

**ANÁLISE TÉCNICO-SOCIAL DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO BRASIL E NO
DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA DO NORTE DE MINAS GERAIS****TECHNICAL AND SOCIAL ANALYSIS OF BIODIESEL PRODUCTION IN BRAZIL
AND AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN THE NORTH OF MINAS GERAIS****ANÁLISIS TÉCNICO Y SOCIAL DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL EN
BRASIL Y EL DESARROLLO AGRÍCOLA EN EL NORTE DE MINAS GERAIS**

Alexandre Sylvio Vieira da Costa¹
Cláudia Aparecida Fernandes Pereira²

RESUMO

O cenário energético mundial caminha para busca por matrizes de energias renováveis. O biodiesel surge como um biocombustível renovável, de combustão mais limpa, gradualmente incorporado ao diesel convencional visando limitar o consumo de combustíveis fósseis e diminuir as emissões de poluentes e gases de efeito estufa. Nessa perspectiva, a partir da implementação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel em meados de 2005, a produção de biodiesel no Brasil torna-se realidade. Diversas usinas de produção em larga escala foram construídas tendo no Norte de Minas Gerais a implementação da Usina Darcy Ribeiro, da Petrobrás Biocombustíveis. O objetivo desse artigo é analisar a produção de biodiesel no cenário brasileiro tendo um olhar especial para a produção deste combustível na região de Montes Claros e a implicação nas atividades da agricultura familiar regional. O trabalho foi realizado através da coletânea de informações bibliográficas referenciadas sobre as questões do biodiesel, do modelo de gestão da usina de biodiesel Darcy Ribeiro e sua atuação no Norte de Minas Gerais. A Usina utiliza diversos materiais na produção do biodiesel, mas o principal é o óleo de soja. A mamona, principal cultura dos agricultores familiares visando o fornecimento para a usina não apresentou boa rentabilidade e produtividade devido à falta de estudo do zoneamento agrícola, tendo sua área de campo reduzida drasticamente. A proposta governamental era criar um programa dirigido para agricultura familiar, sobretudo, a região Norte de Minas, para geração de renda no campo, redução da pobreza e desenvolvimento rural regional mas verificou-se o predomínio do *agribusiness*.

Palavras-chave: Biocombustíveis. Produção Sustentável. Agricultura Familiar. Desenvolvimento Regional.

¹Doutor em Produção Vegetal. Professor Adjunto da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Minas Gerais, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7251-7816>. E-mail: alexandre.costa@ufvjm.edu.br

²Doutoranda em Biocombustíveis pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Minas Gerais, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4831-2201>. E-mail: claudiafernandes@ufvjm.edu.br

ABSTRACT

The global energy scenario is moving towards the search for renewable energy matrices. Biodiesel appears as a renewable, cleaner-burning biofuel, gradually incorporated into conventional diesel to limit the consumption of fossil fuels and reduce emissions of pollutants and greenhouse gases. In this perspective, from the implementation of the National Biodiesel Production and Use Program in mid-2005, biodiesel production in Brazil has become a reality. Several large-scale production plants were built with the implementation of the Darcy Ribeiro Plant, owned by Petrobrás Biofuels, in the north of Minas Gerais. The objective of this article is to analyze the production of biodiesel in the Brazilian scenario, taking a special look at the production of this fuel in the Montes Claros region and the implications for regional family farming activities. The work was carried out through the collection of bibliographic information referenced on the issues of biodiesel, the management model of the biodiesel plant Darcy Ribeiro and its performance in the north of Minas Gerais. The plant uses several materials in the production of biodiesel, but the main one is soy oil. Castor bean, the main crop of family farmers aiming at supplying the plant did not show good profitability and productivity due to the lack of study on agricultural zoning, with its field area being drastically reduced. The government proposal was to create a program aimed at family farming, especially in the north of Minas Gerais, for income generation in the countryside, poverty reduction and regional rural development, but there was a predominance of agribusiness.

Keyword: Biofuels. Production Sustainable. Family Farming. Regional Development.

RESUMEN

El escenario energético global se está moviendo hacia la búsqueda de matrices de energía renovable. El biodiesel aparece como un biocombustible renovable y de combustión más limpia, incorporado gradualmente al diesel convencional para limitar el consumo de combustibles fósiles y reducir las emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero. En esta perspectiva, desde la implementación del Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiesel a mediados de 2005, la producción de biodiesel en Brasil se ha convertido en una realidad. Se construyeron varias plantas de producción a gran escala con la implementación de la planta Darcy Ribeiro, propiedad de Petrobrás Biocombustíveis, en el norte de Minas Gerais. El propósito de este artículo es analizar la producción de biodiesel en el escenario brasileño, observando especialmente la producción de este combustible en la región de Montes Claros y las implicaciones para las actividades regionales de agricultura familiar. El trabajo se llevó a cabo a través de la recopilación de información bibliográfica referenciada sobre temas de biodiesel, el modelo de gestión de la planta de biodiesel Darcy Ribeiro y su desempeño en el norte de Minas Gerais. La planta utiliza varios materiales en la producción de biodiesel, pero el principal es el aceite de soja. El aceite de ricino, el principal cultivo de los agricultores familiares con el objetivo de abastecer la planta, no mostró una buena rentabilidad y productividad debido a la falta de estudio sobre la zonificación agrícola, ya que su área de campo se redujo drásticamente. La propuesta del gobierno era crear un programa dirigido a la agricultura familiar, especialmente en el norte de Minas Gerais, para la generación de ingresos en el campo, la reducción de la pobreza y el desarrollo rural regional, pero había un predominio de los agronegocios.

Palabras-clave: Biocombustibles. Producción Sostenible. Agricultura Familiar. Desarrollo Regional.

Como citar este artigo: COSTA, Alexandre Sylvio Vieira da; PEREIRA, Cláudia Aparecida Fernandes. Análise técnico-social da produção de biodiesel no Brasil e no desenvolvimento agrícola do norte de Minas Gerais. **DRd - Desenvolvimento Regional em debate**, v. 10, p. 789-809, 08/07/2020. DOI: <https://doi.org/10.24302/drd.v10i0.2885>

Artigo recebido em: 28/05/2020

Artigo aprovado em: 26/06/2020

Artigo publicado em: 08/07/2020

INTRODUÇÃO

Atualmente, o crescimento populacional, a necessidade de energia e a possibilidade de esgotamento de combustíveis fósseis, juntamente com questões relacionadas à poluição ambiental, tem incitado os países a buscar fontes inovadoras e limpas de energia. Cerca de 60% do consumo mundial de petróleo e um quinto das emissões globais de dióxido de carbono (CO₂), são inerentes ao setor de transporte. Em 2012, o consumo mundial de petróleo foi estimado em 89 milhões de barris por dia, com um aumento de mais de 10% em 2019. Além disso, o uso dessa modalidade de combustíveis se relaciona a sérios problemas ambientais: poluição do ar, emissão de gases de efeito estufa e aquecimento global. Dessa forma, substituir os combustíveis fósseis por fontes de energia renováveis é uma necessidade atual. Os biocombustíveis aparecem como uma viabilidade para os desafios energéticos vindouros, uma vez que são produzidos a partir de recursos renováveis e tem grande influência na mitigação de gases de efeito estufa (BALAT; BALAT, 2009; KIRTAY, 2011; JEIHANIPOUR; BASHIRI, 2015; NEGM *et al.*, 2018).

O relatório da British Petroleum Statistical Review of World Energy, com informações de 2018, estima que a produção de biocombustíveis do mundo foi de cerca de 95.371.000 de toneladas, representando um aumento de 9,72% em relação ao ano anterior. Os dois países que lideram o ranking de produção, o equivalente a 62,35% da produção mundial de biocombustíveis, são os Estados Unidos com 39,9% seguido pelo Brasil com 22,4%. O etanol é produzido nos Estados Unidos (EUA) a partir do milho e no Brasil, de cana-de-açúcar através do processo referido como de primeira geração. Para a área de transportes, os Estados Unidos preveem até 2050 uma tendência à substituição do etanol de milho por etanol lignocelulósico (EDENHOFER *et al.*, 2012; NPC, 2012). A produção de biodiesel no Brasil no ano de 2018 foi de 5,3 bilhões de litros enquanto de etanol hidratado e anidro foi de 33,0 bilhões no mesmo ano (ANP, 2019).

