



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**Evolução e sustentabilidade do Programa de Biodiesel: um estudo comparativo entre o Brasil e a Colômbia.**

Diana Carolina Castro Mur

Orientador: Dr. João Nildo de Souza Vianna

Tese de Doutorado

Brasília – DF, Março de 2019.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**Evolução e sustentabilidade do Programa de Biodiesel:** um estudo comparativo entre o Brasil e a Colômbia.

Autor: Diana Carolina Castro Mur  
Orientador: Dr. João Nildo de Souza Vianna

Tese de Doutorado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Doutor em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão Ambiental.

Aprovada por:

---

João Nildo de Souza Vianna, Doutor (CDS-UnB)  
(Orientador)

---

Eric Saborin, Doutor (CDS-UnB)  
(Examinador interno)

---

Laura Duarte, Doutora (MADER/FUP/UnB)  
(Examinadora externa)

---

José Aroudo Mota, Doutor (Instituto Tecnológico Vale)  
(Examinador externo)

---

Cristiane Barreto, Doutora (CDS/UnB)  
(Suplente)

Brasília – DF, março de 2019

CDS 38e Castro Mur, Diana Carolina  
Evolução e sustentabilidade do Programa de Biodiesel: um estudo comparativo entre o Brasil e a Colômbia / Diana Carolina Castro Mur; orientador Joao Nildo de Souza Vianna. - - Brasília, 2019.  
191 p.

Tese (Doutorado – Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - - Universidade de Brasília, 2019.

1. Programas de Biodiesel. 2. Produção. 3. Sustentabilidade. 4. Brasil. 5. Colômbia. I. de Souza Vianna, Joao Nildo, oriente. II. Título.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese e emprestar ou vender tais cópias, somente para propósitos acadêmicos e científicos. O (a) autor (a) reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do(a) autor(a).

---

Assinatura

*Dedico esta tese à minha família, especialmente, à minha avó, Florelba Orozco Ocampo, que agora está no céu cuidando dos meus passos. Aos meus pais, Maria Claudia Mur e Gerardo Castro, grandes colaboradores e incentivadores, os amo muito.*

## AGRADECIMIENTOS

Agradeço a meus pais Claudia e Gerardo, pelos ensinamentos, dedicação e amor, sempre me incentivando e apoiando nos estudos e na minha vida profissional. Meus agradecimentos também à minha Tia Melva pelo carinho e apoio.

Aos meus amigos, Paola Cajas, Maria Isabel Ordoñez, David Sepulveda, Laura Ordieréz, Richard Gonzales, Fabian Muñoz, Wilson Anchico, Alejandra Trullo. Vocês todos têm um lugar muito especial em meu coração. Muito obrigado mesmo, foram quatro anos maravilhosos! Muito grata à vida pela sua amizade e carinho para comigo.

Ao meu orientador Professor Dr. João Nildo que me permitiu crescer como ser humano e profissionalmente. Muito grata pela paciência, pela orientação e pelas sugestões.

À CAPES, agradeço pelos recursos investidos em minha educação. Ao CDS e ao PPG-CDS, agradeço pelo conhecimento compartilhado durante esses quatro anos, agradeço a todas as pessoas que fazem parte desses espaços.

Ao Instituto de Estudios Ambientales- IDEA da Universidad Nacional de Colombia, especialmente à professora Carmenza Castiblanco.

A todos os entrevistados, que cederam uma parcela de seu valioso tempo para que a pesquisa obtivesse o respaldo das informações e dados primários coletados.

Finalmente a todas as demais pessoas que estiveram envolvidas, direta ou indiretamente, apoiando e acreditando neste trabalho.

## RESUMO

Esta tese apresenta uma análise da evolução dos programas de produção de biodiesel no Brasil e na Colômbia, tomado por base as dimensões social, econômica e ambiental da sustentabilidade. O estudo enseja uma reflexão da consolidação dos programas ao longo de um período histórico de 10 anos (2008-2017). A importância de desenvolver pesquisas que avaliem o impacto desses programas é que permite compreender as peculiaridades e o equilíbrio entre os fatores ambientais, sociais e econômicos, sustentado pelas políticas aplicadas por cada governo e pela sua aplicabilidade às condições específicas de cada país. A fim de dar respostas e em sintonia com os objetivos da tese, foi utilizada uma metodologia quantitativa e qualitativa comparativa com procedimentos de coleta de dados: entrevistas, diálogos abertos e observação direta em campo, assim como métodos estatísticos de análise. Com a utilização da análise bivariada, foram identificados indicadores com correlações de acordo à natureza das suas dimensões: econômica, social e ambiental, a partir da produção de biodiesel. Os resultados fazem evidenciar que a relação de cada uma das variáveis mostra, na sua maioria, uma forte correlação, que explica os efeitos positivos que a produção do biodiesel tem sobre a redução de emissões de CO<sub>2</sub>, a geração de emprego e renda, no IDH, nas reduções nas importações, na capacidade instalada e na participação no PIB, num contexto nacional. Sem embargo, esses programas de biodiesel realçam de forma analítica na pesquisa *"In Situ"* as convergências de ambos programas no Brasil e na Colômbia e os problemas e conflitos que têm principalmente na questão da sustentabilidade social e ambiental referente à produção na fase agrícola de matérias-primas como o dendê para a produção de biodiesel.

**Palavras chave:** Programa de biodiesel, Produção, Sustentabilidade, Colômbia, Brasil.

## ABSTRACT

The study presents the evolution of biodiesel production programs in Brazil and Colombia, based on the social, economic and environmental dimensions of sustainability. The analysis provides a reflection of the consolidation of the programs over a 10-year historical period (2008-2017). The importance of developing research that evaluates the impact of these programs is that it allows understanding the peculiarities and the balance between environmental, social and economic factors, supported by the policies applied by each government and their applicability to the specific conditions of each country. In order to give answers and in harmony with the objectives of the thesis, a comparative quantitative and qualitative methodology was used with procedures of data collection: interviews, open dialogues and direct observation in the field, as well as statistical methods of analysis. With the use of bivariate analysis, indicators with correlations were identified according to the nature of their dimensions: economic, social and environmental, from the production of biodiesel. The results show that the relationship of each of the variables, for the most part, shows a strong correlation, which explains the positive effects that biodiesel production has on the reduction of CO<sub>2</sub> emissions, the generation of employment and income, in the HDI , reductions in imports, installed capacity and share of GDP in a national context. However, these biodiesel programs highlight in an analytical way in the "In Situ" research the convergences of both programs in Brazil and Colombia and the problems and conflicts that they have in the issue of social and environmental sustainability related to the production in the agricultural phase of raw material as the oil palm for the production of biodiesel.

**Key-words:** Biodiesel Program, Production, Sustainability, Colombia, Brazil.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Estimativa de consumo de energia no consumo global de energia 2017.
- Figura 2.** Produção global de biocombustíveis no período de 1990-2015.
- Figura 3.** Processo industrial da reação da transesterificação.
- Figura 4.** Reação de transesterificação para produzir biodiesel.
- Figura 5.** Retrospectiva da produção mundial de biodiesel de 1991-2017.
- Figura 6.** Mapa global da produção de biodiesel de acordo com o tipo de matéria-prima.
- Figura 7.** Produção global de biodiesel dividido por matéria prima no período de 2008-2016.
- Figura 8.** Evolução histórica do debate entre energia e alimentação.
- Figura 9.** Evolução das áreas de produção de palma nos principais países produtores no período de 2006-2015.
- Figura 10.** Quadro esquemático dos impactos no ambiente pelas mudanças no uso da terra.
- Figura 11.** Redução de poluentes devido ao uso de biodiesel.
- Figura 12.** Produção e consumo de óleo diesel no Brasil.
- Figura 13.** Importações e déficit nacional de óleo diesel no Brasil.
- Figura 14.** Evolução da produção de biodiesel no Brasil no período de 2008-2017.
- Figura 15.** Evolução da produção de biodiesel segundo as grandes regiões no período de 2008-2017.
- Figura 16.** Evolução da política pública do biodiesel no Brasil.
- Figura 17.** Evolução do número de famílias fornecedoras de matérias-primas nos arranjos do SCS, período de 2008-2016.
- Figura 18.** Principais matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel no Brasil, no período de 2008-2017.
- Figura 19.** Evolução da capacidade instalada de produção de biodiesel no Brasil.
- Figura 20.** Número de usinas com Selo de Combustível Social.
- Figura 21.** Produção e consumo de óleo diesel na Colômbia.
- Figura 22.** Importações e déficit nacional de óleo diesel na Colômbia.
- Figura 23.** Evolução da produção de biodiesel na Colômbia.
- Figura 24.** Evolução da política pública do biodiesel na Colômbia.
- Figura 25.** Mapa da distribuição das zonas, plantações de palma e usinas de processamento.
- Figura 26.** Produção de óleo de palma por região na Colômbia.
- Figura 27.** Evolução da capacidade instalada de produção de biodiesel na Colômbia.
- Figura 28.** Estrutura da comparação entre Brasil, Colômbia e o programa de biodiesel.
- Figura 29.** Perspectivas do biodiesel na redução de GEE.
- Figura 30.** Emissões de GEE de óleo diesel e biodiesel no Brasil e na Colômbia.
- Figura 31.** Correlação entre GEE evitados e produção de biodiesel.
- Figura 32.** Empregos gerados no setor de biodiesel no Brasil e Colômbia.
- Figura 33.** Renda gerada no Brasil e na Colômbia pelos agricultores familiares e pequenos produtores, atribuída à produção de biodiesel.
- Figura 34.** Correlação entre geração de emprego e produção de biodiesel.
- Figura 35.** Correlação entre a geração de renda e a produção de biodiesel no Brasil e Colômbia.
- Figura 36.** IDH nos diferentes estados das principais regiões produtoras de biodiesel no Brasil e na Colômbia.

- Figura 37.** Correlação entre a redução das importações e a produção de biodiesel no Brasil e na Colômbia.
- Figura 39.** Crescimento do setor de biodiesel em porcentagem durante um período de dez anos (2008-2017) no Brasil e na Colômbia.
- Figura 40.** Diagrama causal do programa nacional do biodiesel.
- Figura 41.** Matriz externa interna do programa de biodiesel no Brasil e na Colômbia.
- Figura 42.** Total de área em produção de dendê no Brasil no período de 2000-2015.
- Figura 43.** Mapa das empresas dendeicultoras na Microrregião de Tomé-açu até o ano 2016.
- Figura 44.** Agricultor familiar da comunidade Betel em parceria com a Belém Brasil Bioenergia.
- Figura 45.** Plantio de um agricultor familiar inserido no programa da BBB.
- Figura 46.** Classes de uso da terra no Estado de Pará no período de 2004 -2014.
- Figura 47.** Uso e coberturas da terra no Estado do Pará.
- Figura 48.** Sinalização ambiental nos cultivos de dendê da empresa BBB.
- Figura 49.** Cadeia produtiva de Biodiesel de dendê.
- Figura 50.** Produção de biodiesel de dendê no Estado de Pará, período 2005-2010.
- Figura 51.** Óleo de dendê para Biodiesel no Brasil, período 2008-2017.
- Figura 52.** Diagrama das representações das políticas e estratégias da expansão do dendê na região Norte.
- Figura 53.** Expansão do cultivo de dendê na Colômbia no período de 1965-2016.
- Figura 54.** Plantações de dendê da empresa Manuelita Aceites y Energia.
- Figura 55.** Mapa das principais empresas nos municípios produtores de dendê no Estado do Meta.
- Figura 56.** Esboço da relação de parcerias produtivas na plantação de dendê.
- Figura 57.** Dinâmica da produção de coca no Estado do Meta.
- Figura 58.** Taxa de incidência de expulsão de população em municípios dendezeiros frente a municípios não dendezeiros.
- Figura 59.** Empregado de planta de extração de dendê no Município de San Carlos de Guaroa.
- Figura 60.** Mudanças diretas e indiretas no uso da terra no Estado de Meta.
- Figura 61.** Superfície coberta por floresta natural no Estado de Meta.
- Figura 62.** Área desmatada no Estado do Meta.
- Figura 63.** Canais de drenagem numa plantação no Município San Carlos de Guaroa.
- Figura 64.** Localização da empresa BINATURAL.
- Figura 65.** Fluxograma geral da produção de biodiesel na BINATURAL.
- Figura 66.** Esquema do processo de produção de biodiesel na BINATURAL.
- Figura 67.** Localização da empresa Manuelita Aceites e Energia.
- Figura 68.** Esquema do processo de produção de biodiesel na Manuelita Aceites y Energia.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Matérias-primas para a produção de biodiesel em nível global.

**Tabela 2.** Percentagem de óleos utilizada para a produção de biodiesel no período de 2005-2016.

**Tabela 3.** Número de famílias e cooperativas fornecedoras de matéria-prima nos arranjos do SCS por região.

**Tabela 4.** Porcentagem de matéria-prima necessária para obter o SCS por região.

**Tabela 5.** Matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel por região.

**Tabela 6.** Capacidade instalada de biodiesel por região no Brasil.

**Tabela 7.** Vantagens e desvantagens de empresas e produtores de palma na consolidação de parcerias estratégicas.

**Tabela 8.** Capacidade instalada de biodiesel por região na Colômbia.

**Tabela 9.** Correção – coeficiente de Pearson ( $\alpha = 0,05$ ).

**Tabela 10.** Parâmetros de comparação no processo do método comparativo.

**Tabela 11.** Valores do Indicador de emissões de GEE evitadas.

**Tabela 12.** Evolução do Indicador de geração de empregos no Brasil e na Colômbia.

**Tabela 13.** Indicador da geração de renda no Brasil e Colômbia período 2009-2016.

**Tabela 14.** Evolução do Indicador do Desenvolvimento Humano nas principais regiões produtoras de biodiesel no Brasil e na Colômbia.

**Tabela 15.** Evolução das importações reduzidas para o Brasil e a Colômbia.

**Tabela 16.** Evolução da ociosidade na capacidade instalada para biodiesel no Brasil e na Colômbia.

**Tabela 17.** Evolução participação do PIB do setor de biodiesel no Brasil e na Colômbia.

**Tabela 18.** Classe de área apta para o plantio do dendê, segundo o ZAE-Palma no Estado do Pará.

## LISTA DE QUADROS

**Quadro 1.** Indicadores dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

**Quadro 2.** Exemplo da Matriz de fatores externos (EFE).

**Quadro 3.** Exemplo da Matriz de fatores internos (EFI).

**Quadro 4.** Participação do biodiesel na Oferta interna de Energia.

**Quadro 5.** Dimensões de avaliação e indicadores.

**Quadro 6.** Matriz de fatores externos (EFE) do programa nacional de biodiesel no Brasil.

**Quadro 7.** Matriz de fatores externos (EFE) do programa nacional de biodiesel na Colômbia.

**Quadro 8.** Matriz de fatores internos (EFI) do programa nacional de biodiesel no Brasil.

**Quadro 9.** Matriz de fatores internos (EFI) do programa nacional de biodiesel na Colômbia.

**Quadro 10.** Regime tributário aplicado ao biodiesel.

**Quadro 11.** Compromissos na criação de parcerias estratégicas.

**Quadro 12.** Comparação dos objetivos do programa nacional de biodiesel no Brasil e na Colômbia.

**Quadro 13.** Situação atual dos programas de biodiesel no Brasil e na Colômbia.

**Quadro 14.** Comparação da pesquisa “in situ”.

**Quadro 15.** Problemas e conflitos pela implantação do programa no Brasil e na Colômbia.

**Quadro 16.** Resumo das entrevistas realizadas em campo na Colômbia.

**Quadro 17.** Resumo das entrevistas realizadas em campo no Brasil.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística

FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

FEDEBIOCOMBUSTIBLES – Federación Nacional de Biocombustibles

FEDEPALMA – Federación Nacional de Palmicultores

GEE – Gases de Efeito de Estufa

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICA – Instituto Colombiano Agropecuario

IGAC – Instituto Geografico Agustin Codazzi

iLUC – Mudanças indiretas no uso da terra

LUC – Mudanças no uso da terra

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário

MME – Ministério de Minas e Energia

OCDE – Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

PNPB – Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel

PPSOP – Produção Sustentável de Óleo de Palma

PRONAF – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

SCS – Selo de Combustível Social

UPME – Unidad de Planeación Minero Energética

ZAE-Palma – Zoneamento Agroecológico de Palma de Óleo

# SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE TABELAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

INTRODUÇÃO.....	15
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
1.1 A Agenda 2030 da ONU para o desenvolvimento sustentável.....	21
1.2 Contexto internacional dos biocombustíveis.....	23
1.3 Política internacional dos biocombustíveis.....	27
1.4 Generalidades do biodiesel.....	29
1.4.1 Contextualização internacional do biodiesel.....	31
1.4.2 Biodiesel e matérias-primas para sua produção.....	32
1.4.3 Biodiesel e a produção de alimentos.....	34
1.4.4 Expansão de cultivos para produção de biodiesel e mudança no uso da terra.....	38
1.4.5 Biodiesel e a emissão de Gases de Efeito de Estufa – GEE.....	40
1.5 Biodiesel na matriz energética brasileira.....	42
1.5.1 Marco legal do biodiesel no Brasil.....	45
1.5.2 Participação social e o biodiesel no Brasil.....	49
1.5.3 Matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel no Brasil.....	53
1.5.4 Capacidade produtiva de biodiesel no Brasil.....	55
1.5.5 Investimentos futuros no setor de biodiesel no Brasil.....	57
1.6 Biodiesel na matriz energética colombiana.....	58
1.6.1 Marco legal do biodiesel na Colômbia.....	60
1.6.2 Participação social e o biodiesel na Colômbia.....	62
1.6.3 Matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel na Colômbia.....	64
1.6.4 Capacidade produtiva do biodiesel na Colômbia.....	67
1.6.5 Investimentos futuros no setor de biodiesel na Colômbia.....	68
2. PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS.....	70
2.1 Levantamento de dados.....	70
2.1.1 Análise quantitativa dos dados secundários.....	71
2.2 Pesquisa de campo “ <i>in situ</i> ”.....	75

2.2.1	Análise das evidências coletadas no campo.....	76
2.3	Análise Comparativa.....	78
3.	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS NO CONTEXTO NACIONAL.....	80
3.1	Indicadores dos programas de biodiesel no Brasil e na Colômbia .....	80
3.1.1	Indicadores ambientais.....	81
3.1.2	Indicadores sociais .....	84
3.1.3	Indicadores econômicos .....	91
3.2	Oportunidades, ameaças, fortalezas e debilidades dos programas de biodiesel no Brasil e na Colômbia .....	98
3.2.1	Matriz de fatores externos e internos.....	100
3.2.2	Matriz externa interna (EI) .....	105
4.	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA “ <i>IN SITU</i> ” .....	107
4.1	Produção do dendê no Estado do Pará .....	107
4.2	Produção do dendê no Estado do Meta.....	130
4.3	Processo industrial do Biodiesel “ <i>In Situ</i> ” .....	147
4.3.1	Processo industrial do Biodiesel no Brasil .....	147
4.3.2	Processo industrial do Biodiesel na Colômbia .....	153
5.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	158
5.1	Dimensão ambiental .....	158
5.2	Dimensão social .....	159
5.3	Dimensão econômica .....	161
5.4	A comparação .....	164
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	172
	REFERÊNCIAS .....	176
	ANEXOS.....	186

## INTRODUÇÃO

A necessidade de reduzir o uso de combustíveis fósseis e o forte aumento de seus preços levou a uma ampla busca por alternativas de energias renováveis. O quinto relatório de avaliação do grupo intergovernamental de especialistas em mudança do clima das Nações Unidas, publicado em 2014, sugeriu que os combustíveis fósseis fossem completamente eliminados até 2100 (Acheampog et al., 2016); entretanto, o Acordo de Paris (2015) não tem como meta esta ação radical, ambiciona unicamente que a relação entre as emissões e captura de CO<sub>2eq</sub> tenha saldo zero. Nessa linha, e de acordo com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), se entende que o aumento da participação dos biocombustíveis na matriz energética é um fator positivo para a redução dos impactos na balança comercial resultante da importação de óleo diesel. Além disso, contribui para a redução da emissão de gases de efeito estufa no setor de transporte. No entanto, é preponderante o estímulo à pesquisa e desenvolvimento para avaliar, em conjunto com todos os atores envolvidos, possíveis impactos do aumento da adição dos biocombustíveis na matriz energética.

