Síntese dos preços praticados - Brasil*. Disponível em: <http://anp.gov.br/preco/prc/Resumo_Semanal_Combustiveis.asp>. Acesso em: 01 mar. 2017.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 01 mar. 2017.

BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito. *Estatísticas da frota de veículos – 2016*. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/261-frota-2016>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

BRASIL. Lei n.º 9.503, de 23 de setembro de 1997. *Institui o Código de Trânsito Brasileiro*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503Compilado.htm>. Acesso em: 01 mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. *Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil*. 2. ed. Brasília, DF, 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora 31 – Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura*. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/manuais/legislacao/NR-31.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

BRASIL. Petróleo Brasileiro S.A. *Gasolina: composição de preços ao consumidor*. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/composicao-de-precos/gasolina/>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

COSTA, Cinthia Cabral da; GUILHOTO, Joaquim José M. O papel da tributação diferenciada dos combustíveis no desenvolvimento econômico do estado de São Paulo. *Economia Aplicada*. Ribeirão Preto-SP, v. 15, n. 3, p. 369-390, 2011.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRISOLI, Renata Patrícia Soares. *Comparação das emissões de gases de efeito estufa no ciclo de vida do etanol de cana-de-açúcar no Brasil e os critérios da*

diretiva europeia para energias renováveis. 2011. 112 p. Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2011.

JANNUZZI, Gilberto de Martinho; GOMES, Rodolfo D. M. *Aspectos da sustentabilidade ambiental da produção de etanol no Brasil: tecnologias e práticas*. 2009. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/gilberto1096/aspectos-da-sustentabilidade-ambiental-da-producao-de-etanol-no-brasil-tecnologias-e-praticas>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

LEFF, Enrique. *Racionalidad ambiental: La reapropiación social de la naturaleza*. México: Siglo XXI Editores Vozes, 2004.

LEFF, Enrique. *Saber ambiental*. Petrópolis: Vozes, 2004.

MACEDO, Isaias. Uso de defensivos agrícolas. In: MACEDO, Isaias. *A energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade*. São Paulo: ÚNICA, 2007.

NASSAR, André. M. *et al.* An allocation methodology to assess GHG emission associated with land use change – Final Report. *ICONE – Institute for International trade Negotiations*. September 2010. Disponível em: <http://www.iconebrasil.com.br/datafiles/publicacoes/estudos/2010/an_allocation_methodology_to_assess_ghg_emissions_0410.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2017.

NEGRET, Rafael. El desarrollo sostenible como propuesta de la otra vía para América Latina y el Caribe. In: LEFF, Enrique; BASTIDA, Mindahi (Coords.). *Comercio, medio ambiente y desarrollo sustentable: perspectivas de América Latina y el Caribe*. México: PNUMA, 2001.

1. ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Air and GHG emissions*. 2017. Disponível em: <<https://data.oecd.org/air/air-and-ghg-emissions.htm>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

PAIXÃO, Maria Cristina Silva; FONSECA, Márcia Batista da. A produção de etanol de cana no estado da Paraíba: alternativas de sustentabilidade. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPR)*. Curitiba-PR, v. 24, p. 171-184, 2011.

PARAÍBA (estado). Lei de n.º 6.379, de 02 de dezembro de 1996. *Trata do Imposto*

sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação – ICMS, e dá outras providências. Disponível em: <[http://legisla.receita.pb.gov.br/LEGISLACAO/LEIS-ESTADUAIS/ICMS/LEI-6379-96-ICMS-INTEIRA/LEI-6379-96\(INTEIRA\).html](http://legisla.receita.pb.gov.br/LEGISLACAO/LEIS-ESTADUAIS/ICMS/LEI-6379-96-ICMS-INTEIRA/LEI-6379-96(INTEIRA).html)>. Acesso em: 01 mar. 2017.

VEIGA FILHO, Alceu de Arruda. Novo ciclo do Proálcool: problemas derivados do aumento da produção do etanol. *ComCiência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico*. Campinas-SP, Dossiê Etanol, n. 86, 2007. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&tipo=dossie&edicao=23>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

VIEIRA, Maria Célia Azeredo; LIMA, Jaldir Freire; BRAGA, Natália Mesquita. *Setor Sucroalcooleiro Brasileiro: Evolução e Perspectivas*. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/liv_perspectivas/07.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2017.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA DE AÇÚCAR. *2.º Relatório de sustentabilidade do setor sucroenergético*. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/documentos/publicacoes/pag=2>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

Artículo recibido el: 04/03/2017.

Artículo aceptado en: 23/08/2017.

Cómo citar este artículo (ABNT):

RANGEL, Ana Celecina Lucena da Costa; CUNHA, Belinda Pereira da CÂMARA, Renan Aversari. Crise da Racionalidade e Sustentabilidade no Mercado de Combustíveis no estado da Paraíba. *Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v. 14, n. 29, p. 207-227, mai./ago. 2017. Disponível em: <<http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/1019>>. Acesso em: dia mês. ano.