Dessa forma, a demanda por combustíveis limpos e alternativos vem crescendo rapidamente, com destaque para o biodiesel como promissor substituto ao diesel fóssil. Entre as fontes renováveis de energia obtidas a partir de biomassas, o etanol é, sem dúvida, o biocombustível com maior nível de produção. Entretanto, a produção de biodiesel vem sendo incentivada por possuir muitas vantagens e por ser um grande concorrente ao diesel fóssil (ISLAM; RAVINDRA, 2017; SILVA *et al.*, 2018).

O biodiesel é um combustível renovável e biodegradável, com propriedades físico-químicas semelhantes ao diesel de petróleo. Além disso, apresenta algumas vantagens em relação ao diesel convencional: não tóxico, não contém enxofre e é um melhor lubrificante. Apesar das diferenças químicas, estes dois combustíveis têm propriedades e desempenho semelhantes (BOWMAN *et.al.*, 2006; BALAT; BALAT, 2008; KNOTHE, 2010).

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), foi desenvolvido pelo Governo Federal como plano estratégico lançado em dezembro de 2004. Tem por objetivo buscar alternativas aos combustíveis fósseis e promover a agricultura familiar como fornecedora de matérias-primas. O PNPB é classificado como programa interministerial do Governo Federal que objetiva a implementação de forma sustentável, considerando o caráter técnico e econômico, a produção e uso do biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional através da geração de emprego e renda. As diretrizes definidas adotam as noções de sustentabilidade fundamentadas na inclusão social, econômica e ambiental. Estes objetivos consideram a implementação de um programa sustentável que estimule a participação social, garanta preços competitivos além de incentivar a produção de biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e em regiões diversas (RAMOS, 2011).

No lastro do PNPB, o município de Montes Claros (Figura 1) localizado na mesorregião do norte do Estado de Minas Gerais (Figura 2) recebeu a instalação da Usina Darcy Ribeiro da Petrobrás biocombustíveis, uma das três unidades de produção de biodiesel. Inaugurada em 2009 teve como objetivo promover o desenvolvimento socioeconômico regional incentivando a produção de oleaginosas pela agricultura familiar para abastecimento da Usina com matéria prima.

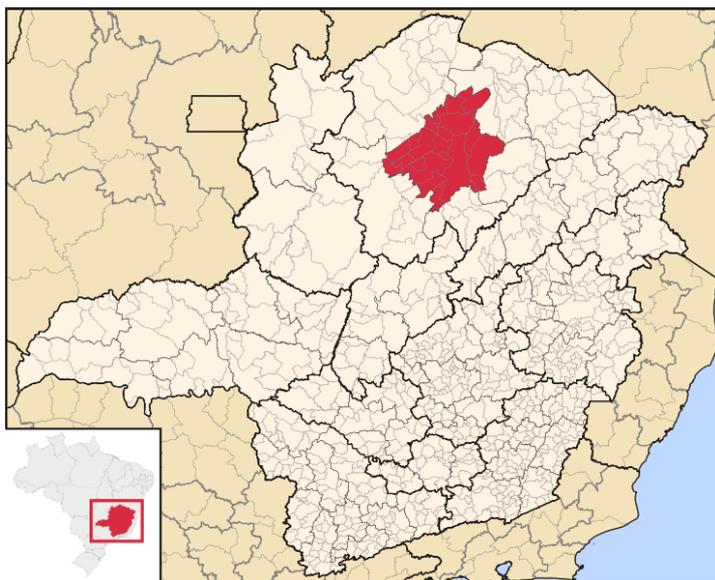
O objetivo desse artigo é analisar a produção de biodiesel no cenário brasileiro tendo um olhar especial para a produção deste combustível na região de Montes Claros, Minas Gerais e a implicação nas atividades da agricultura familiar na região.

Figura 1 – Microrregião de Montes Claros, MG



Fonte: IBGE (2014)

Figura 2 – Microrregião de Montes Claros, MG



Fonte: IBGE (2014)

PRODUÇÃO BRASILEIRA DE BIODIESEL

Entre 2005 e 2017 foram produzidos mais de 29 bilhões de litros de biodiesel no Brasil, números que consolidam o país como segundo maior produtor e consumidor, antecedido pelos Estados Unidos e sucedido pela Alemanha e Argentina (MME, 2017). Somente em 2018 a produção brasileira foi de 5,3 bilhões de litros (ANP, 2019).

A proporção de biodiesel adicionada ao óleo diesel foi de 8% a partir março de 2017, conforme Lei nº 13.263/2016 (ANP, 2018). A Resolução do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), publicada em 1º de março de 2017, aborda a adição de novos percentuais de biodiesel ao diesel, alterando as datas para todo início de mês de março de cada ano, a começar pela data de publicação. É prevista a elevação da mistura em até 15%. A Resolução CNPE/23 estabeleceu a adição obrigatória, em volume, de 10% de biodiesel ao diesel (B10), em qualquer parte do território nacional, a partir de março de 2018 (CNPE, 2017). A partir de 2018, os testes para utilização de B15 foram iniciados (MME, 2019b).

Após os estudos preliminares, a Resolução CNPE nº 16/2018 (CNPE, 2018) autorizou a elevação do percentual de biodiesel na mistura, até o patamar de 15%, desde que obedecidas as condicionantes de aprovação de testes nos motores para esse teor. Embora com este parecer geral favorável ao aumento da proporção de biodiesel neste documento, algumas empresas ainda não recomendam a adoção do B15, considerando a necessidade de aprimoramento da especificação deste biocombustível.

A Resolução CNPE nº 16/2018 (CNPE, 2018), propôs um cronograma prévio, indicando que o aumento do percentual de biodiesel na mistura com o diesel deve ser de 1% ao ano a partir de 2019, atingindo o valor até 15% em volume, em 2023. Observa-se, portanto, que

conforme determinado nesta Resolução, os aumentos percentuais devem ocorrer conforme valores e datas apresentadas na Figura 3.

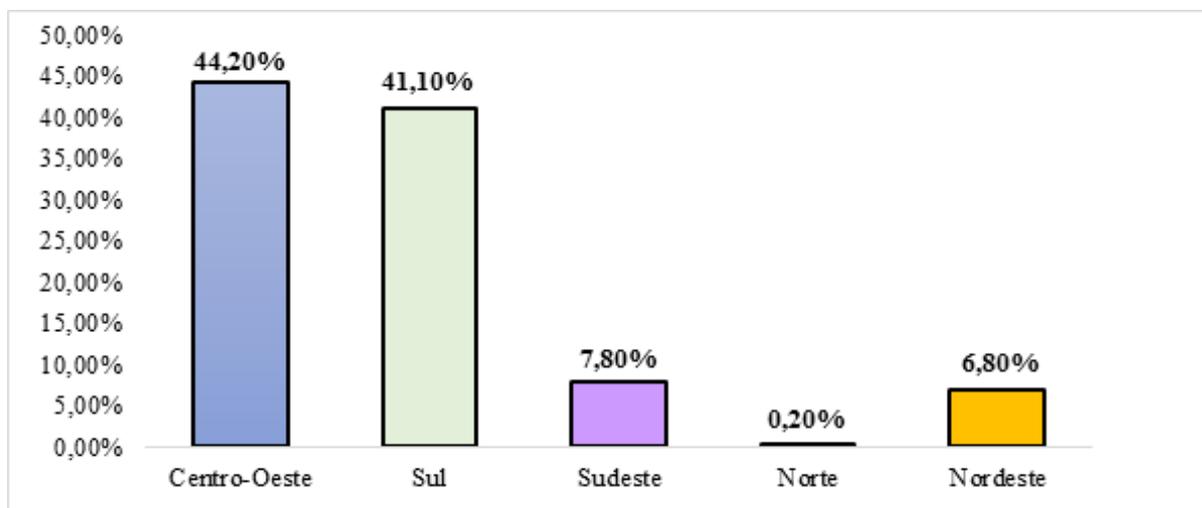
Figura 3 – Evolução do percentual de adição de biodiesel ao diesel



Fonte: EPE a partir de (CNPE, 2018)

A produção de biodiesel no país no ano de 2017 elevou-se em quase 13% em relação ao ano anterior. Esse aumento deve-se às regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, sendo de 31,3%, 13,2% e 15,2%, respectivamente. Em contrapartida, as regiões Norte e Nordeste tiveram queda de 79,9% e 4,5%, respectivamente. A região Centro-Oeste desponta como maior produtora, com uma produção equivalente a 44,2% da produção nacional (Gráfico 1). Tratando-se de estados, o Rio Grande do Sul é considerado o maior produtor, com o equivalente a 26,5%, seguido do estado do Mato Grosso, com 21,3% do total nacional (ANP, 2018).