É devido a esses aspectos econômicos e ambientais que o interesse pelos biocombustíveis e seu desenvolvimento se intensificaram nos últimos anos. A produção e o comércio global de biocombustíveis expandiram-se a partir de 2005, impulsionados por novas políticas e incentivos para atender a crescente demanda e com a criação de instrumentos-chave para promover a produção e o consumo, como a mistura obrigatória, isenções fiscais e subsídios (Chanthawong & Dhakal, 2016).

A participação futura dos biocombustíveis na matriz energética global é confrontada com um setor extremamente forte e hegemônico, como o setor petrolífero, que cria fortes barreiras éticas, financeiras, econômicas, tecnológicas e regulatórias para as alternativas renováveis (Vianna et al, 2013). Ao considerar a transição para uma economia baseada na biomassa, os biocombustíveis devem enfrentar barreiras adicionais, como a ausência de trajetória tecnológica, o tempo de desenvolvimento, a incerteza sobre a demanda do mercado e sobre os benefícios sociais e ambientais (Morone & Cottoni, 2016).

Neste sentido, a influência atual do setor se encontra refletida no interesse dos governos em criar políticas públicas para promover a produção, uso e comercialização

de biocombustíveis. No caso do biodiesel, a política de biocombustíveis no Brasil e na Colômbia é um instrumento de intervenção do governo desenhado para estimular a expansão e produção de fontes energéticas fósseis em combinação com fontes energéticas de origem vegetal. Essa política procura garantir: (i) o suprimento e diversificação de matérias-primas para a sua produção, (ii) o crescimento da competitividade e redução de custos de produção, (iii) a consolidação do produto no mercado interno e do pequeno produtor, e, (iv) a diminuição dos Gases de Efeito de Estufa (GEE).

Dentre as alternativas de biocombustíveis, no Brasil e na Colômbia, o biodiesel representa a principal delas para a substituição do óleo diesel. Este biocombustível está amparado pelo Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) Brasil, e na Colômbia pelo Programa Nacional de Biodiesel (PNB). Estes programas apresentam um marco regulatório que, entre outros aspectos, prevê a mistura do biodiesel ao óleo diesel, e subsídios e incentivos, além de instrumentos para promover a inclusão social e suscitar a sustentabilidade ambiental.

Ressalta-se que a evolução da produção do biodiesel no Brasil e na Colômbia, tem crescido ao longo de uma década de forma significativa. Nos dois países, esta indústria tem gerado grande quantidade de empregos diretos e indiretos, o que pode aumentar com a expansão do setor e contribuir para o desenvolvimento regional; uma vez que a produção abrange as diversas regiões dos países. Atualmente, a produção do biocombustível oferece uma contribuição ao Produto Interno Bruto (PIB) de 2,6% e 1,04% para Brasil e Colômbia respectivamente. Pelo lado do consumidor, os veículos movidos a biodiesel representam uma alternativa eficiente e, em certa medida barata, no curto e médio prazo para a redução de emissões.

Após 14 anos de implantação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) no Brasil (2004 a 2018) e 13 anos do Programa de Biodiesel na Colômbia (2005 a 2018), estes programas estão consolidados e já se pode identificar seus acertos, dificuldades, desafios, riscos e a aderência aos objetivos com que foram concebidos e implantados. A questão central a ser pesquisada, neste contexto, é a evolução da sustentabilidade promovida pelos programas voltados à produção de biodiesel no Brasil e na Colômbia, apontando convergências e divergências entre os mesmos. As dimensões a serem analisadas incluem aspectos econômicos, sociais e ambientais. Para o desenvolvimento da pesquisa foi delineada a seguinte questão:

- Em que medida os programas de biodiesel no Brasil e na Colômbia tem contribuído para a sustentabilidade do setor nas suas dimensões econômicas ambientais e sociais?

A análise da evolução destes programas pode contribuir ao exame da sustentabilidade do biodiesel, nas dimensões social, econômica e ambiental. Propomos um diagnóstico de cada programa nacional de Biodiesel no Brasil e na Colômbia. Examinaremos nesses dois países a contribuição do biodiesel ao alcance dos objetivos de política econômica, ambiental e desenvolvimento regional, no sentido de geração de emprego, impacto na balança comercial, promoção do desenvolvimento descentralizado, aproveitamento dos recursos locais e a redução nos níveis de emissão de Gases de Efeito de Estufa (GEE).

O objetivo geral da Tese é analisar, comparativamente, a evolução do programa de biodiesel no Brasil e na Colômbia desde a sua implantação até o presente; com vistas a identificar os pontos de convergências e divergências entre os mesmos e suas aderências às dimensões da sustentabilidade social, ambiental e econômica.

Para um melhor desenvolvimento do objetivo geral se sugerem os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar os indicadores das dimensões social, econômica e ambiental da política de biodiesel nos países objeto de estudo, com base histórica de 10 anos (2008-2017).
- Identificar os riscos, as oportunidades, os desafios e as alternativas do programa do biodiesel nos dois países, incorporando as dimensões social, econômica e ambiental.
- Analisar “*in situ*” a percepção dos efeitos do programa do biodiesel por membros de instituições públicas e privadas e por pessoas envolvidas localmente pela atividade nas regiões de estudo.
- Avaliar o potencial dos programas brasileiro e colombiano para alcançar a meta 7.2 do ODS 7 que tem como ambição, até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global.

A tese está estruturada em cinco seções. Na primeira seção é feita uma revisão bibliográfica, com a finalidade de fazer uma contextualização mundial e local do biodiesel, abordando as políticas internacionais e nacionais nos aspectos econômicos,

ambientais e de inclusão social. Além de uma recopilação do marco legal dos programas de biodiesel no Brasil e na Colômbia.

A segunda seção descreve os procedimentos metodológicos usados no desenvolvimento do trabalho, relacionados com a coleta de dados, análise bivariada, análise de matrizes interna e externa, e método comparativo.

Na terceira seção faz-se a apresentação dos resultados no contexto nacional. São abordados os indicadores ligados aos objetivos dos programas de biodiesel no Brasil e na Colômbia, com vistas a entender o comportamento histórico dos programas no que diz respeito à influência da produção de biodiesel e a correlação existente com cada indicador das dimensões social, econômica e ambiental. São evidenciadas as oportunidades, ameaças, fortalezas e debilidades relacionadas com a instauração do programa de biodiesel nos dois países, fazendo uma análise de ponderação mediante matrizes, a partir das percepções de entrevistados da Fedebiocombustibles, na Colômbia, e da Agência Nacional do Petróleo – ANP, no Brasil.

Na quarta seção são apresentados os resultados da pesquisa *“In Situ”*, que aborda os dados obtidos no campo referentes à cultura energética utilizada para a produção de biodiesel – o dendê, e os aspectos econômicos, sociais e ambientais ligados a ela, nos Estados do Pará e Meta, no Brasil e na Colômbia, respectivamente. Discute-se também, os aspectos sociais e ambientais da indústria do biodiesel observados na visita em duas empresas representativas do setor no Brasil e na Colômbia.

A quinta seção são analisados e discutidos os resultados de forma comparada os programas de biodiesel dos dois países, e as dimensões da sustentabilidade, levando em conta os dados primários e secundários da pesquisa.

E, por último, são formuladas as conclusões obtidas no trabalho, que realçam de forma analítica as convergências de ambos os programas e as limitações.

## 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Acselrad e Leroy (1999) apontam que o conceito de sustentabilidade encontra-se embutido no modelo de desenvolvimento. A noção de modelo de desenvolvimento procura descrever o modelo pelo qual as sociedades produzem e se reproduzem. A apropriação do mundo material para a realização dos fins aceitos como socialmente desejáveis é movida por formas econômicas, sociais e técnicas, relativas à competição, à acumulação, ao intercâmbio, as relações de trabalho e aos modos de artificialização utilitária do mundo.

Cavalcanti (2003) pressupõe a noção da sustentabilidade como uma economia onde as funções ecossistêmicas são parâmetros que não se podem modificar impunemente, necessitando de estabilidade diante de perturbações suscitadas pelas ações do homem. Nesse sentido, a ideia de sustentabilidade sugere o senso de responsabilidade que as presentes gerações devem ter relativamente às futuras. Porém, o uso dos recursos à disposição do homem deve preservar a capacidade de sustentação do ecossistema. Para este autor, existe uma combinação suportável de recursos para a realização do processo econômico, que infere que os ecossistemas operem dentro de uma amplitude capaz de conciliar condições econômicas e ambientais.

Por outro lado, para Bezerra e Bursztyrn (2000), o princípio da sustentabilidade não se limita ao cálculo utilitarista das consequências de cursos alternativos de ação. Impõe, às racionalidades instrumentais das diversas práticas humanas, fins e valores que lhes são extrínsecos. A sustentabilidade funda, portanto, um sentido ético-político para o desenvolvimento. Deve ser percebida como um fenômeno complexo de múltiplas dimensões (social, espacial, ambiental, político-institucional, econômica, cultural, entre outras), integradas dentro de um sistema. Consideram seis dimensões da sustentabilidade. Essas seis dimensões devem ser pensadas como sistemas articulados, cuja integração comporta elementos que se antagonizam ou concorrem entre si, o que torna a construção social do desenvolvimento sustentável um processo de gestão de conflitos sociais pluridimensionais. São elas:

1. Sustentabilidade social: Ancorada no princípio da equidade na distribuição de renda e de bens, no princípio da igualdade de direitos à dignidade humana e no princípio da solidariedade dos laços sociais.

2. Sustentabilidade ambiental: Ancorada no princípio da solidariedade com o planeta e suas riquezas e com a biosfera que o envolve.
3. Sustentabilidade econômica: Avaliada a partir da sustentabilidade social propiciada pela organização da vida material.
4. Sustentabilidade espacial: Norteada pelo alcance de uma equanimidade nas relações inter-regionais e na distribuição populacional entre o rural/urbano e o urbano.
5. Sustentabilidade político-institucional: Representa um pré-requisito para a continuidade de qualquer curso de ação a longo prazo.
6. Sustentabilidade cultural: Modulada pelo respeito à afirmação do local, do regional e do nacional, no contexto da padronização imposta pela globalização (Bursztyn, 2000).

Já Sachs (2002) ressalta os aspectos qualitativos como essenciais para o desenvolvimento. Segundo ele, o “desenvolvimento pode permitir que cada indivíduo revele suas capacidades, seus talentos e sua imaginação na busca da autorealização e da felicidade”. O autor coloca que o desenvolvimento sustentável abranja as dimensões: social, cultural, ecológica, ambiental, territorial, econômica, política nacional e internacional. E realça que os aspectos qualitativos são essenciais com condições dignas e salubres, e que produzir meio de vida não pode depender de esforços excessivos e extenuantes por parte de seus produtores, de empregos mal remunerados exercidos em condições insalubres, da prestação inadequada de serviços públicos e de padrões de subumanos de moradia.

Veiga (2008) considera o desenvolvimento sustentável como um enigma que pode ser dissecado, mesmo que ainda não resolvido. Afirma que o conceito de desenvolvimento sustentável é uma utopia para o século XXI. Indica, entre outras coisas, a extensão da tomada de consciência das elites sobre a problemática dos limites naturais. A sustentabilidade requer um padrão de vida dentro dos limites impostos pela natureza. Utilizando uma metáfora econômica, deve se viver dentro da capacidade do capital natural. Embora o capital natural seja fundamental para a continuidade da espécie humana sobre a terra, as tendências mostram uma população e consumo médio crescentes, com decréscimo simultâneo deste mesmo capital. Estas tendências levantam a questão de quanto capital natural é suficiente ou necessário para manter o sistema. Uma nova visão de desenvolvimento sustentável é apontada por Amartya Sen (2010), desenvolvimento como liberdade, que traduz desenvolvimento como a efetivação universal do conjunto dos direitos humanos,

desde os direitos políticos e cívicos, passando pelos direitos econômicos, sociais e culturais, terminando nos direitos coletivos entre os quais, o direito a um meio ambiente saudável.

Sem dúvida, nas definições sobre sustentabilidade, prevalece a visão clássica de um trevo de três folhas: eficiência econômica, conservação ambiental e equidade social. Seguindo esta linha, Ignacy Sachs trabalha com a ideia de desenvolvimento socialmente incluyente, ambientalmente sustentável e economicamente sustentado.

Sachs (2007) traçou o caminho conceitual da Revolução Energética do Século XXI, propondo a saída da civilização do petróleo fundamentada por três razões: como resposta às mudanças climáticas e às graves ameaças decorrentes; diante das ameaças incitadas pela geopolítica explosiva do petróleo; e, principalmente, uma razão social. A saída da civilização do petróleo passa pela produção de biocombustíveis, abrindo possibilidades para um novo ciclo de desenvolvimento do campo, representando uma via para promover a sustentabilidade da bioenergia.

A sustentabilidade dos biocombustíveis implica na observação das dimensões do desenvolvimento sustentável, mediante a integração apropriada entre a produção de alimentos e de energia que pode representar uma das melhores alternativas para melhorar a segurança energética e alimentar, em nível nacional, e, ao mesmo tempo, reduzir a pobreza, considerando os aspectos climáticos.

### **1.1 A Agenda 2030 da ONU para o desenvolvimento sustentável**

Aprovada em dezembro de 2015 pela Assembleia Geral das Nações Unidas, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável é um guia de ação estratégica para o alcance do desenvolvimento econômico, social e ambiental por parte dos 193 países que a subscreveram. A Agenda 2030, que inclui os dezessete objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) e suas 169 metas, coloca a dignidade e a igualdade das pessoas no centro do desenvolvimento. A ampla participação de diversas partes interessadas na construção da Agenda 2030 é um dos grandes diferenciais dos ODS em relação aos ODM. A elaboração dos ODM foi um processo “a portas fechadas”, limitando-se às contribuições de um grupo de especialistas. Por isso, a participação da sociedade civil na definição dos ODS é considerada sem precedentes (PNUD, 2016; Andrade, 2017).

No contexto da Agenda 2030, o desenvolvimento sustentável demanda, ainda, a combinação de três dimensões: i) erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões; ii) promoção da prosperidade compartilhada; e iii) gestão integrada e sustentável dos recursos naturais e dos ecossistemas (UNIC, 2015). Os Objetivos e metas estimularão a ação em áreas de importância crucial para a humanidade e para o planeta nos próximos 11 anos, para:

***“Pessoas:** Acabar com a pobreza e a fome, em todas as suas formas e dimensões, e garantir que todos os seres humanos possam realizar o seu potencial em matéria de dignidade e igualdade, em um ambiente saudável.*

***Planeta:** Proteger o planeta da degradação, incluindo por meio do consumo e da produção sustentáveis, da gestão sustentável dos seus recursos naturais e de medidas urgentes para combater a mudança do clima, para que possa atender as necessidades das gerações presentes e futuras.*

***Prosperidade:** Assegurar que todos os seres humanos possam desfrutar de uma vida próspera e de plena realização pessoal, e que o progresso econômico, social e tecnológico ocorra em harmonia com a natureza.*

***Paz:** Promover sociedades pacíficas, justas e inclusivas, livres do medo e da violência. Não pode haver desenvolvimento sustentável sem paz, e não há paz sem desenvolvimento sustentável.*

***Parceria:** Mobilizar os meios necessários para implementar esta Agenda por meio de uma Parceria Global para o Desenvolvimento Sustentável revitalizada, com base no espírito de solidariedade global fortalecida, com ênfase especial nas necessidades dos mais pobres e mais vulneráveis e com a participação de todos os países, todos os grupos interessados e todas as pessoas”, (UNIC, 2015).*

Assim, O’Connor *et al* (2016), ressaltam a necessidade de os países praticarem a Política de Coerência para o desenvolvimento, com o objetivo de controlar as interações entre as diferentes políticas, pois, a avaliação permanente da coerência entre as políticas seria fundamental, tanto para gerenciar e minimizar os efeitos negativos potenciais quanto para explorar as sinergias existentes. Pelo fato dos ODS serem extremamente integrados e interdependentes, podem, em alguns aspectos, se reforçarem positivamente, mas em outros podem ser conflitantes.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e suas metas desafiam todos os países a serem ambiciosos e inovadores a fim de buscarem soluções multidimensionais para desafios multidimensionais, bem como de estabelecerem

meios de implantação inclusivos, eficientes e transparentes, com vista a tornar realidade essa complexa agenda de desenvolvimento, do nível global ao subnacional (Andrade, 2017). Os ODS 1, 3, 7 E 13 são os objetivos a primar neste trabalho, pois se enquadram ao tema tratado: Objetivo 1. Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares. Objetivo 3. Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades. Objetivo 7. Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos e Objetivo 13. Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos (PORTALODS, 2018).

Os indicadores relacionados para avaliar cada Objetivo do Desenvolvimento Sustentável, se mostram no quadro a seguir.

**Quadro 1–** Indicadores dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

ODS	META	INDICADOR
	ODS 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pobreza e indigência;</li> <li>• Vulnerabilidade social;</li> <li>• Sistemas de proteção social.</li> </ul>
ODS 3	3.9. Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortalidade materna;</li> <li>• Mortalidade infantil;</li> <li>• Doenças não transmissíveis;</li> <li>• Planejamento familiar.</li> </ul>
ODS 7	7.2. Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acesso à energia;</li> <li>• Matriz energética;</li> <li>• Eficiência energética.</li> </ul>
ODS 13	13.2. Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aquecimento global;</li> <li>• Mudança climática.</li> </ul>

**Fonte:** Elaboração própria, baseada em PORTALODS (2018).

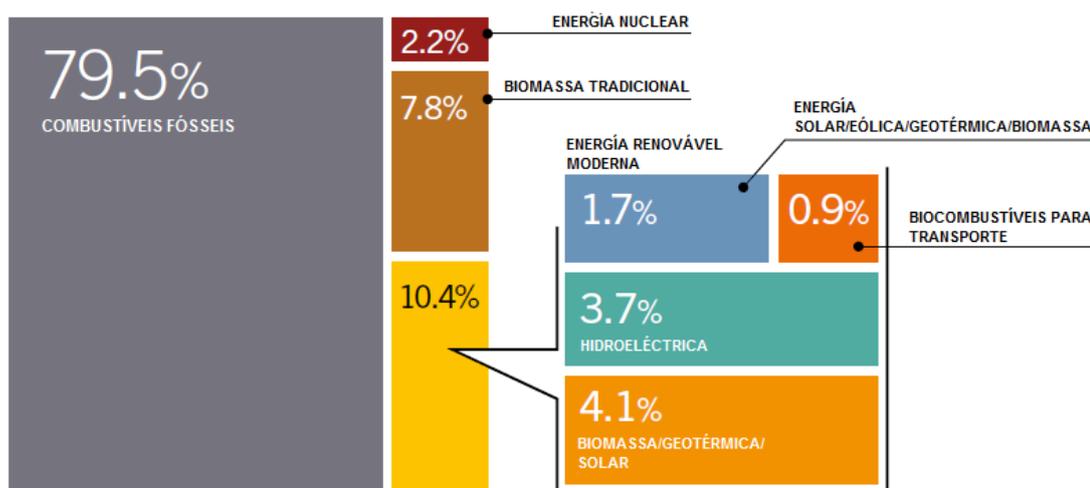
## 1.2 Contexto internacional dos biocombustíveis

A crise energética global tem sido atribuída, nas últimas décadas, à diminuição substancial das reservas de combustíveis fósseis e à volatilidade dos preços mundiais (Acheampong *et al.*, 2016). As reservas comprovadas de petróleo estão em torno de 1,3 trilhão de barris que, na taxa de consumo, preço e tecnologia atuais devem durar aproximadamente 40 anos. No entanto, a previsão para 2040 é que o nível de produção se reduza a 20% do consumo atual; um cenário que prolongaria a duração das reservas de petróleo conhecidas (Morone & Cottoni, 2016).

Segundo indica a literatura, a transição da era do petróleo à do pós-petróleo será longa. O começo do século XXI coincidiu com o início de mais uma revolução energética, condicionada por três fatores. O primeiro, diz respeito à proximidade do “pico do petróleo” que se traduz no momento em que a taxa máxima de extração global de petróleo é atingida e, após, a taxa de produção entra em declínio terminal. O segundo, está relacionado à realização tardia e urgente de uma política voluntarista e rigorosa de redução do consumo das energias fósseis, independentemente dos custos econômicos, pela comunidade internacional, com vistas a evitar mudanças climáticas deletérias e irreversíveis, causadas pela emissão excessiva de gases de efeito estufa. O terceiro, diz respeito às incertezas e ameaça crescente à paz decorrente da geopolítica explosiva do petróleo, ilustradas pela invasão do Iraque (Sachs, 2007), a Primavera Árabe e a guerra da Síria.

A maioria dos cenários desenvolvidos por economistas baseia-se no crescimento regular da demanda de energia nos próximos 20 anos, no qual a energia nuclear e renovável permanecerá marginal em comparação com os combustíveis fósseis, de 19% hoje para 25% em 2040, concentrados nos setores de transporte e petroquímica (Knothe & Razon, 2017). A Figura 1 mostra o percentual de consumo de acordo com o tipo de energia.

**Figura 1** – Estimativa de consumo de energia no consumo global de energia 2017.



Fonte: REN (2018).

Os preços mundiais do petróleo caíram mais de 70% entre junho de 2012 e janeiro de 2016, devido ao excesso de oferta e à desaceleração do crescimento econômico na China e na Europa. A partir do ano 2017, a evolução dos preços do

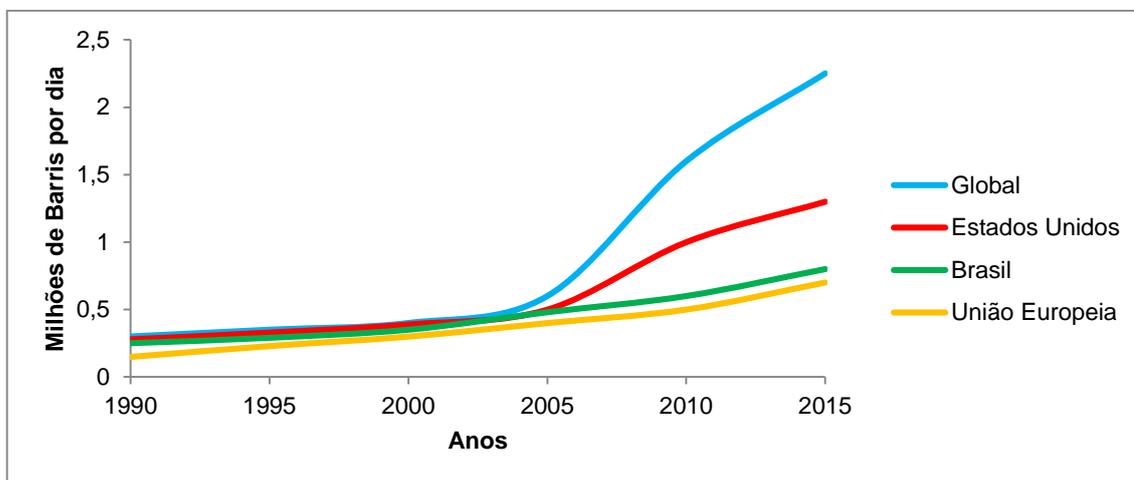
petróleo é ascendente, observando-se uma recuperação da atividade econômica global que estimulou a demanda neste ano. As previsões para os próximos anos apontam que os preços poderiam ser maiores se um dos riscos geopolíticos que ameaçam o aumento da oferta se materializar: um agravamento da crise política na Venezuela, ataques em larga escala de grupos armados ilegais contra as instalações petrolíferas na Líbia ou uma imposição de novas sanções ao Irã. No entanto, de acordo com a *Energy Information Administration* (EIA) dos Estados Unidos, os estoques globais de petróleo caíram em 0,4 milhão de barris por dia em 2017, a primeira queda anual desde 2013 (REN 21, 2018).

Os biocombustíveis para transporte representam 0,9% na matriz energética global. A demanda global de energia no setor de transporte aumentou 39% entre 2000 e 2017, aumento atribuído, principalmente, aos incrementos do movimento do frete global e ao aumento na demanda por transporte em países emergentes e em desenvolvimento. O acordo de Paris, de 2015, ajudou a colocar o setor do transporte na agenda climática e marcou o início de um diálogo mais sério sobre a descarbonização no setor. Em 2017, foram criadas iniciativas para um transporte sustentável de baixo carbono, por múltiplos interessados de países, cidades, regiões e entidades do setor privado, comprometidos com ações ambiciosas em transporte e mudança climática (REN, 2018). No entanto, o progresso da energia renovável no setor de transportes continua lento. Os biocombustíveis fornecem a maior parte da contribuição atual de energia renovável, embora a eletrificação esteja ganhando atenção.

A produção global de biocombustíveis aumentou cerca de 3,2% em 2017. Os biocombustíveis, principalmente, o etanol e o biodiesel contribuem muito para a energia renovável. A produção global de etanol aumentou, aproximadamente, 2,5% em 2017 em comparação com 2016, e a produção de biodiesel permaneceu relativamente estável, após de um aumento do 9% em 2016. A demanda foi consistente devido aos mandatos de mistura obrigatória que protegem os mercados (Wetstone et al., 2016; REN, 2018).

A Figura 2 mostra a produção de biocombustíveis no mundo em um período de 25 anos.

**Figura 2 –** Produção global de biocombustíveis no período de 1990-2015.



Fonte: Acheampong (2016).

Para o ano de 2017, 70 países já tinham políticas reguladoras de energia renovável no setor de transportes. A maioria das políticas adotadas neste setor se concentrou no apoio à produção e uso de biocombustíveis. Os mandatos de mistura de biocombustível continuam sendo um dos mecanismos mais amplamente adotados para aumentar o uso de combustível renovável no setor de transporte rodoviário. Esses mandatos prevalecem em várias regiões geográficas e países em todos os níveis de desenvolvimento econômico. Como nos anos anteriores, em 2017 os governos nacionais e subnacionais continuaram a exigir parcelas específicas de biodiesel ou etanol a ser misturado em combustíveis de transporte (REN, 2018). Em muitos casos, os países promulgaram incentivos fiscais adicionais ou mecanismos de financiamento público para apoiar a energia renovável.

Nos Estados Unidos, o maior produtor mundial de biocombustíveis, após longos atrasos e lapsos neste setor; a indústria recebeu sinais positivos dos formuladores de políticas desde 2015. O Brasil, segundo maior produtor de biocombustíveis, aumentou a produção de etanol e biodiesel, principalmente devido aos mandatos de mistura. A Argentina, um dos principais produtores em anos anteriores, foi afetada por mercados de exportação restritos, diminuindo sua produção em 20%. A Colômbia, terceiro produtor na região, aumentou sua produção de etanol em quase 12% e diminuiu ligeiramente a produção de biodiesel (Wetstone et al., 2016).

Na União Europeia entraram em vigor novos regulamentos que modificaram a legislação existente, para limitar a proporção de biocombustíveis no transporte a 7%. Nesse contexto, a produção de biocombustíveis na região permaneceu praticamente estável. Na Ásia, a produção de etanol continuou a crescer; no entanto, a produção de biodiesel caiu drasticamente. A Indonésia, que costumava ser um dos principais produtores de biodiesel do mundo, registrou uma queda na produção de aproximadamente 60%. A produção de biodiesel da China aumentou, quase superando os níveis da Indonésia em 2015. Embora os níveis de produção de biocombustíveis na África tenham se mantido comparativamente baixos, o continente experimentou um crescimento substancial na produção de etanol em 2015 (Wetstone *et al.*, 2016).

A produção mundial de biocombustíveis continua sendo dominada pelos Estados Unidos e pelo Brasil, países que produzem 70% de todos os combustíveis, seguidos pela União Europeia, que representa 15%, e o resto do mundo que também representa 15%. Estima-se que 74% da produção de biocombustível seja destinado para fabricação de etanol e 22% para biodiesel.

### **1.3 Política internacional dos biocombustíveis**

A política de biocombustíveis visa promover o uso no transporte de combustíveis a partir da biomassa, bem como outros combustíveis renováveis. Os biocombustíveis proporcionam a perspectiva de novas oportunidades econômicas para as pessoas nas áreas rurais, países importadores de petróleo e países em desenvolvimento. De modo geral, as principais oportunidades da política dos biocombustíveis visam ser implantadas onde há disponibilidade de terra, como são os países em desenvolvimento. As políticas dos biocombustíveis atraíram níveis particularmente altos de assistência em alguns países, devido à promessa de benefícios em várias áreas de interesse dos governos, incluindo produção agrícola, redução das emissões de gases do efeito estufa, segurança energética, equilíbrio das balanças comerciais, desenvolvimento rural e oportunidades econômicas para países em desenvolvimento (Demirbas, 2008; Demirbas, 2009).

Em uma tentativa de reduzir a dependência do petróleo, aumentar a participação das energias renováveis e contribuir para a redução da renda agrícola em declínio, governos de vários países aprovaram instrumentos legais que fomentam a indústria

de biocombustíveis. A preocupação com o aumento dos preços dos alimentos levou alguns países a suspender ou reduzir momentaneamente os programas de apoio (por exemplo, a China), enquanto outros decidiram incrementar seus investimentos em tecnologias de segunda geração (por exemplo, os EUA). A Alemanha, por outro lado, vinculou diretamente seu consumo futuro de biocombustível às metas de redução de GEE. A ligação perigosa entre as necessidades de energia e o consumo de alimentos, bem como a meta de fabricação competitiva em termos de custos, continuam sendo questões-chave na agenda política das nações produtoras de biocombustíveis (Zah & Ruddy, 2009; Kemfert, 2010; Su *et AL.*, 2015).

Os principais instrumentos amplamente adotados para fomentar a produção e aumentar o consumo têm sido metas obrigatórias de mistura, isenções fiscais e subsídios. Além disso, os governos intervieram na cadeia produtiva apoiando insumos intermediários (subsídios), subsidiando fatores que agregam valor (mão-de-obra, capital e terra) ou concedendo incentivos voltados para os produtos finais. As tarifas de importação também desempenharam um papel significativo, protegendo as indústrias nacionais da concorrência externa (Kemfert, 2010; Su *et al.*, 2015).

Os Estados Unidos, como um grande produtor de *commodities* industriais e fornecedor de produtos agrícolas, é líder mundial no desenvolvimento de biocombustíveis. As principais forças motrizes da política são: (i) reduzir a dependência das importações de petróleo; (ii) criar mais oportunidades de emprego e desenvolver a agricultura; (iii) promover o desenvolvimento de baixo carbono e economia sustentável; e (iv) explorar novas indústrias e novas tecnologias. As principais motivações do desenvolvimento dos biocombustíveis na União Europeia são a segurança energética, a redução das emissões de GEE, o desenvolvimento sustentável e a promoção do desenvolvimento rural; estabelecendo metas de energia renovável, apoiando a indústria, subsidiando impostos, financiando grandes projetos de P&D e projetos de demonstração. O governo alemão promulgou a Lei de Fonte de Energia Renovável (Erneuerbare-Energien-Gesetz-EEG), emitida em 2000, como a primeira legislação do mundo com o fornecimento de tarifas de energia renovável e, em agosto de 2011, a Emenda de Lei de Energias Renováveis de 2010 para assegurar a realização dos objetivos de energia renovável. Estas duas estipulações reduzem o risco de investimento e contribuem grandemente para o desenvolvimento da geração de energia renovável na Alemanha. O Brasil promove o desenvolvimento de biocombustíveis por meio de legislação e política financeira para garantir a

implantação do plano. O governo brasileiro oferece aliança tributária para os fabricantes e vendedores de biocombustíveis sob o sistema de certificação do Selo Combustível Social. A Lei nº 11.116, credenciada pelo Governo Federal em maio de 2005, proporciona alívio fiscal ao PIS/PASEP e CONFINS (Peters & Thielmann, 2008; Su *et al.*, 2015).

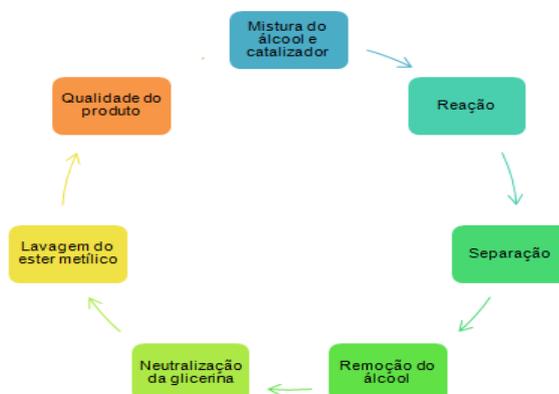
A indústria de biocombustíveis está em fase de desenvolvimento, é menos competitiva do que a energia tradicional por seu alto custo de produção, tecnologia e infraestrutura. Porém, o apoio às políticas ligadas a esse setor deve ser a principal força motriz para o desenvolvimento sustentável da indústria.

#### 1.4 Generalidades do biodiesel

O biodiesel é definido como um composto de cadeia longa de ácidos graxos, obtidos a partir de óleos vegetais e gorduras animais, e é usado como combustível em motores de combustão interna de ignição comprimida como substituto do diesel fóssil. As moléculas do biodiesel são cadeias de hidrocarbonetos muito simples, que não contém enxofre nem moléculas de anéis aromáticos. Constituindo-se, então, um combustível vantajoso em comparação ao óleo diesel por provocar menos poluição ambiental (Castro *et al.*, 2010; Knothe & Razon, 2017).

O processo industrial geral para a produção de biodiesel nas usinas, pode ser visualizado no seguinte diagrama:

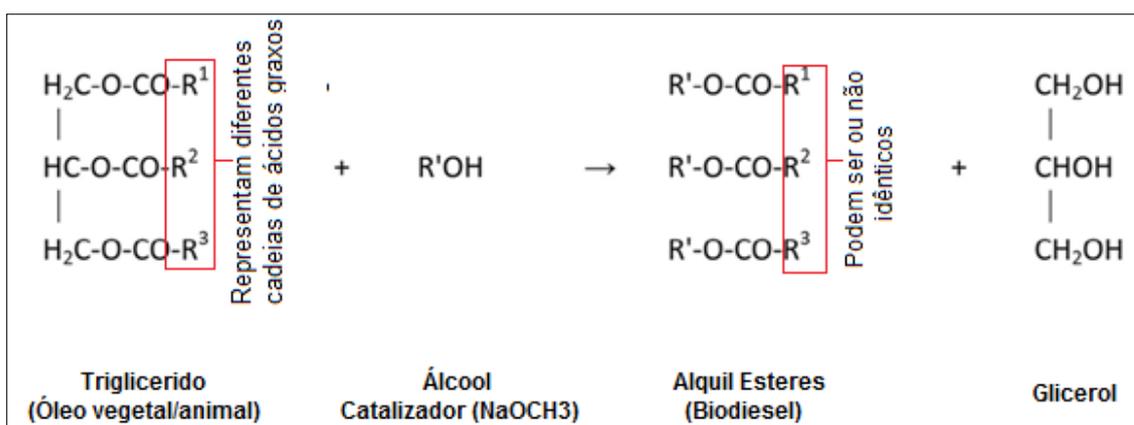
**Figura 3**– Processo industrial da reação da transesterificação.



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em Castro *et al.* (2010).

O processo químico da produção de biodiesel mais comum, utilizado na maioria de países, é a transesterificação. Resumidamente, a transesterificação é a produção de um éster de outro éster. No caso do biodiesel, esta é a produção de ésteres de mono-álquilo a partir de um óleo vegetal/animal que consiste em grande parte de triacilgliceróis. Isto é, os ésteres de glicerol de ácidos graxos de cadeia longa, com um álcool de baixo peso molecular, geralmente etanol ou metanol. O metanol (CH<sub>3</sub>) é o álcool mais comumente utilizado com metóxido de sódio (NaOCH<sub>3</sub>), sendo o catalisador preferível. A estequiometria da reação requer três mols de álcool utilizado para um mol do triglicerido, obtendo como resultado três mols de ésteres de ácidos graxos e um mol de glicerina (subproduto) (Encinar, 2002; Castro *et al*, 2010; Knothe e Razon, 2017). O anterior pode-se observar na Figura 4.

**Figura 4**– Reação de transesterificação para produzir biodiesel.



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em Knothe e Razon (2017).

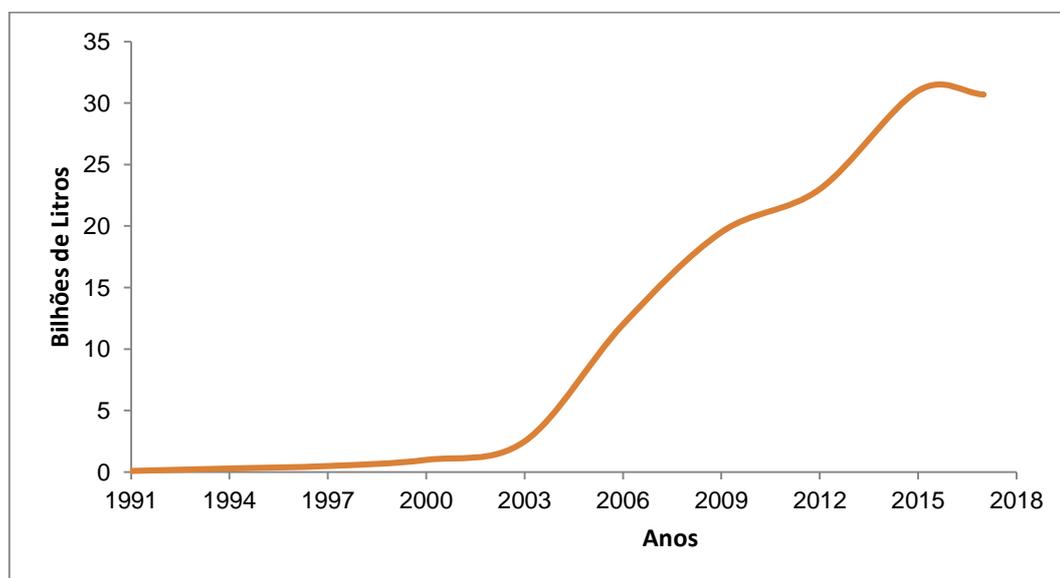
No início da reação de transesterificação, a mistura de óleo vegetal/animal e metanol consiste em duas fases imiscíveis, o óleo vegetal e o álcool. Isso leva a uma situação em que a transferência de massa pode estar limitando a taxa de reação global e não a reação química real. Da mesma forma, no final da reação, duas fases ocorrem, o produto metil ésteres e o glicerol como coproduto. As duas fases podem ser facilmente separadas por gravidade (sedimentação das fases) ou centrifugação, mas a última é intensiva em energia. É necessário fazer a lavagem do éster do produto com água para remover o catalisador remanescente e contaminantes potenciais, como o glicerol formado durante a reação (Castro *et al*, 2010; Knothe & Razon, 2017). O processo de transesterificação elimina em grande parte a tendência dos óleos

vegetais/animais para sofrer polimerização e auto oxidação, o que reduz a viscosidade do óleo para níveis próximos aos do diesel fóssil (Encinar, 2002; Castro *et al*, 2010).

#### 1.4.1 Contextualização internacional do biodiesel

A importância do biodiesel vem crescendo nos últimos anos em várias partes do mundo. Países como Alemanha, Brasil, Estados Unidos, Argentina, França e Itália produzem grandes quantidades de biodiesel. Além disso, o biodiesel possui características positivas e potencial de geração de emprego e renda, pode ser menos poluente do que o diesel fóssil, é um excelente lubrificante para bombas injetoras e tem baixo risco de explosão, o que facilita seu transporte e armazenamento (FVA, 2010). Essas contribuições do biodiesel para o meio ambiente, para a produção de alimentos, para a redução de problemas sociais e suas relações com o setor petrolífero, determinam questões importantes relacionadas à economia e à balança comercial dos países, a produção de matérias-primas, saúde e meio ambiente. A figura 5 apresenta uma retrospectiva da produção mundial de biodiesel.

**Figura 5** – Retrospectiva da produção mundial de biodiesel de 1991-2017.



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em Avinash (2013); Wetstone (2016) e REN (2018).