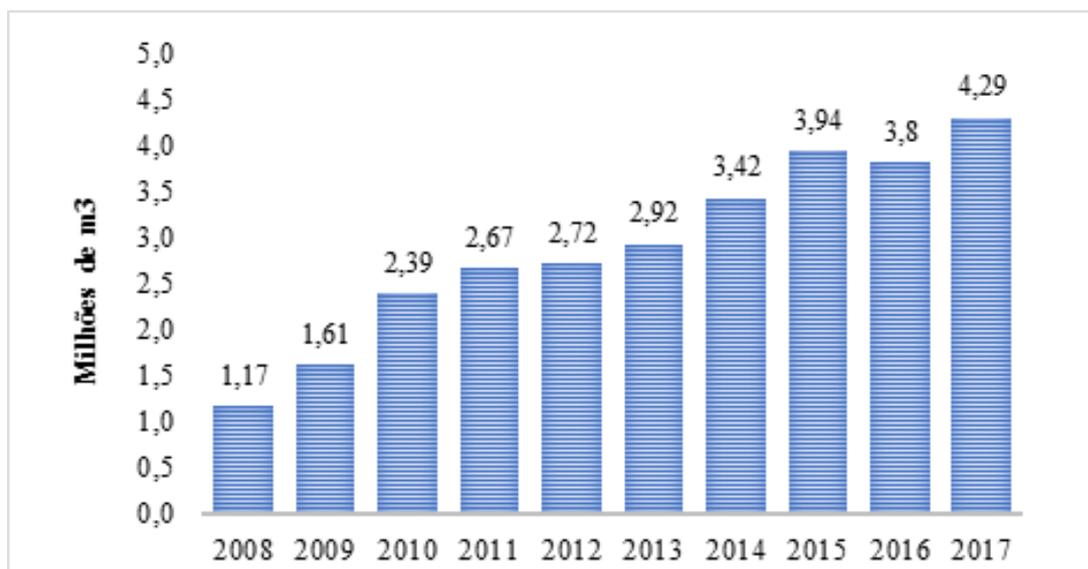
Gráfico 1 – Produção de biodiesel por região em 2017



Fonte: Adaptado de EPE (2018)

A evolução da produção de biodiesel brasileiro pode ser observada no Gráfico 2. As usinas de biodiesel do país possuem capacidade instalada de produção de oito milhões de metros cúbicos por ano, com produção de 5,2 milhões de metros cúbicos por ano, correspondendo a mais de 60% da capacidade instalada, demonstrando que há potencial para crescimento deste biocombustível (EPE, 2018; ANP, 2018).

Gráfico 2 – Evolução da produção de biodiesel no Brasil /2008-2017

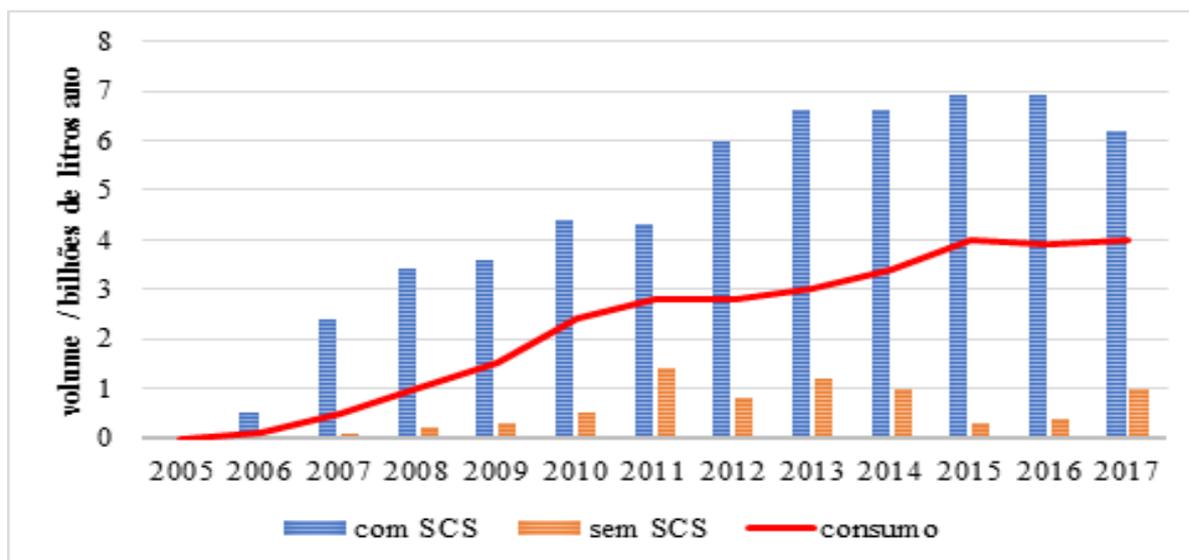


Fonte: Adaptado de ANP (2018)

O Selo Combustível Social (SCS) é uma distinção conferida às empresas produtoras de biodiesel que utilizam, em sua cadeia produtiva, produtos oriundos da agricultura familiar. O objetivo é a garantia de renda e estímulo à inclusão social das famílias produtoras. As empresas produtoras de biodiesel e detentoras do SCS são beneficiadas com o acesso a melhores condições de financiamento junto às instituições financeiras. Para ter direito ao Selo Combustível Social, a indústria obrigatoriamente deve cumprir requisitos sociais básicos que incluem a assistência técnica aos agricultores familiares para a produção de oleaginosas, gastos de valor mínimo adquirindo matérias primas da agricultura familiar através de contratos, a participação efetiva de uma instituição que represente os agricultores familiares nos processos de negociação (CAMPOS; CARMÉLIO, 2009). O Gráfico 3 explicita a capacidade máxima de produção do biodiesel instalada no país, assim como seu consumo a partir de adições sucessivas ao diesel fóssil de usinas que possuem o Selo Combustível Social.

Segundo a Portaria 60 de setembro de 2012, a participação mínima da agricultura familiar entre os fornecedores de matéria prima para que a empresa adquira o Selo de Combustível social, para as regiões Nordeste, Semi-árido e Norte de Minas Gerais é de 30%.

Gráfico 3 – Capacidade instalada de produção e consumo de biodiesel no Brasil

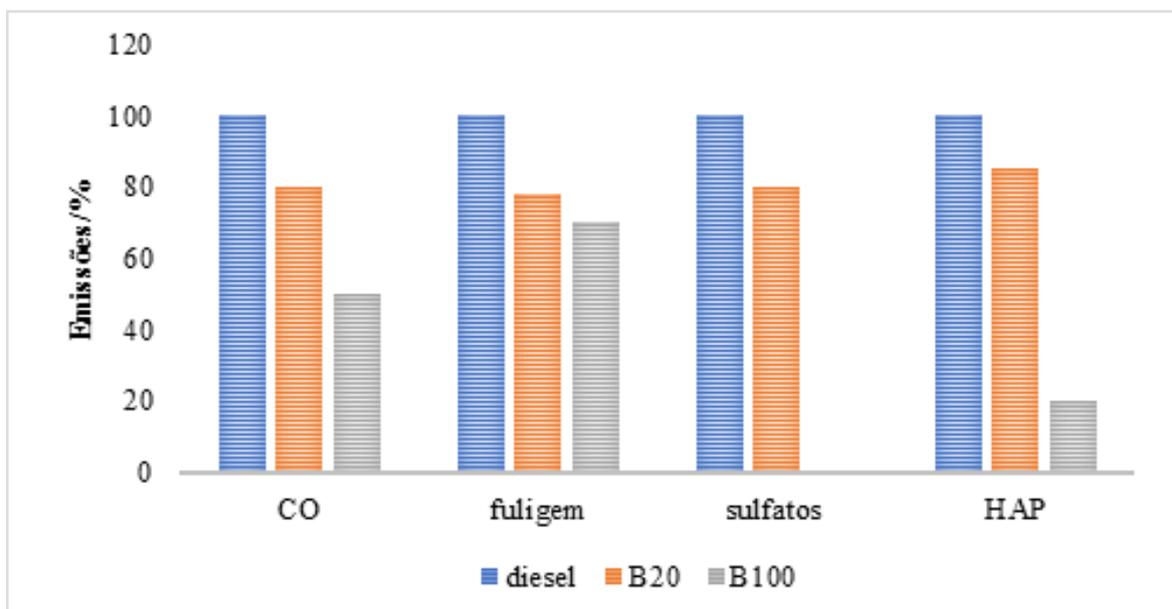


Fonte: Adaptado de EPE (2018); ANP (2018)