Em 2017, no *ranking* dos 15 maiores produtores de biodiesel do mundo, os Estados Unidos (20%), o Brasil (14%), a Alemanha (11%) e a Argentina (10,7%) foram os maiores produtores do biocombustível (REN, 2018).

#### 1.4.2 Biodiesel e matérias-primas para sua produção

A biomassa é uma forma de produção de energia renovável que quando usada como matéria-prima para a produção de combustíveis poderia reduzir o impacto no meio ambiente. Seu alto potencial energético levou-a a tornar-se uma opção para atender às demandas energéticas de maneira sustentável, pois é um recurso abundante, com baixas emissões de CO<sub>2</sub> e baixo custo. A biomassa fornece aproximadamente 14% das necessidades totais de energia e representa um dos principais contribuintes para a economia global. Assim, pode contribuir para a estabilização da renda dos agricultores, manter e melhorar a sustentabilidade ecológica e social (Koçar & Civas, 2013). Portanto, o desenvolvimento de combustíveis a partir da biomassa representa um papel crítico no crescimento da economia global e na mitigação das mudanças climáticas globais.

As matérias-primas mais comuns para a produção de biodiesel são os óleos de soja, canola, colza e dendê. Outras matérias-primas de baixo uso incluem óleos de mostarda, amendoim, girassol e algodão. Uma boa matéria-prima deve estar facilmente disponível, sem afetar a segurança alimentar e o meio ambiente. Assim, a maioria dos países tem a difícil decisão de escolher o tipo de matéria-prima a ser utilizada, com o objetivo de sustentar sua política nacional de biocombustíveis (Rincon *et al.*, 2014).

Diversos tipos de óleos têm sido utilizados como matéria-prima para a produção de biodiesel, de acordo com sua disponibilidade em cada país. O óleo de soja é comumente usado nos Estados Unidos, Argentina, Brasil, China e Índia, o óleo de colza é comum em muitos países da Europa, enquanto os óleos de coco e dendê são frequentes na Malásia, Indonésia e Colômbia. Na Índia e no sul da Ásia, o óleo de *Jatropha*, *Karanja* e *Mahua* está sendo utilizado para a produção deste biocombustível (Koçar & Civas, 2013).

Existem mais de 350 oleaginosas reconhecidas mundialmente como fontes potenciais para a produção de biodiesel. A grande variedade de matérias-primas representa uma das oportunidades mais importantes para este biocombustível. Essas matérias-primas são divididas em quatro categorias, de acordo com Mofijur e Sadeghiezahad (2013): (i) óleo vegetal comestível, (ii) óleo vegetal não comestível, (iii) óleo reciclado e (iv) gorduras animais.

A Tabela 1 mostra as matérias-primas potenciais para a produção de biodiesel em algumas partes do mundo.

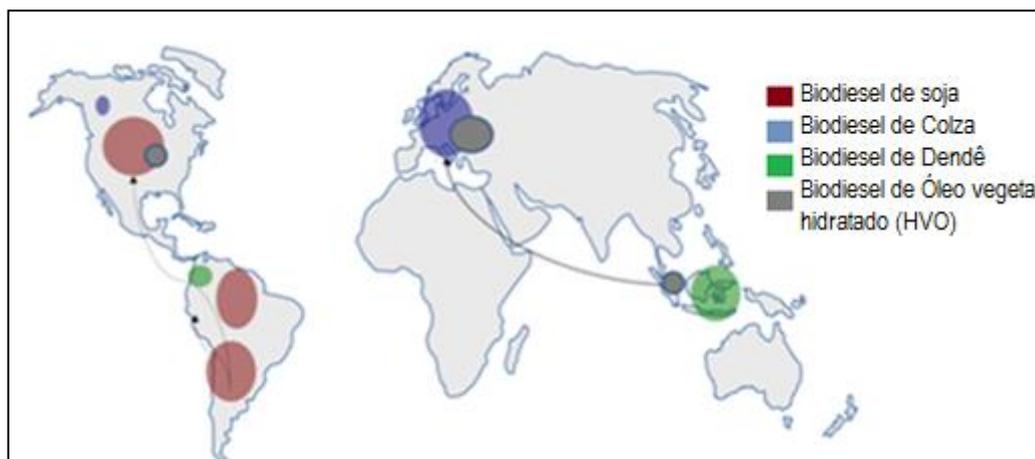
**Tabela 1 – Matérias-primas para a produção de biodiesel em nível global.**

País	Matéria-prima
Estados unidos	Soja, óleo usado, amendoim.
Canadá	Colza, gordura animal, soja, mostarda e semente de linhaça.
Alémanha	Colza.
Itália	Colza, girassol.
França	Colza, girassol.
Índia	Jatropha, soja, colza, girassol, amendoim.
Malásia	Dendê.
Indonésia	Dendê, jatropha, coco.
China	Jatropha, óleo de fritura, colza.
Brasil	Soja, algodão, girassol, dendê, mamona, gordura animal.
Argentina	Soja, dendê.
Colômbia	Dendê.

**Fonte:** Elaboração própria, baseada em Mofijur (2013).

A Figura 6 mostra um mapa sobre o tipo de matéria-prima utilizada para a produção de biodiesel em diferentes países. Matérias-primas do tipo *commodities*, como os óleos vegetais produzidos para o desenvolvimento do biodiesel, geraram novas dinâmicas de mercado, criando políticas nacionais em nível global.

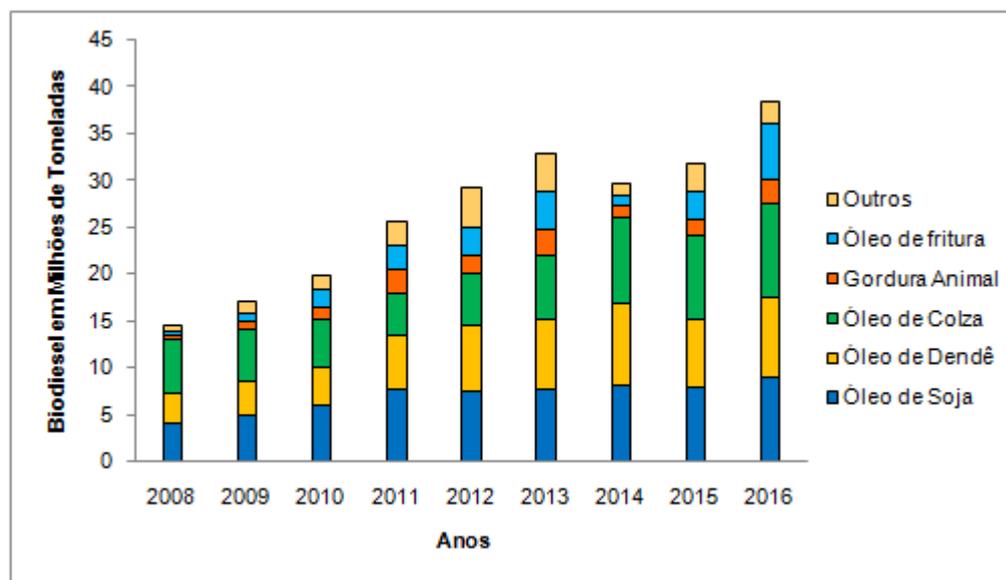
**Figura 6 – Mapa global da produção de biodiesel de acordo com o tipo de matéria-prima.**



**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

Na Figura 7, a produção mundial de biodiesel é visualizada de acordo com o tipo de óleo utilizado durante um período de 9 anos (2008-2016).

**Figura 7** – Produção global de biodiesel dividido por matéria prima no período de 2008-2016.



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em OIL WORLD (2017).

Observa-se o aumento da produção de biodiesel, na qual predomina o uso de óleo de soja, óleo de colza e óleo de dendê. A figura mostra um crescimento no uso de óleos usados ou fritura e gordura animal para a produção de biocombustível a partir de 2010. Essas duas matérias-primas têm sido consideradas fontes potenciais de produção de biodiesel, principalmente devido ao seu alto índice de cetano<sup>1</sup>, boa estabilidade e baixo preço.

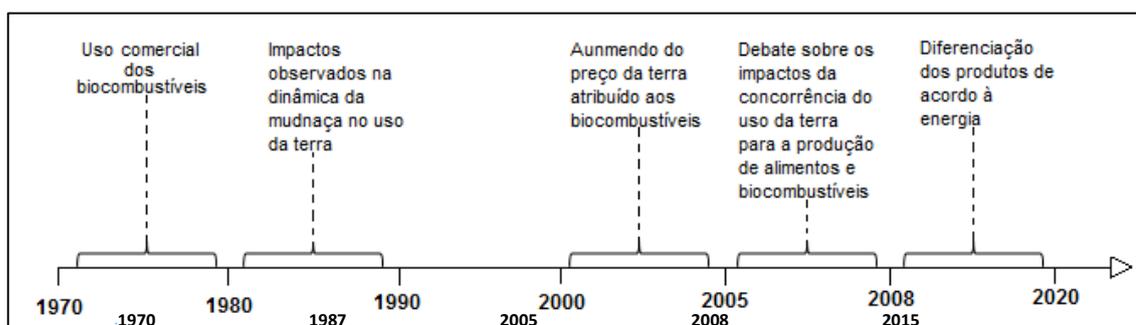
### 1.4.3 Biodiesel e a produção de alimentos

A discussão sobre a possível concorrência pelo uso da terra entre energia e alimentos remonta à década de 1970, como resultado da adoção por alguns países de fontes alternativas de energia ao uso de petróleo (Rathmann et al., 2010). Na figura

<sup>1</sup> O índice de cetano indica a qualidade de combustão do biodiesel. A qualidade de combustão acontece quando uma ignição seguido por uma rápida combustão completa e uniforme do combustível. Com um número de cetano mais elevado, há um menor atraso da ignição e uma melhor qualidade de combustão do biodiesel.

8, uma cronologia da controvérsia entre produção de biocombustível e produção de alimentos é exibida.

**Figura 8** – Evolução histórica do debate entre energia e alimentação.



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em Rathmann (2010), Koizumi (2015).

Os preços dos produtos agrícolas aumentaram de 2004 para junho de 2008, em torno de 49% de acordo com a FAO (2013), período em que os mercados de biocombustíveis se expandiram em todo o mundo, o que levou a muitos debates sobre os efeitos da produção de biocombustíveis na segurança alimentar. Na medida em que os preços dos insumos e dos transportes aumentam, conseqüentemente, os preços das *commodities* também aumentam. Assim, quando o preço do petróleo aumenta, a demanda por biocombustíveis também aumenta, afetando o preço dos alimentos, porque toda a economia é baseada no petróleo (Dias, et al, 2016).

Para enfrentar os desafios do aumento dos preços dos alimentos, bioenergia e mudança climática, a FAO organizou, em 2008, a conferência sobre a Segurança Alimentar Mundial, que contou com 181 países. Nesse ano os preços caíram repentinamente, atribuídos à desaceleração econômica iminente e à queda dos preços do petróleo. O que se corrobora no trabalho de Dias, Alves & Vianna (2015), onde afirmam que o declínio nos preços dos alimentos, desde 2008, não foi relacionado à produção de biocombustíveis, mas sim a uma relação provavelmente indireta com o preço do petróleo.

Como resultado, o debate sobre biocombustíveis e segurança alimentar perdeu importância no segundo semestre de 2008. No início de 2010 e após este ano, os preços dos produtos agrícolas e alimentos aumentaram novamente, de modo que, em 2013, a FAO organizou um comitê sobre segurança alimentar mundial, no qual os

biocombustíveis e a segurança alimentar foram os principais tópicos do programa (Koizumi, 2015).

Sem embargo, é relevante focalizar que no debate com a produção de alimentos é importante analisar o tipo matéria-prima para produzir o biocombustível. Muitas matérias-primas utilizadas nos países de maior produção de biodiesel são subprodutos como o óleo de soja, o óleo de algodão e o óleo de colza, e resíduos como o óleo de fritura e a gordura animal. Nos Estados Unidos as matérias-primas mais utilizadas são a soja (52%), óleos reciclados (14%), óleo de colza (10%), e gordura animal (10%). Na Alemanha foi a partir de óleo de colza (53%), óleo de palma (25%) e óleo de soja (11%). A Argentina utiliza principalmente óleo de soja e o Brasil óleo de soja (75%), sebo bovino (17%) (UFOP, 2013; EIA, 2015; ANP, 2015; Dias, 2016).

A Tabela 2 evidencia a percentagem de óleo utilizado para a produção mundial de biodiesel segundo a matéria-prima no período 2005 – 2016.

**Tabela 2 –** Percentagem de óleos utilizada para a produção de biodiesel no período de 2005-2016.

(%)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Óleo de colza	0	21,1	23,2	29,7	27,9	29,3	27,7	25,8	22,4	23,2	25,9	28,0
Óleo de dendê	0	1,8	2,7	4,7	3,7	4,9	7,2	8,7	10,3	7,6	15,3	20,6
Óleo de soja	4,8	6,1	8,3	10,1	12,2	14,3	18,1	16,8	15,5	17,5	20,1	22,2
Óleo de coco	0	0,1	1,4	2,0	3,5	3,4	3,8	3,7	5,4	4,8	5,2	7,1

**Fonte:** Elaboração própria, baseada em Koizumi (2015), OILWORLD (2017).

Com relação à discussão anterior, significa que a maior parte do biodiesel produzido a nível mundial, é produzida a partir de subprodutos de fontes de proteína e de resíduos. Pode-se dizer, então, que não há concorrência direta entre a produção de biodiesel e alimentos nesses casos. Entretanto, outras matérias-primas como o óleo de palma que é um óleo comestível, pode criar uma competição. Mas, o rendimento do óleo de palma é muito maior do que outros óleos como o da soja ou colza. Assim, a produção de biodiesel a partir do óleo de palma economizaria terras, quando comparado a outras fontes, além de que pode ser cultivado em terras marginais ou degradadas (Dias, 2016).

Em resumo, existem dois discursos válidos sobre a competição entre biocombustíveis e alimentos. Tilman *et al* (2006), Popp (2011), Ajanovic (2011), Kgathi *et al* (2012), Gasparatos *et al* (2013), Koizumi (2013), entre outros, argumentam que a concorrência dos biocombustíveis e alimentos dependerá do contexto socioeconômico da produção de biocombustíveis e das políticas implementadas durante seu comércio, desde que a produção de matéria-prima evite a invasão de terras agrícolas, visando o uso de terras degradadas e a produção de biocombustíveis de segunda geração.

Assim, para esses autores, uma coexistência de biocombustíveis e produção de alimentos parece possível. Em concordância com Dias (2016), a competição entre a produção de produtos agrícolas para o processamento em biodiesel e a produção de alimentos, seria irrelevante. O que se pode corroborar também com a porcentagem utilizada de óleos para a produção de biodiesel (exibida na Tabela 2). Pois, para produzir uma tonelada de biodiesel é necessário produzir 3,3 toneladas de proteína, onde em oleaginosas como soja ou colza, seria utilizável entre um 20-30% de óleo extraído. Então, um impacto nos preços das commodities alimentícias dificilmente pode ser atribuído à produção de biodiesel. Por exemplo, nos Estados Unidos, assim como no Brasil, há uma abundância de soja cultivada. A soja, por natureza, é de aproximadamente 80% proteína e 20% óleo. Como a soja é cultivada para alimentar o gado e as pessoas, é natural que haja uma abundância de gorduras produzidas com a porção de óleo. A indústria de biodiesel proporciona uma saída para a dependência exclusiva do petróleo e fornece receitas adicionais para apoiar a produção dos agricultores de soja.

Em contraste, para outros autores como: Abramovay e Magalhães (2007), Chakravorty *et al* (2008), Abbott *et al* (2009), Abbott (2012), Koizumi (2015), a competição entre biocombustíveis e alimentos traz consigo a competição por recursos naturais e agrícolas, o que também significa competição pelo uso da terra, água, fertilizantes, pesticidas, maquinaria, mão-de-obra, capital, entre outros. Tal competição pode causar uma mudança indireta no uso da terra. O que aconteceria só quando produtos agrícolas forem usados exclusivamente para a produção de biodiesel ou se as culturas de bioenergia forem cultivadas em solos que poderiam ser usados para a produção de alimentos. Para matérias-primas como óleos de soja, algodão, colza, gordura animal, entre outras, a produção de biodiesel é uma

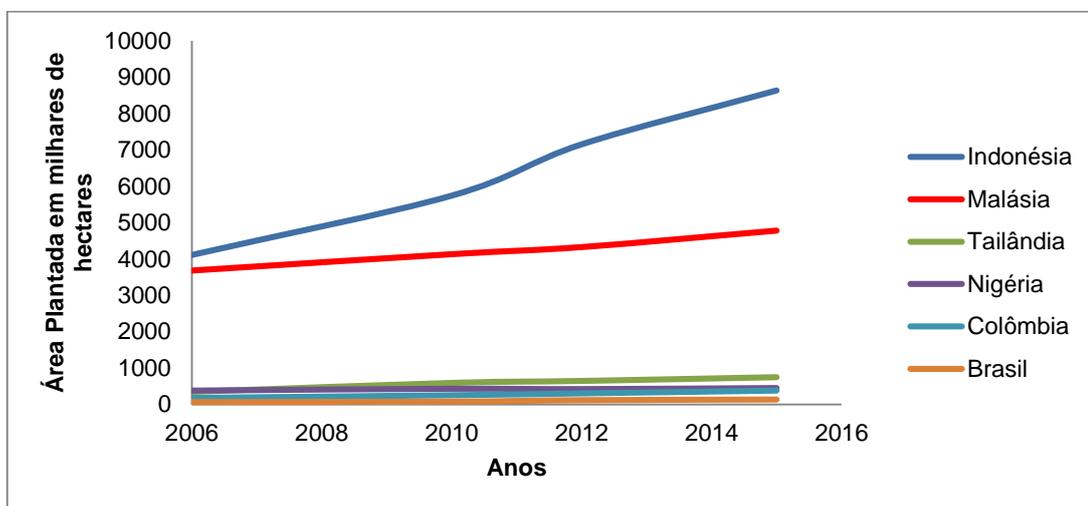
valorização do subproduto ou resíduo, pois esse tipo de matéria-prima está na base da economia circular<sup>2</sup>.

#### 1.4.4 Expansão de cultivos para produção de biodiesel e mudança no uso da terra

Matéria-prima como o óleo de palma tem sido muito utilizada para a produção de biodiesel em vários países tropicais, onde a expansão da cultura coincide, cronologicamente, com o *boom* criado como o tema dos biocombustíveis. Os Governos destes países tem elaborado políticas, programas e incentivos econômicos de forma a satisfazer as demandas domésticas e globais de óleo de palma para a indústria alimentícia bem como para a produção de biodiesel.

A Figura 9 mostra a evolução das áreas de dendê nos principais países produtores para o período de 2006-2015.

**Figura 9**– Evolução das áreas de produção de palma nos principais países produtores no período de 2006-2015.



Fonte: Elaboração própria, baseada em Fedepalma (2016).

<sup>2</sup> Uma economia regenerativa e restaurativa por princípio. Seu objetivo é manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo. O conceito distingue os ciclos técnicos dos biológicos. Conforme concebida por seus criadores, a economia circular consiste em um ciclo de desenvolvimento positivo contínuo que preserva e aprimora o capital natural, otimiza a produção de recursos e minimiza riscos sistêmicos administrando estoques finitos e fluxos renováveis. Ela funciona de forma eficaz em qualquer escala (Mota e Guelere, 2017).

Os principais produtores de óleo de palma no mundo abrangem 91,3% da produção mundial, liderada por dois países, Indonésia e Malásia, que geram em torno de um 90%. Em contraste, a Colômbia aporta só 2% dessa produção. O crescimento mundial de palma em área plantada, em 2006, foi de 7,2%, em 2010 de 5,3% e, em 2015, de 4,7% (Fedepalma, 2016).