SCS – Selo de Combustível Social

Uma característica importante do diesel está centrada na sua capacidade de auto-ignição, quantificada pelo índice de cetano. O biodiesel apresenta um índice de cetano maior e, também, um ponto de fulgor maior, representando um melhor desempenho e segurança. Misturas de diesel e biodiesel são designadas pela letra “B” seguido do teor adicionado, em volume percentual, de biodiesel: B5 e B20 são misturas bem comuns e podem ser usados em motores a diesel sem a necessidade de modificação. A presença de oxigênio no biodiesel (10 a 12% em massa na estrutura do biodiesel) melhora a eficiência de combustão e reduz as emissões de monóxido de carbono (CO), fuligem e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP); estes últimos constituem poluentes orgânicos de persistência ambiental produzidos a partir da combustão incompleta do combustível orgânico (Gráfico 4). A utilização de biodiesel, seja como B100 ou mesmo na proporção B20, demonstra uma redução em grande parte dos principais poluentes atmosféricos. O Gráfico 5 apresenta uma avaliação das emissões de CO₂ por uma variedade de combustíveis, observando uma considerável redução mássica desse gás com a utilização de biodiesel e com a utilização de outras fontes de energia alternativa (KISS, 2014).

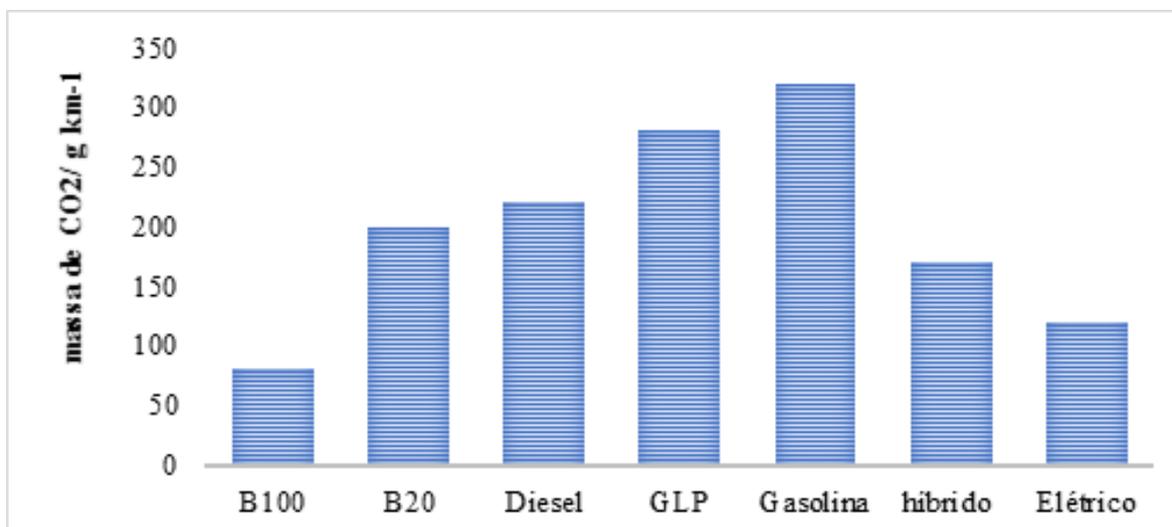
Gráfico 4 – Apresentação comparativa das emissões de poluentes a partir da combustão de diesel e biodiesel



Fonte: Adaptado de Kiss (2014)

CO-Monóxido de carbono; HAP-Aromáticos policíclicos

Gráfico 5 – Quantidade de gás carbônico emitido, em gramas, por distância percorrida para diferentes Combustíveis



Fonte: Adaptado de Kiss (2014)

Algumas experimentações realizadas com B20 envolvendo caminhões e ônibus demonstraram eliminar a fumaça escura, típica da presença de material particulado em suspensão, liberada durante a aceleração, contribuindo dessa maneira para um ar mais limpo nas áreas urbanas (KISS; DIMIAN; ROTHENBERG, 2008).

MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADAS NA PRODUÇÃO DO BIODIESEL

Mais de 300 óleos já foram investigados como candidatos a matérias-primas para produção de biodiesel com base na viabilidade econômica e disponibilidade (MISHRA *et al.*, 2017). As matérias-primas mais comuns para a produção desse biocombustível são a soja, palma, girassol, canola, algodão, milho, sebo bovino, óleo de peixe, amêndoa, andiroba, babaçu, cevada, amendoim, pequi, arroz, trigo, sorgo, linhaça (DEMIRBAS, 2009; RAMOS *et al.*, 2009; CHAVES *et al.*, 2010; BACENETTI *et al.*, 2017).

A produção de biocombustíveis de primeira geração está envolvida em questões como competição por terras agrícolas, água e perda de biodiversidade e isso reflete em sérios impactos ambientais. No entanto, a escolha acertada de um insumo adequado pode contribuir para reduzir esses impactos. O biodiesel é um biocombustível de baixo valor agregado e isso dificulta sua comercialização, por isso a utilização de óleos mais baratos e não comestíveis na sua produção em grande escala é uma alternativa (BACENETTI *et al.*, 2017; YIN *et al.*, 2017). A Tabela 1 apresenta as principais matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel no Brasil.

Tabela 1 – Matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel no Brasil/ 2008-2017

| Matérias-primas | Matérias-primas usadas na produção de biodiesel (B100)/m ³ (x1000) | | | | Total |
|-----------------|---|-----------------|-----------------------------|--------------------------------------|-------|
| | Óleo de soja | Óleo de algodão | Gordura animal ¹ | Outros materiais graxos ² | |
| 2008 | 967 | 24 | 155 | 32 | 1178 |
| 2009 | 1250 | 71 | 256 | 38 | 1615 |
| 2010 | 1980 | 57 | 302 | 48 | 2387 |
| 2011 | 2171 | 98 | 359 | 45 | 2673 |
| 2012 | 2105 | 117 | 458 | 40 | 2720 |
| 2013 | 2231 | 64 | 578 | 47 | 2920 |
| 2014 | 2625 | 77 | 676 | 37 | 3415 |
| 2015 | 3061 | 79 | 739 | 60 | 3939 |
| 2016 | 3020 | 40 | 622 | 134 | 3816 |
| 2017 | 3072 | 12 | 721 | 484 | 4289 |

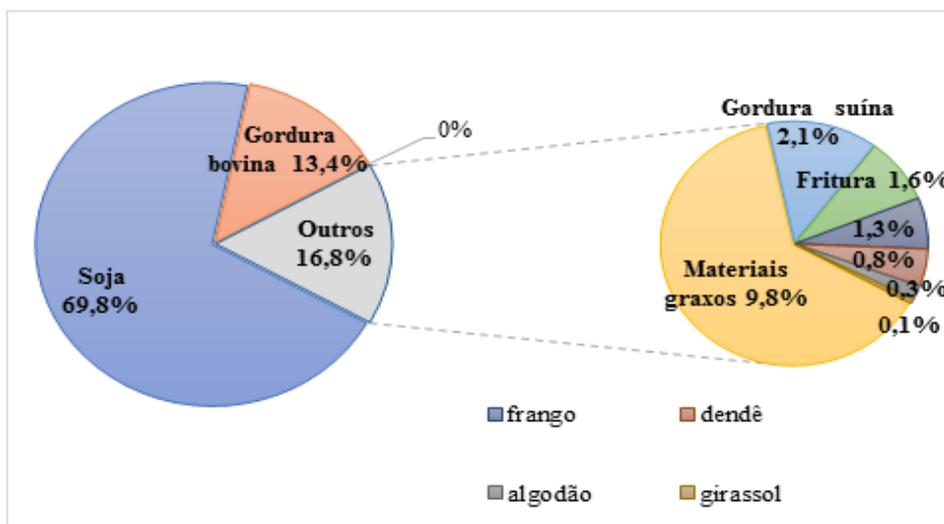
¹Gordura bovina, gordura de frango e gordura de porco.

²Inclui óleo de palma, amendoim, óleo de nabo-forrageiro, óleo de girassol, óleo de mamona, óleo de sésamo, óleo residual e outros materiais graxos.

Fonte: Adaptado de ANP (2018)

A soja continua sendo o principal insumo para a produção de biodiesel, equivalendo a aproximadamente 70% do total. A segunda matéria-prima usada pelas usinas é a gordura bovina, totalizando 16,8%. Outros materiais graxos somam 16,8%. O óleo de algodão tem participação discreta em torno de 1,3%. A participação das matérias-primas para obtenção de biodiesel, no ano de 2017, pode ser observada no Gráfico 6.

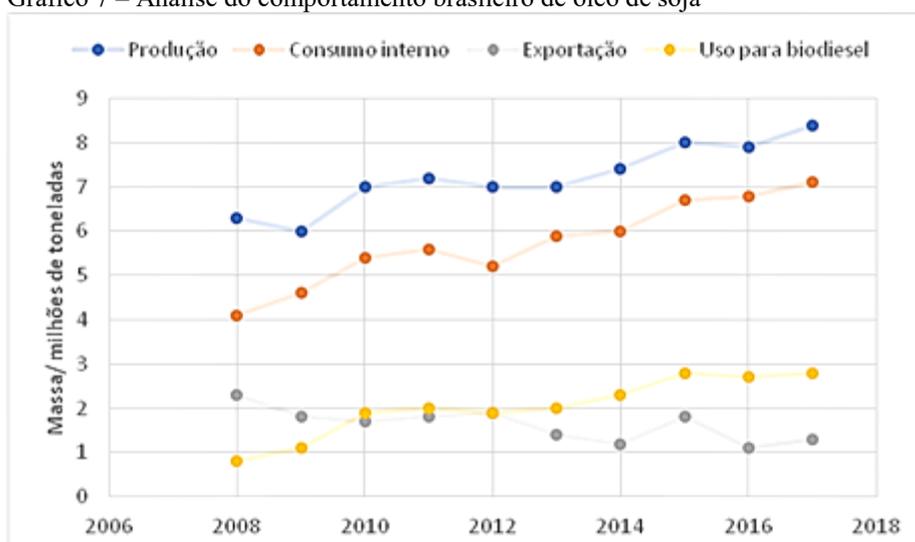
Gráfico 6 – Participação de matérias-primas para a produção de biodiesel



Fonte: Adaptado de EPE (2017)

A produção de óleo de soja entre os anos de 2008 a 2017 apresentou um aumento de 33%. No entanto, essa taxa de crescimento não é suficiente para compensar o volume de óleo que é destinado à obtenção de biodiesel, que aumentou para 2,8 milhões de toneladas, ou seja, um aumento de 250% no consumo para biodiesel neste mesmo período. As exportações de óleo de soja apresentaram uma queda equivalente de 44% nesse período, principalmente a partir de 2013. Verifica-se que essa queda é acompanhada do aumento do uso do óleo para a produção de biodiesel. O Gráfico 7 ilustra o comportamento do mercado de óleo de soja brasileiro desde 2008, sendo o consumo interno destinado a óleo para produção de biodiesel, alimentação e outros fins (ABIOVE, 2018).

Gráfico 7 – Análise do comportamento brasileiro de óleo de soja



Fonte: Adaptado de EPE (2017)

Diante dos últimos levantamentos acerca da disponibilidade de soja, buscar outras culturas que contribuam para a produção de biocombustíveis de forma sustentável é uma necessidade. O Brasil é um país de grande território e diversidade climática, o que lhe permite potencial para produção de matérias-primas mais baratas. Além disso, o custo da matéria-prima pode abranger em torno de 75% da produção de biodiesel. A promoção da diversificação das fontes de matérias-primas contribui, além da produção de biodiesel, com a inclusão social e o desenvolvimento regional, gerando empregos e renda para pequenos produtores rurais (CÉSAR *et al.*, 2018).

Segundo a Petrobrás biocombustíveis (PBio, 2017), em 2018, as perspectivas para o segmento de biodiesel eram positivas, com a entrada em vigor do B10, promovendo o aumento da demanda por esse biocombustível e à consequente necessidade de aumento da produção. Concomitantemente a essas mudanças o RenovaBio, um programa do Governo Federal que fomenta a produção de biocombustíveis em um ambiente normativo que estimula uma economia de baixo carbono, objetivando atender aos compromissos internacionais assumidos pelo Brasil em relação às mudanças climáticas. A geração de créditos de carbono contribui com o equilíbrio da equação econômica do segmento de biodiesel, tornando-o mais rentável.

Para empresas que investem em modelos de produção sustentável, o Índice Dow Jones de Sustentabilidade World (DJSI) é o mais importante índice mundial e é utilizado como parâmetro para análise dos investidores social e ambientalmente responsáveis (PETROBRAS, 2009). Desta forma o Selo Combustível Social, serve tanto como um mecanismo econômico, quanto como forma de indicar a representação e atuação social, contribuindo para a construção de um cenário socialmente positivo em relação ao biodiesel e ao setor empresarial.

A empresa também consolidou a estratégia de atuação junto às cooperativas de agricultores familiares, com foco na região Nordeste e no semiárido, para a manutenção do Selo Combustível Social, promovendo a diversificação das matérias-primas contratadas e mantendo a otimização dos custos de sua obtenção. Para isso, manteve seis parcerias com 11 cooperativas (dez no Nordeste), que fornecem cinco matérias-primas sendo três de origem vegetal (mamona, coco seco, óleo de dendê) e duas de origem animal (óleo de frango e óleo de peixe).

A USINA DE BIODIESEL DARCY RIBEIRO E O DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA NO NORTE DE MINAS GERAIS REGIÕES ADJACENTES

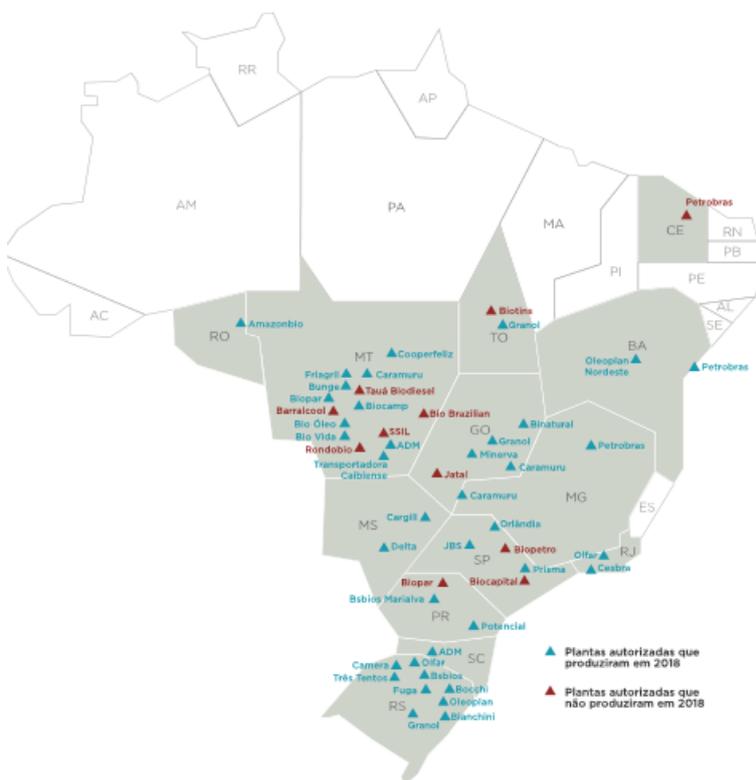
O processo de desenvolvimento das diferentes macrorregiões de Minas Gerais foi heterogêneo. Foram identificados neste estado diferentes modalidades de desenvolvimento reforçando a visão das desigualdades. Os modelos desenvolvimentistas variaram significativamente. O modelo que gerou uma forte industrialização nas regiões do Sul de Minas e Zona da Mata e no Norte do estado, área de atuação da SUDENE, que teve seu processo estimulado por políticas específicas e regionalizadas. Durante séculos permaneceu isolada das regiões mais desenvolvidas do Estado e do país mantendo um crescimento lento com sua economia baseada em modelos agropecuários rudimentares e de subsistência. Nas últimas décadas ocorreu uma maior integração da região com o restante do estado e do país, fato que promoveu avanços significativos no seu desenvolvimento, mas ainda muito aquém do restante do estado. A instalação da usina de biodiesel Darcy Ribeiro foi mais uma tentativa de

potencializar o desenvolvimento da região, não apenas no setor primário, mas também no setor de transformação.