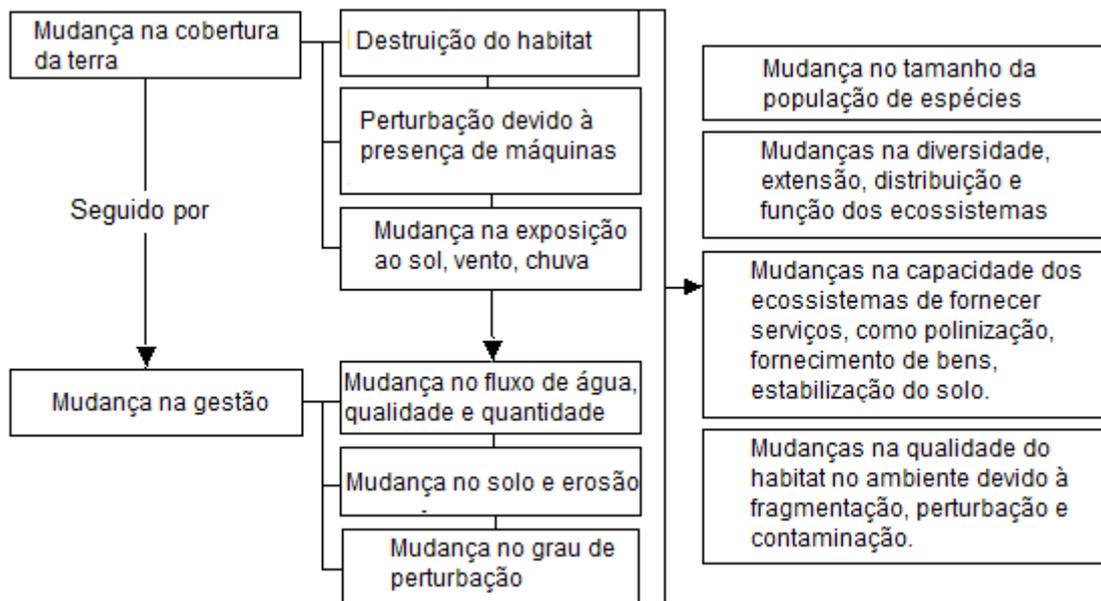
A disponibilidade restrita de terra na Indonésia e na Malásia forçou as empresas a buscar outras regiões com fronteiras agrícolas abertas e opções para aumentar a produção de palma. Este é o caso dos países africanos (Libéria, Camarões e República Democrática do Congo) e países latino-americanos (Colômbia, Equador e alguns países da América Central).

A expansão desta cultura para a produção de biodiesel tem muita relação com a mudança no uso da terra em países como a Colômbia. Pois nesse país aproximadamente 40% da produção de óleo de palma é destinado para a produção de biodiesel e, graças a políticas de governo, desde o ano 2008 se incentivou sua expansão para a produção exclusiva do biocombustível. Na fala de Bertzky et al (2011) e Wise et al (2014), essa expansão para a produção de biomassa para biodiesel, pode exacerbar a já intensa competição pelo uso da terra que existe entre agricultura, florestas e uso urbano. Há uma preocupação de que tal expansão, com a mudança direta e indireta no uso da terra, possa gerar pressão na segurança alimentar e no meio ambiente. As formas de mudanças atribuídas à palma ocorrem diretamente quando a cultura é cultivada (mudança direta no uso da terra) ou, indiretamente, devido a alguma outra forma de produção deslocada para produzir palma.

A maior preocupação vem da substituição ou mudanças no uso indireto da terra (iLUC), que ocorre quando a matéria-prima para a produção de biocombustíveis não está causando mudanças no uso da terra *in situ*, mas em outros locais. Motivo pelo qual o biocombustível pode não causar a mudança do uso da terra localmente (direta), mas podem deslocar alimentos ou pastagens para a produção de gado, que se move para outras regiões e pode, por sua vez, ser responsável pelo desmatamento (Dufey & Stange, 2010; Wise et al., 2014; Cobuloglu & Büyüktahkin, 2015). Na conversão do iLUC, tanto as mudanças na cobertura do solo quanto as mudanças no manejo da terra causam impactos.

Na Figura 10, é mostrada uma imagem esquemática do impacto gerado no ambiente pela mudança indireta no uso da terra, principalmente devido à expansão da produção da palma.

**Figura 10**– Quadro esquemático dos impactos no ambiente pelas mudanças no uso da terra.



Fonte: Elaboração própria, baseada em Bertzky (2011).

#### 1.4.5 Biodiesel e a emissão de Gases de Efeito de Estufa – GEE

Já tem mais de 1,2 bilhão de veículos a nível mundial, que tem incrementado um 14% em 2018. Esse número de veículos e quilômetros percorridos resultou em um aumento na poluição do ar, principalmente nas cidades. O impacto do diesel e do número de veículos a diesel na frota global de transporte gera um risco real, que traz uma demanda social para criar controles e mitigar a poluição (OECD, 2014; Chang *et al.*, 2017).

O uso de diesel como combustível de transporte tem sido a opção predominante. Estima-se que cerca de 100% dos veículos pesados utilizam esse tipo de combustível, principalmente devido à sua alta eficiência. Entretanto, sua toxicidade constitui um fator importante para a constituição de regulamentações mais restritivas em relação ao seu uso. As emissões tóxicas de escape devido à combustão, representam hoje uma preocupação importante; pois gases como o monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NOX), são responsáveis pelo efeito de estufa na atmosfera e prejudicial à saúde humana (Sadeghinezhda, *et al.*, 2013; Nascimento, *et al.*, 2015; Hasan & Rahman, 2017). Por esta razão, os combustíveis alternativos

foram desenvolvidos e promovidos a partir de fontes renováveis com baixas emissões, para uso em motores a diesel, mediante políticas de governo.

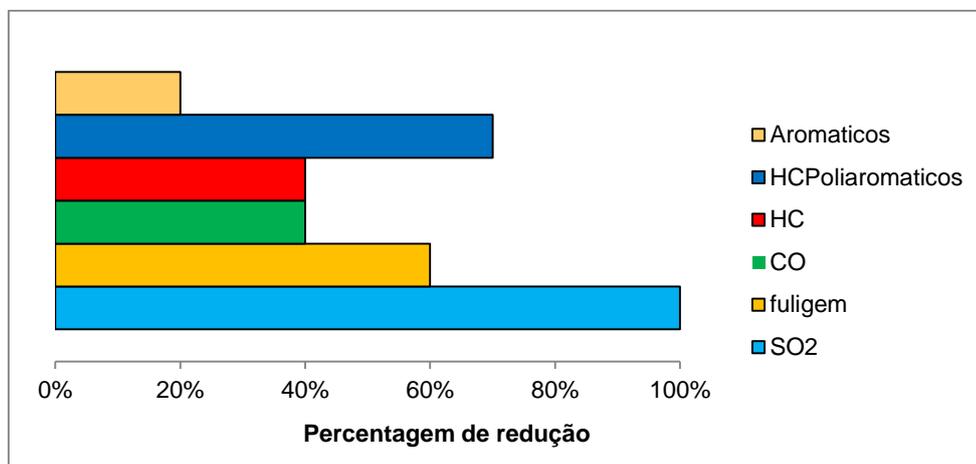
O biodiesel por suas características de ser biodegradável, oxigenado, atóxico e com pouco impacto ao meio ambiente, tornou-se uma boa opção para os motores a diesel, especialmente. Pesquisas mostram que o biodiesel e o diesel possuem propriedades físicas e químicas similares, onde o biodiesel apresenta algumas vantagens em relação ao diesel, como o número de cetano, quase sem enxofre e sem aromáticos, e contém 10-11% de oxigênio. Características que ajudam a reduzir as emissões de hidrocarbonetos (HC), monóxido de carbono (CO) e partículas nos gases de exaustão (Hasan & Rahman, 2017).

É por isso que muitos cientistas e pesquisadores estudaram misturas de biodiesel com diesel, variando suas proporções para investigar sua adequação como combustível. A adição de diferentes percentuais de biodiesel no diesel para uso automotivo é considerada uma oportunidade na promoção da redução de emissões de material particulado (Nascimento *et al*, 2015; Hasan & Rahman, 2017). Estudos realizados concluíram que o SO<sub>2</sub> é totalmente eliminado, a fuligem diminui em 60%, o CO e o poliaromático HC são reduzidos em mais de 70% e os aromáticos diminuem em 15% (Silva e Freitas, 2008).

Embora a adição de biodiesel no diesel para uso no setor de transportes promova a redução de emissões, a emissão de alguns gases é maior durante a combustão. Gases como óxidos de nitrogênio (NO e NO<sub>2</sub>) aumentam sua emissão em 2,6% com a mistura B20 e 13,3% com biodiesel, e o ácido clorídrico (HCl) que aumenta sua emissão em 2,8% com a mistura B20, e 13,6% com biodiesel. No entanto, o nível de emissões varia de um motor para outro e depende das condições de operação do motor, da qualidade do combustível e do design do motor. Pesquisadores sugerem que a mistura B20 oferece melhor desempenho do motor em comparação com o diesel puro, pois foi descoberto que ela tem densidade, viscosidade e ponto de fulgor melhorados, além de um valor calorífico próximo ao diesel, o que levou a um melhor desempenho do motor (Hasan & Rahman, 2017).

Na Figura 11, observa-se a diminuição na emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) produzidos pelo biodiesel.

**Figura 11 –Redução de poluentes devido ao uso de biodiesel.**

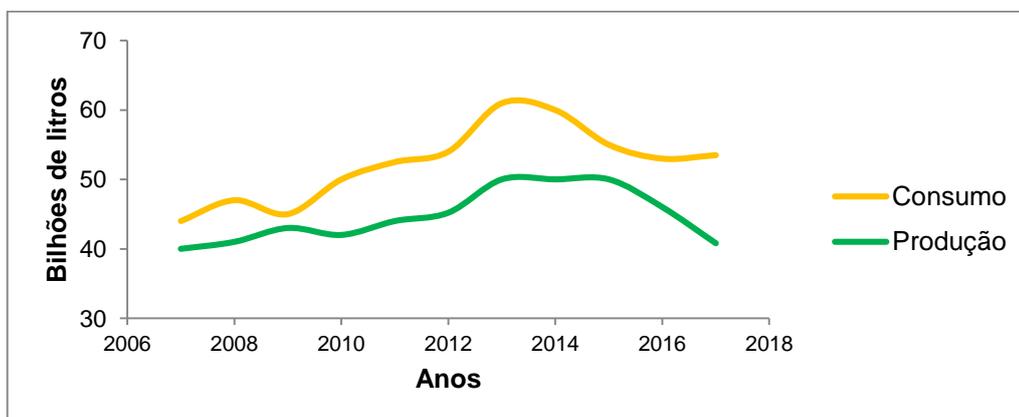


**Fonte:** Elaboração própria, baseada em Silva e Freitas (2008).

### 1.5 Biodiesel na matriz energética brasileira

No Brasil, a forte expansão do consumo de combustíveis no segmento de transportes impôs, em anos recentes, importantes desafios para a política de segurança energética e para as contas externas. Como a capacidade de refino não se expandiu no mesmo ritmo, a necessidade de importações é crescente, implicando no aumento da dependência externa por combustíveis (Rodrigues & Laskann, 2015). Na Figura 12 se visualiza um gráfico da produção e consumo de óleo diesel no Brasil.

**Figura 12– Produção e consumo de óleo diesel no Brasil.**



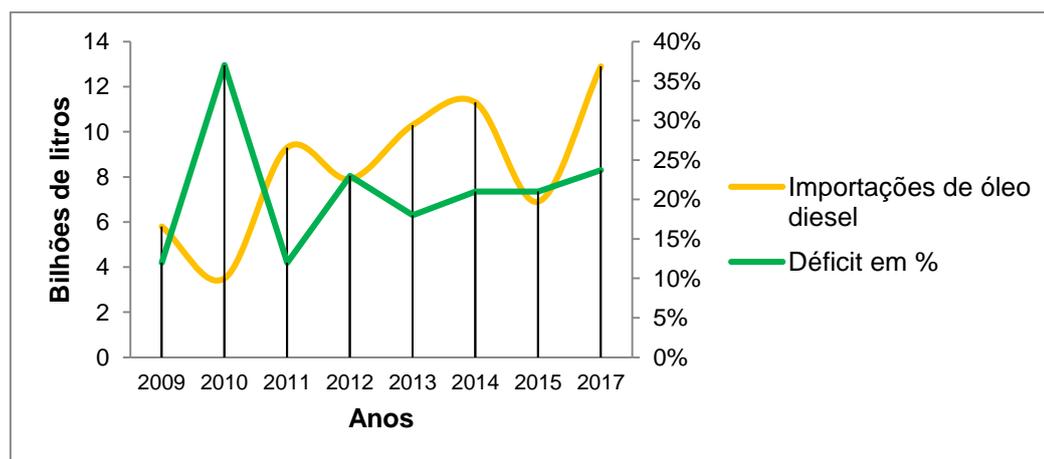
**Fonte:** Elaboração própria, baseada em ANP (2018).

Conforme a ANP, a Petrobrás detém 99% da capacidade brasileira de produção de diesel, somando suas 13 refinarias, enquanto os 4 refinadores privados respondem por apenas 1 %, aproximadamente. A produção total de diesel foi inferior ao seu consumo potencial na última década, conforme demonstrado no gráfico da Figura 12. O consumo de óleo diesel aumentou 33% em apenas 4 anos (2009-2014). A produção no mesmo período teve um incremento de 15,8%. Os principais fatores do crescimento do consumo de diesel no Brasil nestes anos foram o crescimento da economia, o aumento da frota de veículos e o subsídio estatal no preço do combustível.

Como apresenta a Figura 12, a partir do pico histórico do consumo, evidenciado em 2014, a produção interna de diesel começou a declinar. Com a recessão econômica desde o ano de 2015, o consumo de diesel caiu a cifras semelhantes às do ano 2012, com uma redução de 18% em 2017. Segundo a ANP (2018), este fato provavelmente, ocorreu devido à drástica redução dos preços do petróleo no período 2015-2017.

Existe um déficit evidente de óleo diesel. Para atender à demanda, verifica-se que o país se mantém como importador em todo o período histórico. A Figura 13 apresenta as importações de óleo diesel e a percentagem do déficit total do combustível para os anos de 2009 até 2017.

**Figura 13– Importações e déficit nacional de óleo diesel no Brasil.**



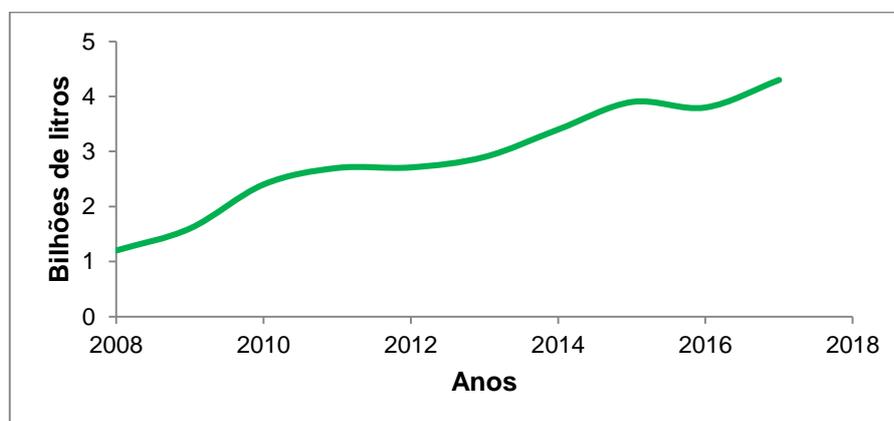
**Fonte:** Elaboração própria, baseada em ANP (2018).

O Brasil tem um déficit histórico de diesel, como já visto anteriormente na figura 13, cuja média de importação situou-se em 15,7 % do consumo nacional entre os anos 2009 e 2017, de acordo com análise dos dados da ANP, expostos nas Figuras 12 e

13. Contudo, em 2017, a participação do diesel importado no país foi de 23,8 %. Segundo a Petrobras, dependendo do nível de produção, é mais rentável exportar petróleo cru e importar óleo diesel, considerando que a produção desse combustível gera outros derivados que não têm valor de mercado. No entanto, isto tem impacto na balança comercial do país e estagnou o nível de utilização das refinarias brasileiras, sendo que o diesel importado é mais caro do que o petróleo vendido no exterior.

O Brasil importou, no ano de 2017, 12,9 bilhões de litros para suprir um déficit de produção de 23%, o que custou mais de 3,5 bilhões de dólares. O incremento da produção de biodiesel no país é, então, um espaço para reduzir as importações de óleo diesel e suprir as demandas de combustíveis no setor de transportes. Em 2017, chegou a produzir, em média, 4,3 bilhões de litros. Destaca-se, a existência de um programa voltado para a produção e utilização do biodiesel no país, o PNPB (ALVES, *et al.*, 2015; MME, 2017). Os dados sobre a indústria nacional de biodiesel salientam que, ao longo dos anos de criação do PNPB, a produção no Brasil totalizou 21,7 bilhões de litros. Na Figura 14 observa-se a evolução da produção do biodiesel no Brasil, de 2008 até 2017.

**Figura 14**– Evolução da produção de biodiesel no Brasil no período de 2008-2017.

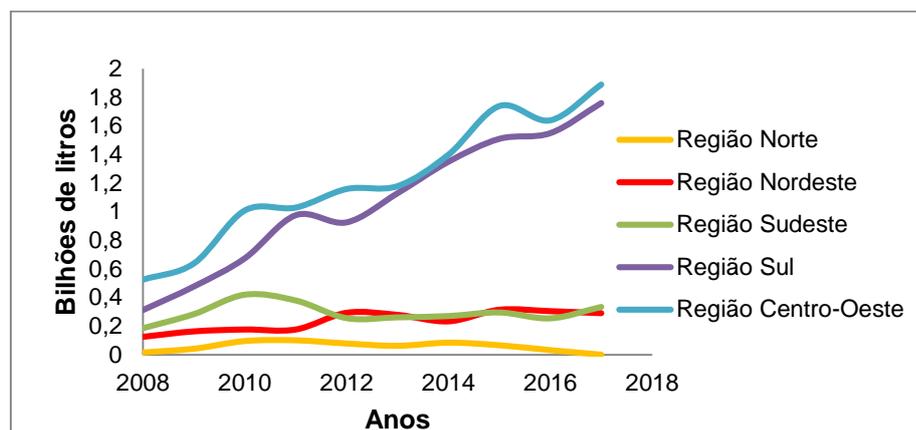


**Fonte:** Elaboração própria, baseada em ANP (2018).

A Figura 15 apresenta a produção de biodiesel nas cinco grandes regiões do Brasil, ao longo de um período histórico de 10 anos. Nela se evidencia a liderança na produção de biodiesel nas regiões Sul e Centro-Oeste, onde predomina o uso de óleo de soja. De acordo com os dados da ANP; a região Sul liderou a produção de biodiesel no cenário nacional, com a participação de 40%. Já o Centro-Oeste foi responsável

por 39% da produção brasileira, seguida pelo Sudeste, com 12%. Nordeste e Norte representaram, respectivamente, 6% e 3% da produção nacional.

**Figura 15**– Evolução da produção de biodiesel segundo as grandes regiões no período de 2008-2017.



Fonte: Elaboração própria, baseada em ANP (2018).

### 1.5.1 Marco legal do biodiesel no Brasil

O governo brasileiro tem promovido a diversificação da matriz energética nacional, com o fim de impulsionar o crescimento econômico e desenvolvimento. A política energética nacional foi definida a partir da Lei 9.478, de 6 de agosto de 1997, por meio da qual o Governo cria diretrizes e normas para incorporar os biocombustíveis na matriz energética. O programa de biodiesel, incorporado no debate sobre a matriz energética somente na última década do século XX, previu a criação de uma fonte renovável de energia derivada de produtos agrícolas, da biomassa e de outras matérias orgânicas, além de produtos de origem animal. Esta política pretende diminuir a dependência em relação aos combustíveis fósseis, e impulsionar a geração de renda para as famílias camponesas (Miranda & Carmo, 2009).

Na década de 1980, a produção de biodiesel como energia alternativa já se fazia presente na agenda do Governo Federal. O Programa Nacional de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos (Proóleo) foi lançado em 1980. Entretanto, o debate em torno da produção de biodiesel somente foi intensificado na década de 1990. Em 2001 foi realizado o seminário “Potencial do biodiesel no Brasil”, no qual ficou comprovada a viabilidade econômica para uma política nacional de substituição

gradativa do óleo diesel pelo biodiesel. Com base nesse seminário, o Governo Federal criou, em 2002, o Programa Brasileiro de Biocombustíveis (Probiodiesel). Em 2003, o Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) foi nomeado por decreto da Presidência da República para apresentar estudos de viabilidade da produção e utilização do biodiesel como fonte alternativa de energia no País. Com base nesses estudos, em dezembro de 2004, foi lançado o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) (Silva, 2013).

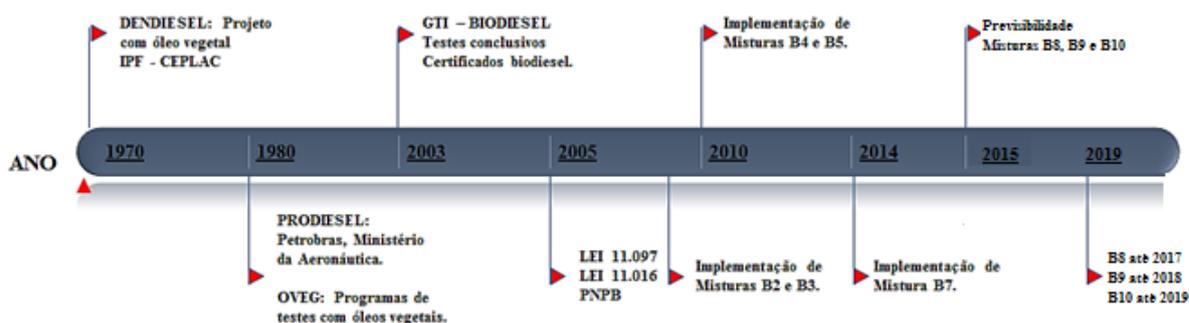
Uma das primeiras ações resultantes do PNPB foi o estabelecimento de percentuais mínimos de biodiesel para ser misturado com diesel, por meio da Lei 11.097/2005, que garantiu a inclusão do biodiesel na matriz energética brasileira. O Governo designou a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, como órgão regulador da indústria de biodiesel e responsável por supervisionar as atividades dos membros da indústria, garantindo a qualidade do produto e preços compatíveis para o biodiesel (Domingos *et al.*, 2012).

A Lei federal 11.097 (Brasil, 2005) estabeleceu a meta de mistura obrigatória. A percentagem de mistura é definida de acordo com dois fatores: (i) condições técnicas relacionadas à aceitação da mistura pelos motores e pela capacidade produtiva das empresas de biodiesel e (ii) nível de consumo de diesel no mercado nacional, definido pelo movimento do mercado consumidor final (Geraldés *et al.*, 2014).

O Brasil, ao longo dos anos, adotou diferentes mecanismos de política pública para promover o uso do biodiesel como parte da sua matriz energética. O país se antecipou em quase 30 anos. Com efeito, o Brasil acumula uma experiência considerável em biocombustíveis, merecendo destaque o Programa Nacional do Alcool, implantado em 1975.

Como mostrado na Figura 16, verificam-se distintas fases na incorporação do biodiesel à agenda da política pública no Brasil.

**Figura 16**– Evolução da política pública do biodiesel no Brasil.



Fonte: Elaboração própria, baseada em Silva (2013); MME (2017).

Durante o período de transição, de 2005 a 2007, um acréscimo de 2% de biodiesel ao diesel mineral (B2) foi opcional. Depois disso, foi necessária a adoção de certa percentagem de biodiesel ao diesel vendido no Brasil. A disposição do biodiesel tem aumentado ao longo do tempo. Nos primeiros seis meses de 2008 o consumo de diesel teve que conter 2% de biodiesel (B2). A proporção de biodiesel aumentou de 3% (B3) em 1 de julho de 2008, para 4% (B4) um ano mais tarde, e para 5% (B5) desde janeiro de 2010 (três anos antes da meta inicial). E, finalmente, após um longo hiato, a obrigatoriedade do biodiesel foi aprovada para B6 em julho/2014 e B7 em novembro/2014. Atualmente a mistura é de 10% (B10). Os resultados obtidos mostram que, comparado com o preço e consumo do diesel convencional, a proporção de biodiesel na mistura de diesel (B5) aumentou 1,7% o preço aos consumidores e diminuiu 1,5% do consumo (Silva, 2013; MME, 2017)

- **Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel (PNPB)**

As diretrizes do PNPB no Brasil estão gerenciadas dentro de um quadro regulatório que provê incentivos e favorece a inclusão da agricultura familiar, a diversificação das matérias-primas e o desenvolvimento das regiões mais pobres na produção do biodiesel (Domingos *et al.*, 2012). Pela estrutura do PNPB, a agricultura familiar é vista como uma chave na cadeia produtiva do biodiesel. O sucesso do

Programa foi relacionado à maior incorporação dos produtores rurais. O caminho para melhorar a renda e a inclusão social dos agricultores familiares tem sido vinculado à transferência de tecnologia e de conhecimento, com a implantação dos sistemas de produção para diversificar e ampliar a produção de alimentos e de matérias-primas energéticas (Roehe, 2009).

O Governo brasileiro pretende combinar a promoção da mistura de biocombustível com a sustentabilidade social através da proteção e melhoria do desenvolvimento econômico e social dos agricultores familiares. Apesar dessa preocupação, o PNPB deixou de fora a questão ambiental que atualmente ganha importância com a nova política pública para biocombustíveis, a RenovaBio, e motiva o potencial de mitigação de CO<sub>2</sub> associado ao uso do biodiesel em substituição ao diesel comum.

Rathmann (2011) sustenta que existem outras razões por trás da implantação do PNPB: (i) a melhoria potencial na balança comercial do país, já que o Brasil é um importador líquido de diesel; (ii) a disponibilidade de muitas plantas oleaginosas adequadas para a produção do biodiesel, sem implicação negativa sobre a segurança alimentar; (iii) a possibilidade de substituição entre o biodiesel e o diesel comum; (iv) a eficiência energética do ciclo de produção de biodiesel.

A inclusão do agricultor familiar na política apresenta dois principais instrumentos: (i) o Selo de Combustível Social (SCS), e (ii) um sistema especial de tributação. Estes instrumentos são projetados para facilitar e estimular a inclusão e participação dos agricultores familiares das regiões norte e nordeste na produção de biocombustíveis. O SCS é concedido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) às empresas que compram um percentual mínimo de matéria-prima a partir de pequenos agricultores e somente aquelas que possuem o SCS estão autorizadas a colocar seu biodiesel no mercado de biodiesel brasileiro. Além disso, as empresas de biodiesel são obrigadas a prestar assistência técnica e apoio a esses agricultores familiares, o que significa que têm que apoiar e estimular os agricultores familiares a melhorar seus sistemas e práticas agrícolas. O modelo tributário dá suporte a este objetivo reduzindo os impostos, dependendo da região e tipo de cultura. Por exemplo, os agricultores familiares do norte e nordeste que produzem mamona ou dendê pagam impostos mais baixos do que os grandes agricultores do Centro-Oeste que produzem óleo de soja (Gucciardi & Vianna, 2009; Stattman, 2014; Rico, 2015).

Um aspecto importante da inclusão social é a forma como os agricultores estão participando no Programa. Além desse aspecto, o desafio do PNPB é monitorar o crescimento da capacidade instalada, reduzir a dependência da soja e, portanto, reduzir as influências dos preços internacionais no fornecimento das matérias-primas para o Programa (Gucciardi & Vianna, 2009; Silva, 2013).

Para vencer estes desafios, o governo se pautou em uma abordagem mais integrada de desenvolvimento rural, visando (Stattman & Mol, 2014):

- Garantir que os benefícios socioeconômicos do PNPB se tornem disponíveis para a agricultura familiar.
- Estimular agricultores familiares para uma maior organização através de associação cooperativa.
- Fornecer assistência técnica e comercialização das culturas de óleo e coprodutos produzidos por agricultores familiares.
- Disseminar conhecimentos técnicos sobre as culturas de óleo e co-produtos entre os agricultores familiares.
- Troca de experiências sobre tecnologias, produção e comercialização das culturas de biodiesel.

### **1.5.2 Participação social e o biodiesel no Brasil**

As regiões Norte e Nordeste apresentam queda na produção de biodiesel desde o ano 2016, como mostra a figura 15, representando uma diminuição em percentagem de 80% e 4% no 2017, respectivamente. Contrariamente, para o ano 2017 as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste incrementaram significativamente sua produção em 32,4%, 13,2% e 15,1%, respectivamente, em relação ao ano de 2016.

A participação social no Brasil ocorre por meio do Selo Combustível Social (SCS), concedido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA)<sup>3</sup> ao produtor de

---

<sup>3</sup> O Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) do Brasil foi criado em 25 de novembro de 1999 pela medida provisória Nº 1.911-12 e sua última estrutura regimental foi definida pelo decreto Nº 7.255 de 4 de agosto de 2010. Tinha por competências a reforma agrária e reordenamento agrário, regularização fundiária na Amazônia Legal, promoção do desenvolvimento sustentável da agricultura familiar e das regiões rurais e a identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas pelos remanescentes das comunidades dos quilombos. Extinto em 12 de maio de 2016 através da medida provisória Nº 726, que alterou e revogou a Lei Nº 10.683, de 28 de maio de 2003, transferindo na época suas competências para o Ministério do Desenvolvimento Social (MDS). Substituído agora pela Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário da Casa Civil da Presidência da República (SEAD) do Brasil que foi criada em 27 de maio de 2016 pelo decreto nº 8.780 e sua última estrutura regimental foi definida pelo decreto nº 8.786 de 14 de junho de 2016.

biodiesel que adquirir um percentual mínimo de matérias-primas oriundas da agricultura familiar. As empresas que possuem essa identificação recebem incentivos fiscais e participação assegurada de 80% nas negociações do combustível nos leilões públicos da ANP; bem como melhores condições de financiamento junto aos bancos que operam o PNPB. Em troca, elas devem firmar contratos de aquisição de produtos da agricultura familiar para a produção do biodiesel e devem prestar assistência técnica aos agricultores (SEAFDA, 2017).

Os agricultores familiares também têm acesso a linhas de crédito do PRONAF, por meio dos bancos que operam com esse Programa; assim como acesso à assistência técnica, fornecida pelas próprias empresas detentoras do SCS, com apoio do MDA por meio de parceiros públicos e privados. Com isso, o produtor teria a possibilidade de gerar maior renda, sem deixar a atividade principal de plantio de alimentos. Essa nova linha visa viabilizar a safrinha e manterão suas produções de outros produtos. O limite de crédito e as condições do financiamento seguem as mesmas regras do grupo do PRONAF em que o agricultor estiver enquadrado (MDA, 2015).

O percentual mínimo de aquisições de matéria-prima do agricultor familiar, feitas pelo produtor de biodiesel para fins de concessão, manutenção e uso do Selo Combustível Social, fica estabelecido em: nas regiões Norte e Centro-Oeste o percentual é de 15%, nas regiões Sudeste, Nordeste e Semiárido o percentual é de 30% e na região Sul o percentual é de 40% (MDA, 2015). Para o ano 2016, de acordo com os dados da Tabela 4, as percentagens de famílias fornecedoras de matéria prima nos arranjos do SCS por região correspondem a: região Norte 0,36%, região Nordeste 2,7%, região Centro-Oeste 5,8%, região Sudeste 1,5% e região Sul 89,6% (SEAD, 2018).

A Tabela 3 apresenta a evolução do número de famílias que participam do Selo de Combustível Social no período de 2008 a 2016, em cada uma das grandes regiões do país.

**Tabela 3** –Número de famílias e cooperativas fornecedoras de matéria-prima nos arranjos do SCS por região.

Região	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Norte	215	177	246	56	60	327	313	304	260
Cooperativas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nordeste	17.187	17.711	41.253	37.226	25.210	12.949	4.757	3.926	1.923
Cooperativas	1	5	10	5	6	4	9	7	9
Centro-Oeste	2.400	2.550	3.388	3.533	4.513	5.133	4.757	4.548	4.109
Cooperativas	1	8	6	9	14	16	12	9	7
Sudeste	87	1.457	3.297	2.486	2.378	2.287	1.837	1.818	1.040
Cooperativas	0	1	1	2	2	2	0	2	4
Sul	8.767	29.152	52.187	60.994	60.512	63.058	61.815	61.889	63.191
Cooperativas	18	28	42	49	52	55	57	64	59

Fonte: Elaboração própria, baseada em SEAD (2018).

Na Tabela 4, são apresentadas as percentagens de matéria-prima proveniente da agricultura familiar necessária para obter o SCS, segundo a lei 11.116 de 18 de maio de 2005.

**Tabela 4** – Porcentagem de matéria-prima necessária para obter o SCS por região.

Região	% colheita até 2009	% colheita 2009/2010	% colheita 2010/2011	% colheita 2014/2015	% colheita 2016/2017
Centro-Oeste	10	10	15	15	15
Norte	10	10	15	15	15
Nordeste	50	30	30	30	30
Semiárido	50	30	30	30	30
Sudeste	30	30	30	40	30
Sul	30	30	30	40	40

Fonte: Elaboração própria, baseada em Stattman e Mol (2014), MDA (2015), SEAD (2018).

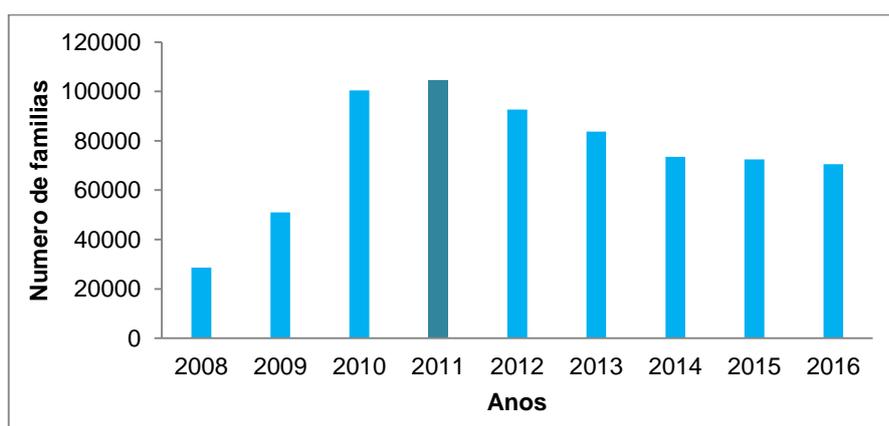
Conforme modificações inseridas na normatividade do MDA, ao longo dos anos 2009 a 2017, foram sendo alterados os percentuais de obrigatoriedade de compra de matéria-prima para produção de biodiesel pelas empresas detentoras do SCS. Essas mudanças na percentagem obrigatória de compra de matéria-prima refletiram diretamente no total de participação das regiões no PNPB. Como se observa na Tabela 4, na primeira alteração, realizada no 2009, ouve um acréscimo no porcentual em relação à compra de matéria-prima do Nordeste. Neste ano, essa região destacou-se por ser uma das que abrigavam o maior número de agricultores familiares em relação às demais. Outra mudança significativa veio a partir do ano 2012, quando foi incentivada a compra de matéria-prima no Sul do país, onde se destaca a plantação de soja, como principal oleaginosa cultivada. Segundo a Fundação Getúlio Vargas

(FGV), a agricultura familiar tem sido grande aliada para o mercado do biodiesel; pois cerca do 30% do volume de biodiesel produzido no país têm origem na agricultura familiar, sendo que mais de 70% desse volume vêm do cultivo da soja.

Em 2015, foram adquiridos por usinas fabricantes de biodiesel 3.9 milhões de toneladas de matéria-prima, de aproximadamente 75 mil famílias, mais de 100 cooperativas de agricultores familiares (BIODIESELBR, 2016). Na Figura 17 mostra-se a evolução ao longo do tempo a participação da agricultura familiar nos arranjos do SCS.

Como evidenciado a Tabela 3, os números de cooperativas de agricultores não são equitativos entre as regiões brasileiras. A região Sul possui o maior número de cooperativas que as demais regiões, fato atribuído a que essa região do país tem desenvolvido o sistema de cooperativas desde a década do 50s. Ao promover o aumento da percentagem de aquisição na região Sul se tende a diminuir a oportunidade de diversificação de matéria-prima conforme ao estabelecido pelo PNPB. Sem embargo, a participação dessas cooperativas não se mostra prejudicial para o programa; ao contrário demonstra ser muito interessante, pois as outras regiões não estão preparadas, e nem organizadas efetivamente para disputar esta fatia de mercado do setor de biodiesel.

**Figura 17–** Evolução do número de famílias fornecedoras de matérias-primas nos arranjos do SCS, período de 2008-2016.



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em MDA (2016).

Conforme a Figura 17, o ano de 2011 registrou o maior número de famílias participando dos arranjos do SCS. Já os cinco anos seguintes apresentaram declínio na participação dos agricultores familiares, especialmente na região Nordeste – dado

que se observa na tabela 3. Este acontecimento, de acordo ao SAEFDA (2017), foi atribuído aos anos consecutivos de fenômeno climático da seca. Avaliou-se que os anos 2011 a 2013, foram os piores anos de seca prolongada nos últimos 50 anos, o que refletiu em que boa parte de agricultores familiares não sustentaram sua produção nesse cenário, tendo um declínio acentuado na produção de oleaginosas. Porém, sem a produção da matéria-prima dos agricultores contratados, as indústrias de biodiesel que investiram na aquisição de matéria-prima na região tiveram que rever seus arranjos comerciais.

### **1.5.3 Matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel no Brasil**

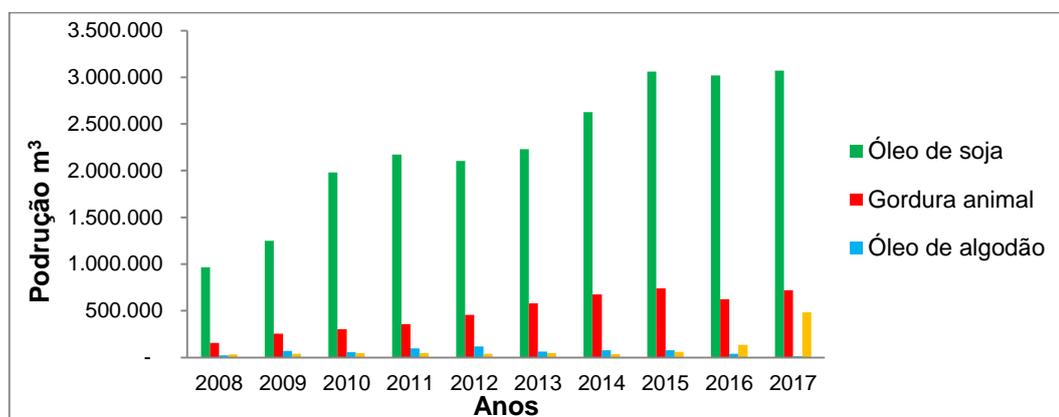
No Brasil, apesar da soja representar um dos menores desempenhos em relação ao rendimento de óleo, é a mais utilizada devido à organização de sua cadeia produtiva (Isolani & Tonin, 2013).

O óleo de soja continuou sendo a principal matéria-prima para a produção de biodiesel em 2017, equivalente a 71,6 % do total, com uma alta de 1,714% em relação a 2016. A segunda matéria-prima no ranking de produção das usinas em 2017 é a gordura animal, com 16,8%, após um aumento de 15,85% em relação a 2016, seguida pelo óleo de algodão, representando 0,29% do total, e outras matérias-primas 11,3% (ANP, 2017).

Os riscos agrícolas no mercado nacional de energia estão ligados à flutuação do mercado internacional de commodities. Esta é uma vulnerabilidade que está muito além do controle do Governo brasileiro. Porém, a diversificação de matéria-prima é uma alternativa para reduzir esses riscos. Outras sementes como possíveis matérias-primas alternativas são o babaçu, macaúba, pequi e óleo de coco. Alguns deles já foram usados para produzir biodiesel, como a macaúba. No entanto, eles ainda precisam melhorar a escala de produção (DIAS, 2016).

Na Figura 18, pode-se observar a produção das principais matérias-primas para a produção de biodiesel entre os anos 2008 até 2017.

**Figura 18**– Principais matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel no Brasil, no período de 2008-2017.



Fonte: Elaboração própria, baseada em ANP (2017).

Na Tabela 5, são apresentados os percentuais das matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel por região, para o ano 2018.