Vasconcelos (2015) descreve que o Programa Nacional de Produção e Uso de Biocombustíveis (PNPB) possui diretrizes que se destacam pela produção da bioenergia pela agricultura familiar, a partir das várias fontes oleaginosas em amplas regiões, com o objetivo de conjugar potencial produtivo e inclusão social reduzindo as desigualdades regionais. As suas diretrizes se destacam pela implantação de um programa sustentável e de inclusão social, garantindo preços competitivos, gerando emprego e renda. Desta forma o programa pode ser entendido como uma tentativa de promover uma interdependência entre energia e desenvolvimento socioeconômico, capaz de associar eficiência econômica, ecológica, inclusão social e combate às desigualdades regionais.

De acordo com dados da Agência Nacional de Petróleo (ANP), existiam 58 plantas industriais de biodiesel, 50 com autorização para funcionar no país, correspondendo a um montante de 21.046,79 m³dia⁻¹ de capacidade total autorizada. A região Centro-Oeste concentra a maior quantidade de usinas de biodiesel (27 usinas), sendo que 17 estão localizadas no Mato Grosso. A região Sul aparece como a segunda região com maior número de usinas de biodiesel (14 usinas), seguido pela região Sudeste (11 usinas). A concentração regional observada no Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil deve-se ao fato de que a produção do biodiesel brasileiro está apoiada ainda na utilização principalmente do óleo de soja, cujas principais unidades agrícolas produtoras estão localizadas nessas regiões (ANP, 2018). Apesar da autorização, 11 das usinas autorizadas não produziram biodiesel no ano de 2018 (Figura 4).

Figura 4 – Infraestrutura de produção de biodiesel (B100) 2018



Fonte: ANP (2019)

A Petrobras Biocombustível S.A. (Pbio) é uma controlada integral da Petrobras, constituída em 16 de junho de 2008, tendo por finalidade a produção de etanol e biodiesel, bem como quaisquer outros produtos e atividades correlatos ou afins e a geração de energia elétrica associada às suas operações.

A Companhia controla, na condição de arrendatária, duas Usinas de Biodiesel, de propriedade da Petrobras, sendo uma localizada em Candeias na Bahia e outra em Montes Claros em Minas Gerais. A Usina de Biodiesel de Quixadá no estado do Ceará teve suas atividades encerradas, conforme orientação do Conselho de Administração da Pbio.

A Petrobras biocombustíveis encerrou 2017 operando as duas unidades de biodiesel que entregaram em 2016, 261,3 mil m³ de biodiesel, volume 10% maior que em 2016 (Pbio, 2017).

A planta industrial de Montes Claros foi projetada para processar os seguintes insumos: semente de pinhão-manso, óleo semi refinado de soja, algodão ou girassol, óleo de mamona, metanol, catalisador metóxido de sódio. A expectativa inicial de produção foi de 121 toneladas por dia de biodiesel, com geração de subprodutos como glicerina, matéria-graxa, goma e biomassa, totalizando 36,6 toneladas por dia.

O processo tecnológico de produção do biodiesel utilizado é o convencional, ou seja, por reação de transesterificação do óleo e/ou gordura usados com o metanol. Atualmente a usina utiliza como fonte de triacilglicerídeos uma mistura contendo 60% de gordura animal (proveniente de frigoríficos do estado da Bahia) e 40% de outros óleos. O complexo de produção do combustível é dotado de seção de esmagamento, extração e tratamento dos óleos, unidade de produção e área de armazenamento dos insumos, biodiesel e subprodutos.

O investimento total na unidade de Montes Claros foi de 71 milhões de reais. A planta da fábrica é altamente automatizada, necessitando somente de pessoal qualificado para o sistema operacional da usina. A usina tem capacidade para produzir 44 mil toneladas de biodiesel ao ano. No início de sua instalação a usina gerou cerca de 15 mil empregos indiretos, com a construção de cinco usinas de moagem em cidades do Norte de Minas e Vale do Jequitinhonha.

A instalação de uma usina de produção de biodiesel na região de Montes Claros foi uma decisão estratégica: a cidade representa um importante eixo rodoviário do Brasil e é servida pelas rodovias BR135, BR365, BR251, MGT122, com pavimentação asfáltica, pela Ferrovia Centro Atlântica com ligação via Nordeste (via Bahia) e sudeste (via Belo Horizonte). A empresa também possui incentivos fiscais firmados com o Governo do Estado de Minas Gerais/Secretaria Estadual de Fazenda, como contrapartida a investimentos realizados na unidade industrial que contempla diferimento de ICMS na aquisição de matérias primas e redução de saldo devedor do imposto.

O município de Montes Claros é caracterizado pela pequena propriedade, agricultura familiar ou de subsistência, com clima tropical semiárido, o que favorece a cultura de várias oleaginosas que possuem características importantes como fácil adaptabilidade ao clima e ao solo e que se encaixam ao perfil dos produtores rurais da região e ao Programa de Biodiesel do Governo Federal. Apesar do favorecimento da inserção regional do município de Montes Claros, a maioria dos municípios da mesorregião do Norte de Minas são dependentes da assistência direta e constantes dos governos. Apresentam, em relação às outras regiões do

Estado, precariedade na utilização das terras e na estrutura fundiária; na renda per capita e índice de desenvolvimento humano (PAE-MG, 2010).

Inaugurada em 06 de abril de 2009, com capacidade para produzir 153 milhões de litros de biodiesel por ano, a usina da Petrobras localizada em Montes Claros, Minas Gerais, recebeu o nome do antropólogo Darcy Ribeiro e, desde 2007, incentivou o plantio de mamona pela agricultura familiar para produção de biodiesel no Norte de Minas. Entretanto, a cultura de mamona não é adaptada à região de cerrado apresentando baixa produtividade em decorrência, principalmente, das características do solo. Como a maior parte do Norte de Minas Gerais insere-se no bioma cerrado, a opção pela mamona como principal matéria-prima para produção de biodiesel regional não encontrou êxito.

A Usina de Biodiesel Darcy Ribeiro já evidenciou que o padrão apresentado em nível nacional do agrusiness é da soja como matéria-prima. Segundo a Petrobrás, aproximadamente 9 mil produtores rurais da região e que fazem parte da agricultura familiar estão incluídos no programa de suprimento agrícola produzindo oleaginosas em uma área superior a 19 mil hectares em seis estados da região semi-árida brasileira. A usina compra a produção da agricultura familiar para garantir a concessão do Selo de Combustível Social, o que garante uma série de incentivos fiscais e permite a participação da usina nos leilões de biodiesel da Agência Nacional de Petróleo (ANP) (PENIDO, 2015). O relatório da administração da Petrobrás indica que os ganhos operacionais da empresa com a produção e comercialização do biodiesel se devem à melhoria da margem bruta e à redução dos custos com a obtenção do Selo Combustível Social e dos gastos fixos. Se forem consideradas apenas as duas unidades de Candeias e Montes Claros em operação, o volume produzido em 2017 foi 10% maior do que no ano anterior, em um cenário marcado pela queda de 8% no preço do biodiesel em relação a 2016.

Segundo Penido (2011), do total de 89 municípios que compõem a macrorregião do Norte de Minas, a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater-MG) presta assistência técnica para 53 deles conforme contrato firmado com a Petrobrás. Dos municípios restantes, alguns não participam do programa e outros recebem assistência técnica de cooperativas locais como a Cooperativa de Agricultores Familiares da Fazenda Santa Maria, a Cooperativa Agropecuária do São Francisco, a Cooperativa Grande Sertão e a Cooperativa Agropecuária Pioneira Ltda.

Para Ramos (2011), os princípios que norteiam o PNPB que envolve a inclusão dos agricultores familiares do Norte de Minas no Programa apresentou resultados satisfatórios em termos de geração de emprego e renda nos municípios de Manga, Matias Cardoso e entorno. Nos demais municípios contemplados pelo programa, a partir dos relatos dos agricultores e da assistência técnica, foi observado que não ocorreram mudanças nesse quesito, ou ocorreram problemas de perdas de safras e endividamento devido ao não cumprimento de acordos por parte da Petrobrás Biocombustíveis (PPBio).

A usina estocou em torno de 6 mil toneladas de mamona para esmagamento no ano de 2011. No entanto, a mamona não foi utilizada para produção de biodiesel e sim para outros fins. Setores industriais como a de lubrificantes e a ricinoquímica usam o seu óleo em sua produção. Além disso, a mamona dá origem a casca, ou seja, um subproduto que não apresenta utilidade para a empresa. Por isso, é conveniente à usina receber a mamona já beneficiada. Praticamente toda a mamona recebida e processada é revendida para a indústria química, transformando as

usinas em mera atravessadora da produção agrícola familiar (PENIDO, 2015). Em função destes problemas de ordem técnica e de sustentabilidade econômica da cultura, ocorreu uma significativa redução da área plantada com mamona na região. Em 2009, a área cultivada com a oleaginosa no Norte de Minas era de 7.345 hectares e, em 2013 reduziu para 2.337 hectares. Em 2011, a soja comercializada, principalmente do estado de Goiás, respondia por 98% da matéria-prima utilizada na produção de biodiesel na Usina (PBio-MC, 2012).

Um estudo realizado por Ferreira *et al* (2015) verificou se os valores pagos pela mamona no estado da Bahia estavam sujeitos à instabilidade estrutural e se a implementação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel interferiu nesta instabilidade. Os resultados apontaram para instabilidade dos preços da mamona e que o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel aumentou o risco de preço no estado. Devido a esta instabilidade, a implementação do Programa tornou a atividade menos atrativa, o que pode ter contribuído para a baixa relevância da mamona dentro do programa.

Segundo Laschefski e Barbosa (2012), as demandas da Usina Darcy Ribeiro induziram um processo de modernização agrícola que, de modo geral, impossibilitaram a participação dos agricultores familiares nos modelos de sustentabilidade social e ambiental e em desacordo com o proposto pelo Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel que descreve a aquisição mínima de matéria prima da agricultura familiar. Estes fatos também foram constatados por Penido (2015) que, de forma contraditória, embora o objetivo principal do programa fosse a inclusão social, sua proposta de elevada produtividade no campo excluiu os produtores familiares que apresentavam reduzida produtividade, aqueles cuja produtividade não é compatível com as necessidades das demandas. Estes critérios se tornaram excludentes, restringindo consideravelmente o alcance social do programa, demonstrando que a produção nas áreas agrícolas precisa ser compatível com a lógica econômica do segmento empresarial.

As principais limitações e problemas vivenciados pelos agricultores envolvem a carência de investimentos dos governos Federal e Estadual em infraestrutura, quebra de contratos das partes, as incertezas da política de preços, problemas climáticos, principalmente os relativos à seca constante na região, evasão de agricultores desestimulados com perdas e prejuízos. Essas adversidades fizeram com que o Programa fosse perdendo sua força, limitando a continuidade do Projeto de Produção de Biodiesel.

Apesar de todos os problemas descritos, Silva (2016) analisa o programa de biocombustíveis no norte de Minas Gerais em outra ótica. Apesar dos desafios enfrentados pelo PNPB e pelos Polos de Produção de Biodiesel, percebe-se que a estrutura organizacional no Norte de Minas promoveu condições favoráveis ao desenvolvimento do cultivo da mamona, bem como a geração de emprego e renda, mas existindo ainda um descompasso entre a estrutura idealizada para o programa e sua prática, sendo necessário investir em desenvolvimento tecnológico, assim como em modelos capazes de capacitar e valorizar o conhecimento e a experiência dos agricultores, reduzindo as desigualdades regionais

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil entra em um novo mercado, com vantagens econômicas e ambientais. Esse mercado é denominado de mercado de créditos ou sequestro de carbono e é derivado do Protocolo de Kyoto. A produção de oleaginosas no campo gerou consequências irreversíveis na vida dos agricultores familiares norte mineiros através de novas relações de produção. A cadeia produtiva delineada para esta região teve como fundamento a construção da Usina Darcy Ribeiro na cidade de Montes Claros, por esta apresentar centralidade econômica em relação às outras cidades situadas nesta mesorregião. Buscava-se, em primeiro lugar, fortalecer a cadeia produtiva com a geração de emprego e renda; a diversificação da matriz energética e a obtenção pelas empresas gestoras do projeto o Selo Combustível Social.

A implantação da usina de biodiesel no Município de Montes Claros, na região Norte de Minas, representou um grande marco para a região, haja visto que, o biodiesel é um combustível renovável, pouco poluente, e que necessita de grande participação da cadeia produtiva, envolvendo os setores da agricultura, indústria e de serviços.

A proposta governamental era criar um programa dirigido para a agricultura familiar e, sobretudo, para as regiões Norte, Nordeste e Norte de Minas, para geração de renda no campo, redução da pobreza e desenvolvimento rural regional. Assim, o biodiesel oferece uma oportunidade para a integração entre indústria, agricultura familiar e combate à pobreza. Tudo isso ao lado da conquista de novo padrão energético: sustentável, ambientalmente responsável e economicamente dinâmico” (BRASIL, MDIC-STI/IEL, 2006).

Do proposto no PNPB ao executado pelo mercado em nível nacional, verificamos o predomínio do *agribusiness* e a concentração de usinas de biodiesel no Centro Sul do país (94,82%).

O padrão apresentado em nível nacional de predomínio do *agribusiness* e da soja como matéria-prima para produção de biodiesel se repete na sustentação produtiva da Usina Darcy Ribeiro. Contraditoriamente, a Usina Darcy Ribeiro incentiva o plantio de mamona, oleaginosa de grande apelo social no PNPB, mas não destina o óleo para produção de biodiesel, já que, em termos econômicos, é mais rentável destiná-lo para outros fins. As prerrogativas sociais do PNPB não são compatíveis com a lógica econômica do mercado e a política socialmente dirigida do Estado, com sua regulamentação legal, não conseguiu transpor tal incompatibilidade.

REFERÊNCIAS

ABIOVE (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais). **Estatística Mensal do Complexo Soja**, 2018. Disponível em: <www.abiove.org.br>. Acesso em: 04 maio 2020.

ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). Resolução ANP nº 719, de 22 de fevereiro de 2018. Altera a Resolução ANP nº 67. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 de fevereiro. 2018. Disponível em: <www.anp.gov.br>. Acesso em: 04 de maio 2020.

ANP (Agência Nacional do Petróleo). **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis**, 2019. Disponível em: <www.anp.gov.br>. Acesso em: 04 de maio 2020.

BACENETTI, J.; RESTUCCIA, A.; SCHILLACI, G.; FAILLA, S.: Biodiesel production from unconventional oil seed crops (*Linum usitatissimum* L. and *Camelina sativa* L.) in Mediterranean conditions: environmental sustainability assessment. **Renew Energy**, v. 112, p. 444-456, 2017.

BALAT, M., BALAT, H.: A critical review of bio-diesel as a vehicular fuel. **Energy Convers Manage**, v. 49, p. 2727-274, 2008.

BALAT, M.; BALAT, M.: Political, economic and environmental impacts of biomass-based hydrogen. **International Journal Hydrogen Energy**, v. 34, n. 9, p. 3589-3603, 2009.

BOWMAN, M., HILLIGOSS, D., RASMUSSEN, S., THOMAS, R.: Biodiesel: a renewable and biodegradable fuel. **Hydrocarbon Process**, v. 85, p. 103-106, 2006.