**Tabela 5** – Materias-primas utilizadas para a produção de biodiesel por região.

Matéria-prima	Região (%)				
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
Óleo de soja	64,4	33	81,4	21	72,5
Gordura bovina	22,5	20,5	6,5	28,5	12
Óleo de algodão	0	4,3	1,8	0	0,4
Outros materiais graxos	1,5	22,2	8	15,9	12,9
Óleo de fritura	0	0	0	11,7	0
Gordura de porco	0	0	0	14,3	0
Gordura de frango	0	0	0	2,8	0
Óleo de palma	11,1	20	1,9	5,5	0

Fonte: ANP (2018).

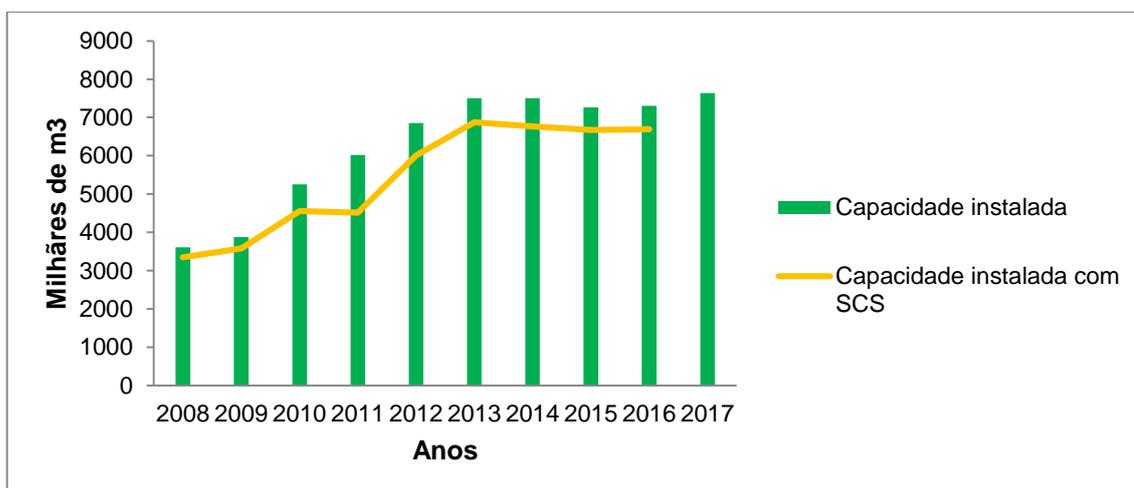
O percentual de matéria-prima apresentado na Tabela 5, refere-se ao total de matéria-prima processada por região e foi extraído do Sistema de Movimentação de Produtos da ANP, na última atualização do ano 2018.

Como se observa na Tabela 5, as principais matérias-primas para a produção de biodiesel, o óleo de soja predomina nas regiões de Norte, Centro-Oeste e Sul; e a gordura bovina é relevante nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste. Outras matérias-primas importantes na produção brasileira de biodiesel são o óleo de algodão cuja produção é significativa na região Nordeste, e o óleo de palma nas regiões de Norte e Nordeste.

#### 1.5.4 Capacidade produtiva de biodiesel no Brasil

No Brasil, a capacidade instalada, autorizada a operar comercialmente em 2017, ficou em 7.635,6 mil m<sup>3</sup>/ano. Dessa capacidade, 92% são referentes às empresas detentoras do Selo Combustível Social. Havia 48 unidades aptas a operar comercialmente, do ponto de vista legal e regulatório, com uma capacidade média instalada de 152 mil m<sup>3</sup>/ano. Destas, 37 detinham o Selo Combustível Social e 11 não possuíam selo. Os gráficos a seguir apresentam a evolução histórica (2008-2017) da capacidade instalada para produção de biodiesel no Brasil, e a quantidade de usinas autorizadas pela ANP para produzir com SCS.

**Figura 19** – Evolução da capacidade instalada de produção de biodiesel no Brasil.



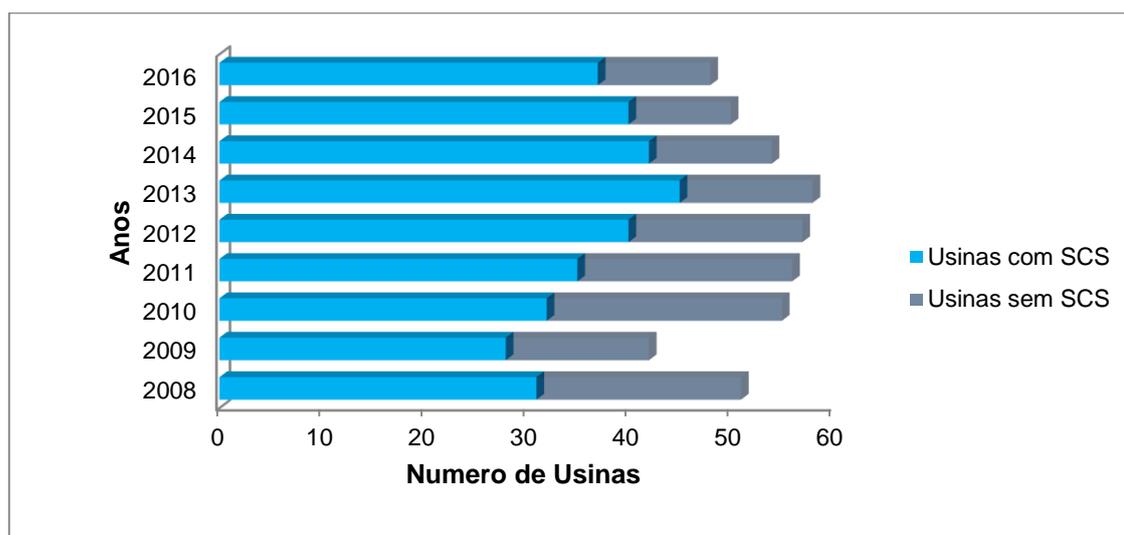
**Fonte:** Elaboração própria, baseada em MME (2016); ANP (2018).

Como se observa na Figura 19, a capacidade instalada para a produção de biodiesel no país desde a instauração da mistura obrigatória no ano 2008 até o ano 2017 tem tido um crescimento de 53%. A capacidade instalada das usinas detentoras do SCS tem acompanhado esse crescimento em menor proporção com um 49%. Da capacidade total instalada no país o 87% possuem a concessão do direito de uso do SCS que permite ao produtor de biodiesel ter acesso as alíquotas de PIS/Pasep e Confins, e celebrar previamente contratos de compra e venda de matérias-primas com os agricultores familiares ou com suas cooperativas.

A Figura 20, apresenta um gráfico do número de usinas com e sem SCS. Observa-se que desde o ano 2008 até 2016 o número de usinas sem SCS têm

diminuído um 45%; e as com SCS têm aumentado um 17%. Ao longo dos 10 anos se visualiza que desde o ano 2009 até 2013 a quantidade total de usinas incrementou paulatinamente; e a partir desse ano começaram a diminuir aproximadamente um 9% cada ano até o ano 2016.

**Figura 20** – Número de usinas com Selo de Combustível Social.



Fonte: Elaboração própria, baseada em MME (2016).

A Tabela 6, contempla as usinas autorizadas de comercialização de biodiesel pela ANP, nas regiões produtoras do Brasil no ano 2017.

**Tabela 6** – Capacidade instalada de biodiesel por região no Brasil.

Região	Número de Usinas	Produção Mil m <sup>3</sup> /ano	Capacidade instalada	
			Mil m <sup>3</sup> /ano	%
Norte	3	7,8	241,6	3
Nordeste	3	290,9	455,4	6
Centro-Oeste	21	1896,3	3026,3	39
Sudeste	8	334,1	994	12
Sul	13	1762,2	2.918,3	40
Total	48	4291,3	7.635,6	100

Fonte: MME (2016); ANP (2017).

Como mostra a Tabela 6, as regiões Centro-Oeste e Sul apresentam uma capacidade de produção excedente, que vem sendo observada desde a incorporação do biodiesel na matriz energética brasileira. Fato atribuído à expectativa inicial de sucessivos aumentos do mandato obrigatório, por parte deste setor, que se traduziu em aumento da capacidade anual instalada, principalmente por empresas do

complexo da soja. Inclusive, este crescimento continuou após o ano de 2010, quando o mandato de mistura ficou estagnado por quatro anos consecutivos. Sem embargo, nestes últimos três anos deram-se aumentos rápidos nos percentuais de mistura. Segundo a EPE (2017), com os novos teores previstos, no futuro será necessário aumentar a capacidade instalada, com o intuito de uma maior mobilização do setor.

### **1.5.5 Investimentos futuros no setor de biodiesel no Brasil**

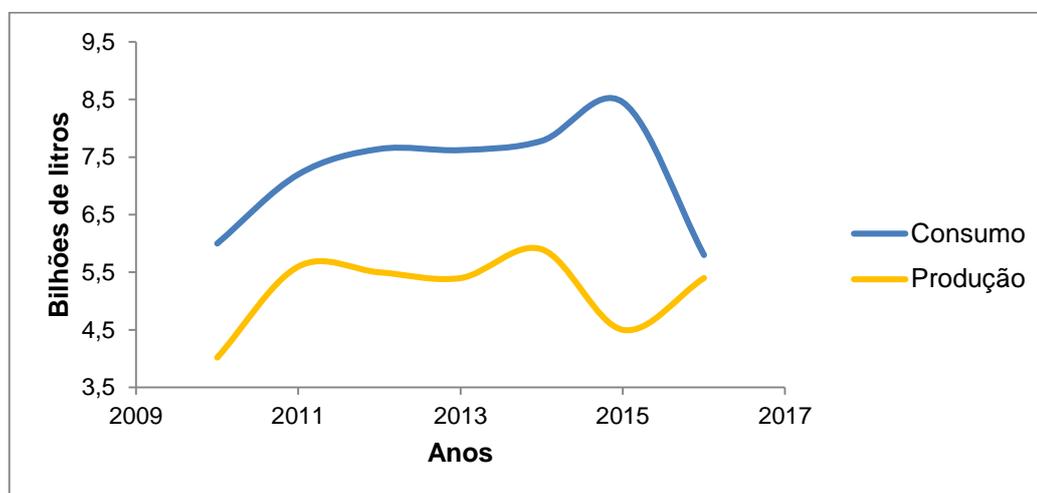
A criação de políticas públicas para o segmento tornou-se um fator primordial para institucionalizar a diretriz de longo prazo, com vistas a viabilizar o aproveitamento de oportunidades de investimentos no setor de biodiesel. Um exemplo disto é o RenovaBio, criado pelo MME em 2016, como medida para assumir os compromissos do acordo de Paris (COP21), cuja proposta pretende expandir a produção de biocombustíveis no país, visando à descarbonização do transporte e a eficiência energética. Com o cumprimento desses compromissos, o País espera expandir a produção de biocombustíveis, baseada na previsibilidade, na sustentabilidade ambiental, econômica e social, e compatível com o crescimento do mercado. Essa política deve, possivelmente, atrair novos investimentos e, conforme as previsões de APROBIO (2018), os investimentos no setor podem chegar a R\$ 22 bilhões até 2030; uma vez que, só no período entre 2016 a 2018, o biodiesel contribuiu com a geração de R\$ 90 bilhões em Produto Interno Bruto (PIB), mais de 200 mil empregos e evitou a emissão de 20,4 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera.

Nos próximos anos a participação do biodiesel na matriz energética será cada vez maior, em função do aumento do percentual obrigatório e das metas estabelecidas no acordo de Paris para 2030, quando os biocombustíveis devem representar 24% do consumo do setor de transportes. O potencial de crescimento do biodiesel é ainda maior, em função de deliberação do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) que vai estipular o aumento anual de 1 ponto porcentual na mistura de biodiesel a partir de junho de 2019, até o limite de 15% em 2023. Além disso, investimentos em novas unidades e expansões de capacidade de extração de óleo e de produção de biodiesel originam oportunidades importantes para o crescimento do setor. O setor de biodiesel os últimos anos tem se mostrado muito dinâmico, portanto não deverão ocorrer gargalos em relação à expansão da capacidade instalada de produção.

## 1.6 Biodiesel na matriz energética colombiana

O incremento da demanda e a necessidade de cumprir com as normas estabelecidas, no sentido de utilizar óleo diesel com menores níveis de enxofre, são os principais fatores que tem motivado as importações do combustível. As importações de óleo diesel estariam custando ao país 187,5 milhões de dólares ao ano. Na Figura 21, apresenta-se a produção e consumo anual de óleo diesel desde 2010 até 2017.

**Figura 21** – Produção e consumo de óleo diesel na Colômbia.



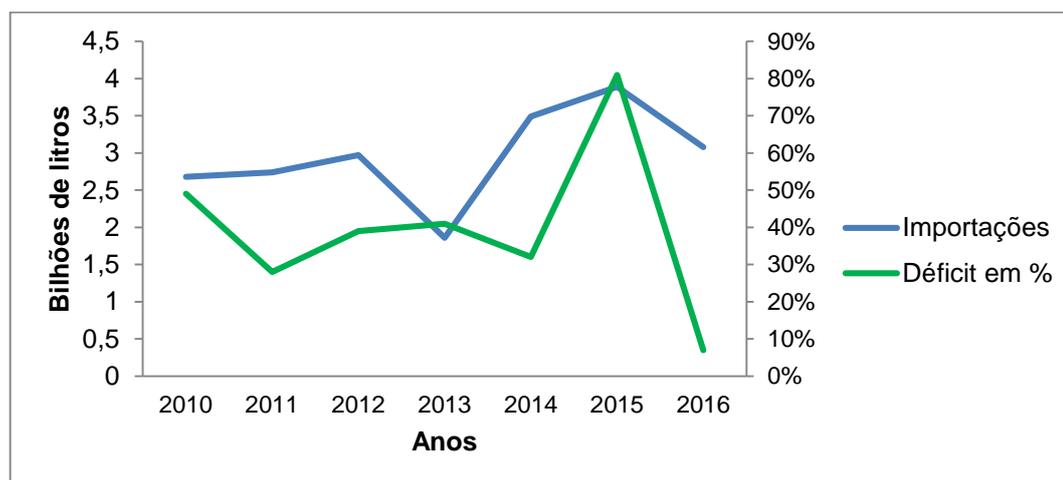
**Fonte:** Elaboração própria, baseada em UPME (2016).

É evidente, como mostrado na Figura 21, que a demanda pelo óleo diesel na Colômbia é significativa com respeito à produção. Para garantir o abastecimento do combustível, vê-se a necessidade de gerar importações; pois, como ilustrado na Figura 22, o déficit na produção do óleo diesel representa, aproximadamente, um 45% ao longo dos 10 anos ilustrados. É possível observar na Figura 21, que no ano 2015 houve uma diminuição significativa da produção de diesel, seguramente pela alça nas importações do combustível, advindas dos protestos e bloqueios das rodoviárias em varias regiões do país por varias semanas, o que forçou a importação de cerca de 3,4 milhões de litros de diesel do Equador. Desde o ano de 2010 a 2015, houve um incremento importante no consumo do combustível, principalmente pelo aumento dos carros com motor a diesel, pois carros particulares e veículos pequenos estão sendo repassados para este combustível, por seu baixo preço comparado com a gasolina.

Já no ano de 2016, observa-se um aumento na produção de óleo diesel na Colômbia, o que, conseqüentemente, se traduz em uma diminuição das importações, como mostra a Figura 21. Esse fato é atribuído à entrada em operação de duas refinarias do combustível no país. Neste mesmo período, ocorre uma diminuição no consumo, devido aos bloqueios de estradas e a greve de caminhoneiros que ocorreram nos meses de março, abril e junho, impactando notoriamente o transporte de cargas que suspendeu suas atividades no período e, portanto, a demanda por esse combustível.

Na Figura 22, mostra-se a evolução das importações de óleo diesel, fazendo um paralelo com a porcentagem de déficit de produção.

**Figura 22 – Importações e déficit nacional de óleo diesel na Colômbia.**



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em UPME (2016).

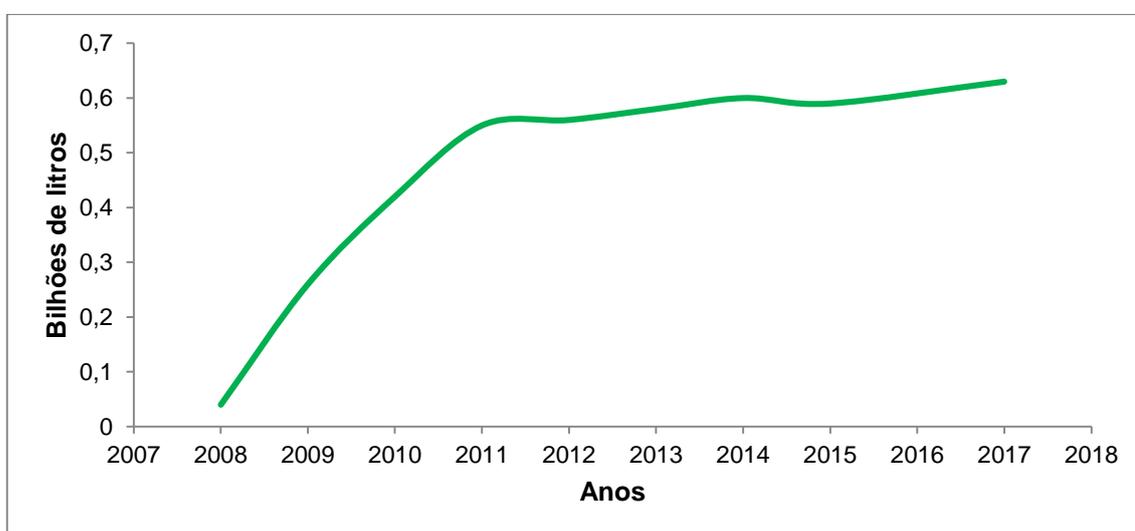
Quatro anos após o Brasil, no ano de 2008, tem início a produção industrial do biodiesel na Colômbia. Neste ano foram produzidos 0,04 bilhões de litros. Nos três primeiros anos (2008, 2009 e 2010) apresentaram-se as maiores taxas de crescimento. Entre os anos 2008 e 2009 registrou-se um crescimento da produção de biodiesel na ordem de 617%, enquanto entre os anos 2009 e 2010 o incremento da produção foi do 107%. Como visto na Figura 23, a produção de biodiesel cresceu nos últimos três anos (2012, 2013 e 2014) a um ritmo mais lento que nos quatro primeiros anos. Em 2015 a produção foi de 0,59 bilhões de litros.

Entre os anos 2010 e 2011, o crescimento foi de 31,18%, em 2011 e 2012 aumentou 10,60% e entre 2012 e 2013 apresentou-se um incremento do 2,72%. Para o ano 2014, o nível da produção cresceu 3% em relação ao ano de 2013. No período

de 2015 a 2016, houve uma diminuição na produção de 11%, como resultado das difíceis condições climáticas nas principais regiões produtoras de óleo de palma. Já em 2017 houve um incremento do 7%, impulsionado por um maior mandato de mistura e das condições normais de cultivo de palma.

Este incremento dos níveis da produção ao longo dos 10 anos foi devido, principalmente, aos estímulos financeiros e tributários estabelecidos no país para incentivar o investimento no setor do biodiesel e na matéria-prima local (óleo de palma) (Lombana *et al.*, 2015).

**Figura 23**– Evolução da produção de biodiesel na Colômbia.



Fonte: Elaboração própria, baseada em Fedebiocombustibles (2015).

### 1.6.1 Marco legal do biodiesel na Colômbia

Durante a última década, o Governo colombiano também promoveu a produção e utilização de biocombustíveis, como parte de uma estratégia para reduzir a dependência do petróleo e apoiar o desenvolvimento rural. Esta política é apoiada por diferentes disposições estabelecidas para regular, implantar, controlar, e apoiar a produção, transporte e uso do biodiesel. A Lei 693 de 19 de setembro de 2001, e a Lei 939 de 31 de dezembro de 2004, são as bases das políticas de isenções fiscais e de padrões de qualidade (Rincon, 2015). A política teve como propósito principal a diversificação da matriz energética, mediante o uso de alternativas para o desenvolvimento nas esferas econômica, social e ambiental (Ministério de Minas y

Energia, 2009). Particularmente, para o biodiesel e de acordo com o Ato Político 2629 de 2007, a mistura B10 deveria ser implantada desde 2010 e a mistura B20 desde 2012. No entanto, essas metas de mistura não foram alcançadas nestes anos (Rincón, 2015).