BRASIL. Lei 11.326, de 24 de Julho de 2006. **Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais**. Diário Oficial da União, 25 jul. 2006.

BRASIL. MME (Ministério de Minas e Energia). **Boletim dos biocombustíveis**, n. 109, maio/jun. 2017. Disponível em: <www.mme.gov.br>. Acesso em: 04 maio 2020.

BRASIL. MME (Ministério de Minas e Energia). **Análise da conjuntura dos biocombustíveis, ano 2018**. Empresa de Pesquisas energéticas. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <www.mme.gov.br>. Acesso em: 04 maio 2020.

BRASIL. MME (Ministério de Minas e Energia). **Relatório de consolidação dos testes para validação da utilização de misturas com biodiesel B15 em motores e veículos. Grupo de trabalho para testes com o biodiesel**. Ministério de Minas e Energia. 2019. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/0/Relatorio+B15+-+B20.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2020.

BRASIL. Portaria n.º 60, de 6 de setembro de 2012. **Dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos à concessão, manutenção e uso do Selo Combustível Social**. Diário Oficial da União, 10 set. 2012b. Seção 1, p. 63.

CAMPOS, A. A.; CARMÉLIO, E. C. Construir a diversidade da matriz energética: o biodiesel no Brasil. In: ABRAMOVAY, R. (Org.). **Biocombustíveis: a energia da controvérsia**. São Paulo: Editora SENAC, 2009. p. 59-97.

CÉSAR, A.S.; CONEJERO, M.A.; RIBEIRO, E.C.B; BATALHA, M.O. Competitiveness analysis of “social soybeans” in biodiesel production in Brazil. **Renewable Energy**, v. 30, p. 1-11, 2018.

CHAVES, E.S.; SANTOS, E.J., ARAÚJO, R.G.O.; FRESCURA, V.L.A.; CURTIUS, A.J. Metals and phosphorus determination in vegetable seeds used in the production of biodiesel by ICP-OES and ICP-MS. **Microchemical Journal**, v. 96, p. 71-76, 2010.

CNPE. Resolução CNPE nº 23, de 09 de novembro de 2017. Estabelece a adição obrigatória de diesel, em volume, de dez por cento de biodiesel vendido ao consumidor final. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 dez. 2017. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cnpe/cnpe-2017>>. Acesso em: 04 maio 2020.

CNPE. Resolução CNPE nº 16, de 29 de outubro de 2018. Dispõe sobre a evolução da adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional. Conselho Nacional de Política Energética. Brasília: **Diário Oficial da União**. 2018. Disponível em: <www.mme.gov.br/documents/10584/71068545/Resolucao_16_CNPE_29-10-18.pdf>. Acesso em: 04 de maio 2020.

DEMIRBAS, A.: Progress and recente trends in biodiesel fuels. **Energy Conversion Management**, v. 50, p. 14-34, 2009.

EDENHOFER, O.; MADRUGA, R. P.; SOKONA, Y.; SEYBOTH, K.; EICKEMEIER, P.; MATSCHOSS, P.; HANSEN, G.; SADNER, S.; SCHLOMER, S.; ZWICKEL, T.; STECHOW, von C. **Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: special report of the intergovernmental panel on climate change**. London: Cambridge University Press, 2012.

EPE (Empresa de Pesquisa Energética). **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis: ano 2017**. Rio de Janeiro: EPE, 2018. Disponível em: <www.epe.gov.br>. Acesso em: 04 maio 2020.

FERREIRA, M. D. P.; DANIEL, L. P.; LIMA, J. E. O Programa Brasileiro de Biodiesel e o Risco Associado ao Preço da Mamona em Irecê, Bahia. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v.53, n. 4, p.667-682, 2015.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Lavoura Temporária 2014**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 04 maio 2020.

ISLAM, A.; RAVINDRA, P. **Biodiesel Production with Green Technologies**. New York: Springer, 2017.

JEIHANIPOUR, A.; BASHIRI, R. **Biofuel and biorefinery technologies: perspective of biofuels from wastes**. New York: Springer, 2015. v. 1.

KIRTAY, E. Recent advances in production of hydrogen from biomass. **Energy Convers Manage**, v. 52, n. 4, p. 1778-1789, 2011.

KISS, A. A. **Process intensification technologies for production biodiesel**. New York: Springer, 2014.

KISS, A. A.; DIMIAN, A. C.; ROTHENBERG, G. Biodiesel by catalytic reactive distillation powered by metal oxides. **Energy Fuels**, v. 22, p. 598-604, 2008.

KNOTHE, G. Biodiesel: current trends and properties. **Top Catalysis**, v. 53, p. 714-720, 2010.

LASCHEFSCKI, K.; ROMULO, S. B. Agrocombustíveis, técnica e conflitos. In: ENCONTRO ANUAL DA ANPOCS; 35. 2012. **Anais....**, 2012.

MISHRA, S.; ANAND, K.; SANTHOSH, S.; MEHTA, P.S. Comparison of biodiesel fuel behaviour in a heavy duty turbocharged and a light duty naturally aspirated engine. **Applied Energy**, v. 202, p. 459-470, 2017.

NEGM, N. A.; ZAHRAN, M. K.; ELSHAFY, M. R. A.; AIAD, I. A. Transformation of Jatropha oil to biofuel transition metal salt as heterogeneous catalysts. **Journal Molecular Liquids**, v. 256, p. 16-21, 2018.

NPC (The National Petroleum Council). **Advancing Technology for America's Transportation Future**, 2012. Disponível em: <<http://www.npc.org>>. Acesso em: 04 maio 2020.

PAE/MG. **Plano de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca de Minas Gerais**. Secretaria de Estado Extraordinária para o Desenvolvimento dos Vales do Jequitinhonha e do Mucuri e do Norte de Minas (Sedvan). Instituto de Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas Gerais (Idene), 2010.

PBio (Petrobrás Biocombustíveis S.A). **Produção de biodiesel**. Montes Claros, MG. 2012. Disponível em: <<http://ielged.fiemg.com.br/portalid100/Documentos%20Pblicos/Biodiesel.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2020.

PBio (Petrobras Biocombustíveis S.A.). **Relatório da administração**. 2017. Disponível em: <<https://www.investidorpetrobras.com.br/ptb/8838/RelatoriodaAdministracaoeDemonstracoesContabeisPBIO2017.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2020.

PENIDO, M. O. **O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel: alternativa ou "mais do mesmo"?** Do domínio do agribusiness à inserção da agricultura familiar na cadeia produtiva do biodiesel no Norte de Minas. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2011.

PENIDO, M.O. O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel: a Petrobras e a agricultura familiar do Norte de Minas. **Campo-Território: Revista de Geografia Agrária**, v. 10, n. 31, 2015, p. 192-220, 2015.

PETROBRAS. **No Dow Jones pela 4ª vez**, 3 set. 2009. Disponível em: <www.petrobras.gov.br>. Acesso em: 04 maio 2020.

RAMOS, M. A. **A agricultura familiar do norte de Minas Gerais no contexto da produção de biodiesel**. 2011. Dissertação (Mestrado) – UFMG. Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Belo Horizonte, 2011.

RAMOS, M.J.; FERNANDEZ, C.M.; CASAS, A.; RODRIGUEZ, L. PEREZ, A. Influence of fatty acid composition of raw materials on biodiesel properties. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 261-268, 2009.

SILVA, E. C. **A análise do PNPB, com foco no Projeto Polos de Produção de Biodiesel: trajetória e transversalidade de gênero**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2016.

SILVA, K. R. N.; CORAZZA, M. Z.; RAPOSO J. R. **Increased biodiesel efficiency: renewable energy sources: a sustainable strategy for biodiesel productions**. New York: Springer, 2018.

YIN, X.; ZHANG, X.; WAN, M.; DUAN, X.; YOU, Q.; ZHANG, J.; LI, S. Intensification of biodiesel production using dual-frequency counter-current pulsed ultrasound. **Ultrason Sonochem Journal**, v. 37, p. 136-143, 2017.

VASCONCELOS, M. **Programa Nacional de Produção e uso de Biodiesel (PNPB)**. 2015. Disponível em: <http://www.editoraferreira.com.br/publicar/media/au_19_marcio.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2016.