A Figura 24 apresenta o desenvolvimento cronológico da inserção do biodiesel à política pública na Colômbia.

**Figura 24–** Evolução da política pública do biodiesel na Colômbia.



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em Rincón (2015).

Na Colômbia, por meio de promulgação do programa de mistura, em 2008, estimulou a meta de mistura dos biocombustíveis, mediante um escalonamento na mistura dos biocombustíveis provenientes do óleo de palma com combustíveis fósseis. O uso das misturas do diesel-biodiesel começou com a mistura B5 (5% biodiesel de palma, 95% diesel) em algumas das regiões da Costa Atlântica. O uso da mistura e o seu incremento têm ocorrido de maneira sistemática, de acordo com o início da produção das usinas do biodiesel. A Colômbia foi o primeiro país da América do Sul a determinar o uso obrigatório de uma mistura de 5% de biodiesel em todo o setor de transporte (Cuéllar, 2010).

De fato, em 2012 a resolução 91.664 estipulou uma mistura de 8%. Posteriormente, para o 2017 se tem uma mistura de 9% e, recentemente, o Departamento Nacional de Planejamento (DNP), por meio do Conselho Nacional das Políticas Econômicas e sociais (CONPES) indicou que a demanda de biodiesel até 2018 pode ser atendida com a mistura B10 (10%), demonstrando que as atuais políticas de expansão da produção prosseguirão.

- **Programa Nacional do biodiesel na Colômbia**

A política do biodiesel na Colômbia é um instrumento do Governo nacional que foi desenhado para o desenvolvimento de estratégias técnicas, econômicas, regulatórias, logísticas e ambientais para estimular a produção de biodiesel. Esta política específica, respaldada no Programa Nacional do Biodiesel, têm três objetivos principais: (i) o desenvolvimento do setor agrícola, com ênfase na geração de emprego rural sustentável, com a expansão dos cultivos das matérias primas existentes no país; (ii) a diversificação da matriz energética, com a produção do biodiesel, dentro de um marco de produção eficiente e sustentável nos âmbitos econômico, social e ambiental, que lhe possibilite concorrer com o mercado externo; (iii) a redução do impacto ambiental dos combustíveis fósseis (Amaya, 2009; Cuellar, 2010; García & Calderón, 2012).

Os objetivos do Programa podem ser agrupados em quatro grandes temas: seguridade energética, proteção ao meio ambiente, desenvolvimento rural e aumento da produção do biodiesel. Na Colômbia, o Plano Energético Nacional (PEN) incentiva o uso de fontes não convencionais de energia para diversificar a oferta no país. A produção de biodiesel e as disposições de mistura ao óleo diesel podem contribuir para a diminuição da demanda de combustíveis que poderiam ter um maior impacto nas mudanças climáticas; além da gerar novas dinâmicas na economia rural (com a reincorporação à economia de extensões de terras improdutivas, por exemplo) que favorecem a criação de emprego, desenvolvimento de infraestrutura, e desenvolvimento tecnológico em zonas marginalizadas nas quais a população é muito vulnerável e afetada pela violência (García & Calderón, 2012).

### **1.6.2 Participação social e o biodiesel na Colômbia**

Na Colômbia, o setor do dendê, matéria-prima principal para a produção de biodiesel, gera 46.665 empregos. Esse setor considera a questão de gênero por meio do reconhecimento e estímulo à mulher camponesa, como trabalhadora do campo, ressaltando as qualidades de liderança e superação mediante a concessão de um prêmio para as mulheres que se sobressaíssem nos cultivos de palma de óleo no país (Fedepalma, 2015).

Na Colômbia, a participação social ocorre mediante Parcerias Estratégicas (PE). Estas parcerias são um conjunto de relações e compromissos formais entre produtores agropecuários, comerciantes, agroindústrias e organismos de apoio, público ou privados, que tenham como propósito expandir as áreas de cultivo e atualizar tecnologicamente as unidades produtivas dos pequenos produtores de palma (Fedepalma, 2015). A maioria dessas parcerias tem sido liderada por empresários de palma e líderes políticos regionais. Existem diferentes tipos de PE: alguns são organizações de produtores (ou mesmo produtores individuais) que mantêm títulos de comercialização direta com a empresa extrativa, enquanto outros têm relacionamentos indiretos.

O produtor ou grupo de produtores (pequenos ou médios) fornecem a terra e a força de trabalho. Eles recebem um empréstimo do Banco Agrário. O Fundo Nacional de Garantia apoia o empréstimo e o Incentivo à Capitalização Rural lidera o funcionamento desses incentivos, que são gerenciados por meio de um fiduciário. Os créditos são solidários, o que significa que a associação como um todo tem a responsabilidade de assumir as obrigações do crédito. Todavia, se o associado não puder pagar, a associação mantém a terra, porque é o verdadeiro compromisso ou garantia do negócio (FINAGRO, 2012).

O parceiro comercial – empresa, fornece sementes, fertilizantes, fungicidas e assistência técnica. A empresa administra os créditos, deduz as dívidas das associações com os bancos e os produtores recebem a quantidade restante. Eles são obrigados a vender suas frutas para a empresa associada por 25 anos. Os cachos de frutas são entregues e pesados em áreas de coleta e, em seguida, transportados para uma refinaria ou uma planta de extração de biodiesel (FINAGRO, 2012).

Na última década mais de 4.200 pequenos produtores do setor da palma tem construído aproximadamente 124 parcerias com as principais empresas de transformação de óleo de palma no país. Segundo o Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2016), a conformação da parceria subsidia até 30% do custo do plantio para os pequenos produtores e até 15% para os médios produtores. Na Tabela 7, pode-se visualizar os benefícios de estabelecer uma PE, tanto para as empresas, quanto para os produtores vinculados nas parcerias.

**Tabela 7– Vantagens e desvantagens de empresas e produtores de palma na consolidação de parcerias estratégicas.**

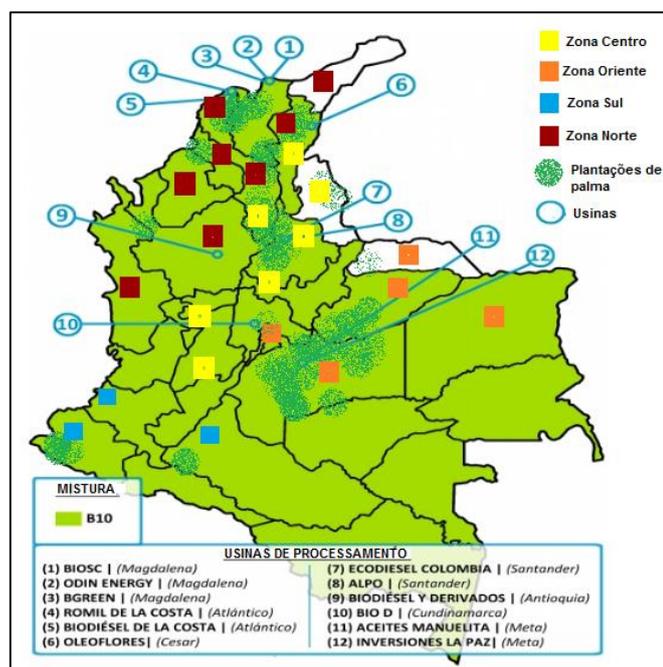
	<b>Empresas</b>	<b>Produtores de palma</b>
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior utilização da sua capacidade instalada.</li> <li>• Acesso aos incentivos financeiros outorgados pelo estado.</li> <li>• Desenvolvem novas linhas de negócio.</li> <li>• Gera maior segurança em seu entorno socioeconômico regional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior renda e qualidade de vida.</li> <li>• Ampliam suas oportunidades de emprego.</li> <li>• Incrementam seu papel como pequenos produtores do dendê.</li> <li>• Incrementam sua capacidade de negociação com as empresas palmeiras.</li> </ul>
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incertezas no cumprimento da qualidade e quantidade da produção de fruto.</li> <li>• Riscos no controle fitossanitário da produção.</li> <li>• Quebra de contratos por não cumprimentos na produção.</li> <li>• Falta de estratégias nas condições econômicas e políticas em torno à produção agrícola.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle da empresa pelo uso da propriedade da terra.</li> <li>• Relações de poder no controle ao acesso de tecnologia e mercado.</li> <li>• Perda da terra se não assumir os compromissos dos altos créditos assumidos para a produção da palma.</li> <li>• Exclusividade de venda de fruto para uma única empresa associada durante 25 anos.</li> <li>• Aumento do preço da terra e do custo dos insumos agrícolas.</li> </ul>

**Fonte:** Elaboração própria, a partir de Castiblanco, 2014 e FEDEPALMA, 2015.

### 1.6.3 Matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel na Colômbia

O uso desta matéria-prima vem da trajetória que tem o país na plantação da cultura, pois foi desenvolvida há mais de cinquenta anos, por um forte apoio estatal mediante leis e incentivos econômicos que continuam até agora. Existem quatro principais regiões de produção do dendê: norte, centro, oriental e sul. Cada uma das regiões produtivas possui características particulares, como proximidade geográfica entre plantações; condições do solo; e homogeneidade em relação ao clima, regime de chuvas e acessibilidade. Esses fatores constituem pontos fortes especiais para cada região, mas também refletem necessidades diferentes ao desenvolver plantações de dendê. Atualmente, existem 516.960 ha cultivados com palma; sendo que a área com a maior plantação é a área oriental com 207.335 ha em 36 municípios. Seguido pela região Norte, com 126.100 ha plantados em 67 municípios. A área central tem 163.412 ha, plantados em 43 municípios. Por último, a área sul tem 20.113 hectares, em 3 municípios (Fedepalma, 2017). Na Figura 25, se observa um mapa da distribuição espacial das zonas e plantações de palma, assim como a localização das usinas de processamento.

**Figura 25** – Mapa da distribuição das zonas, plantações de palma e usinas de processamento.



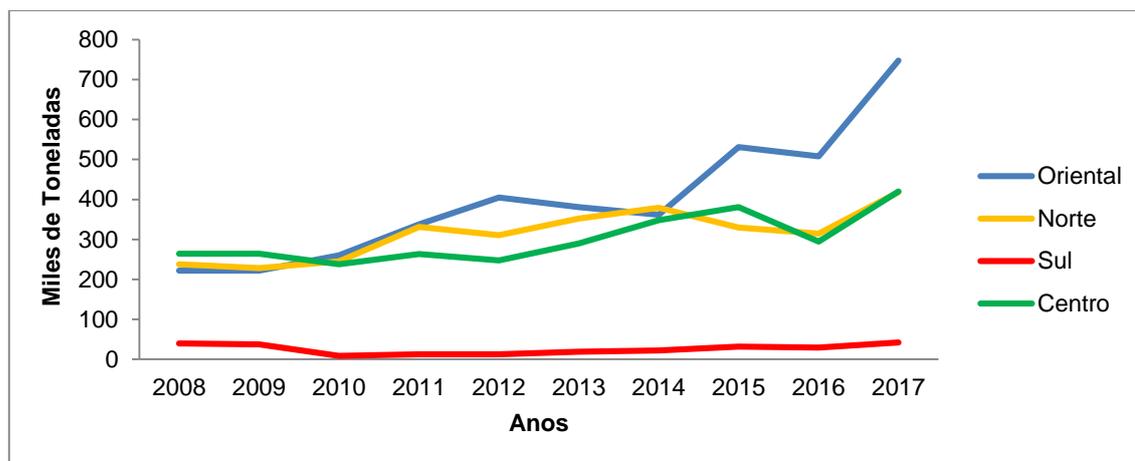
**Fonte:** Elaboração própria, baseada em Fedepalma (2017); Fedebiocombustibles (2017).

Em 2017 foram produzidas 1,6 milhão de toneladas de óleo de palma, com um aumento de 30% em relação ao ano de 2016 (1,1 milhão de toneladas). A região oriental continuou liderando a participação na produção nacional com o 45,9%, e as regiões norte e centro representaram, respectivamente, 25,7 e 25,8%, da produção total. A região do sul aportou 2,6% à produção nacional (Fedepalma, 2017).

A produção de biodiesel a partir de óleo de palma tem apresentado um incremento anual do 5,45%, e um crescimento do 59,4% em cinco anos. A transformação da matéria-prima para convertê-la em biodiesel é um valor agregado que a agroindústria do óleo de palma aporta ao desenvolvimento industrial do país. A indústria do biodiesel foi a que apresentou maior participação na utilização de óleo de palma, passando de 40% no 2010 a mais do 40% no 2017 (Fedepalma, 2017).

A Figura 26 apresenta a distribuição da produção nacional de óleo de palma por região durante os anos 2008 a 2017.

**Figura 26 – Produção de óleo de palma por região na Colômbia.**



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em Fedepalma (2017).

Na Colômbia, além do óleo de palma, existem outros cultivos que podem ser empregados como matérias-primas para a produção de biodiesel, tais como: coco, higuierilla, abacate, *jatropha*, canola, amendoim, girassol e soja. Entretanto, a produção no país está orientada ao biodiesel de óleo de dendê, pois as doze usinas produtoras de biodiesel no país utilizam como matéria-prima principal a oleaginosa (Lombana *et al.*, 2015).

Enquanto a agroindústria da palma é um dos setores agrícolas colombianos mais promissores. O mercado da palma na Colômbia é relativamente pequeno em comparação com os países do Sudeste Asiático, particularmente quando se trata de quantidades de produção e área cultivada. Sem embargo, a Colômbia representa 2% da produção global; no entanto, o mercado está se expandindo e mostrando uma tendência crescente. Como resultado, este país é o maior produtor latino-americano e o quinto do mundo. Isso pode ser explicado pelas condições agrícolas e climáticas favoráveis para esta cultura em várias regiões, e também, pelo forte apoio estatal, que inclui políticas de regulação e incentivos econômicos que têm incidência direta na consolidação progressiva e crescimento contínuo da indústria de palma nos últimos anos.

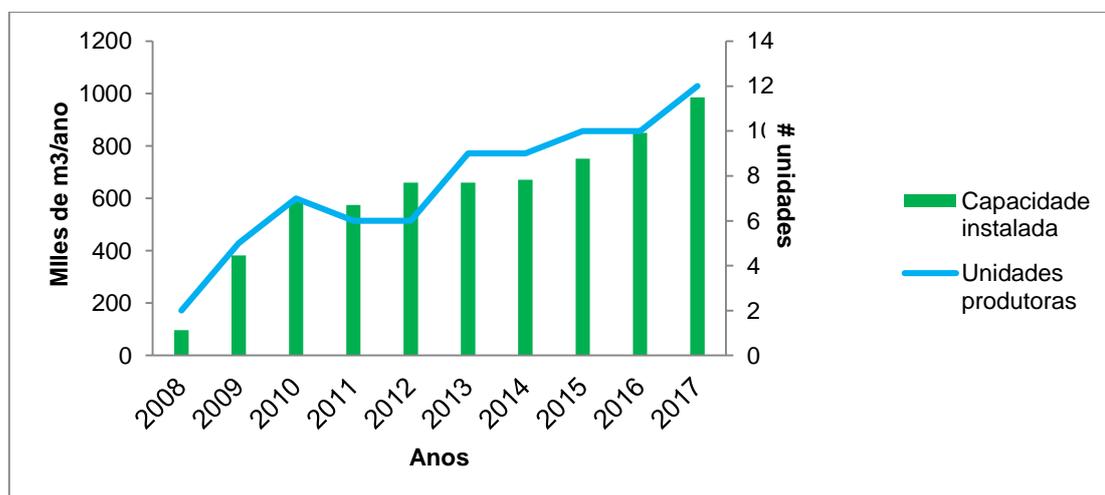
O estado colombiano forneceu forte apoio na última década, em termos de: recursos para pesquisa e desenvolvimento; transferência tecnológica; fortalecimento de medidas fitossanitárias; melhoria de infra-estrutura; uma política de financiamento com linhas de crédito especiais; apoio financeiro a esquemas associativos; e incentivos fiscais e econômicos. Há incentivos públicos adicionais para o setor de

dendê. Um deles é o Programa de Proteção de Renda para Produtores de Produtos Agrícolas Exportáveis, que vem sendo implementado desde 2006. Este programa tem como objetivo fornecer insumos que fortaleçam as atividades econômicas relacionadas a produtos agrícolas comercializáveis. O setor de palmeira de óleo foi altamente beneficiado por este programa desde o início (no primeiro ano, ele capturou quase todos os recursos). Nos anos seguintes, o montante desse incentivo aumentou progressivamente para este setor (Castiblanco, 2014).

#### 1.6.4 Capacidade produtiva do biodiesel na Colômbia

Em relação à capacidade instalada de produção de biodiesel no país, a Colômbia possui 986 mil m<sup>3</sup>/ano, e espera-se que, em 2018, atinja um total de 1.058 mil m<sup>3</sup>/ano, o que representa um aumento de 72 mil m<sup>3</sup>/ano. A Figura 27 mostra a evolução, em 10 anos, da capacidade instalada no país e a quantidade de unidades produtoras do biocombustível.

**Figura 27** – Evolução da capacidade instalada de produção de biodiesel na Colômbia.



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em Fedebiocombustibles (2016).

Frente à produção de biodiesel no país, há um superávit na capacidade industrial instalada, que conforme os dados da Fedebiocombustibles, para o ano 2017 foi de 356 mil m<sup>3</sup>/ano. Sem embargo, no ano 2016 foi estipulada a resolução 31.537 do Ministério de Minas e Energia (MME), que aprova o primeiro registro de uma empresa

importadora de biodiesel, a fim de fornecer o produto para apoiar a demanda nacional, uma vez que, apesar da melhoria na capacidade instalada entre 2008-2017, a oferta de biocombustíveis não foi suficiente para suprir a demanda doméstica. Visivelmente, a importação não seria necessária, levando em conta que as plantas do país têm capacidade de produção instalada para suprir essa demanda. Além de que com as condições de produção do biocombustível no nível nacional, seria difícil competir com tarifas subsidiadas pela importação. É nesse cenário que as medidas de defesa comercial adquirem uma maior importância para neutralizar as ameaças contra um setor que já é vital para a economia do país. Neste sentido, é urgente assegurar o funcionamento dos mecanismos de coordenação interinstitucional entre os diferentes órgãos estaduais envolvidos na política (Ministério de Minas, Ministério da Agricultura, Ministério do Comércio, Indústria e Turismo).

Em 2017, existiam 12 usinas de processamento de biodiesel em operação. Essas usinas localizam-se nos Estados de Meta, Cundinamarca, Santander, Cesar, Antioquia, Atlântico e Magdalena. A Tabela 8 mostra as plantas de processamento de biodiesel, discriminadas por sua localização e capacidade.

**Tabela 8–** Capacidade instalada de biodiesel por região na Colômbia.

Região	Número de Usinas	Capacidade instalada	
		Mil m <sup>3</sup> /ano	%
Norte	6	421	42,7
Oriental	4	405	41,2
Central	2	160	16,1
Total	12	986	100

Fonte: Elaboração própria, baseada em Fedebiocombustibles (2017).

### 1.6.5 Investimentos futuros no setor de biodiesel na Colômbia

Atualmente, pesquisas voltadas para a produção e uso de biodiesel de segunda e terceira geração são muito limitadas e devem ser fortalecidas ainda mais. Neste sentido, um foco principal para os próximos anos é o investimento por parte do governo e empresas privadas ligadas ao setor de biodiesel, em Pesquisa e Desenvolvimento em centros de pesquisa e universidades do país, visando promover uma diversificação da matéria-prima utilizada para a produção do biocombustível e determinar a viabilidade econômica e técnica a partir de diferentes matérias-primas.

Outro aspeto de projeção do setor de biodiesel na Colômbia é o estabelecimento de acordos comerciais com países como Estados Unidos, Chile, México, Coreia do Sul e União Europeia que permitirão a abertura de mercados para a exportação de biodiesel a longo prazo; pois este é um dos principais objetivos do setor. A valoração da disponibilidade de terras adequadas para as culturas energéticas, que não interferem nas áreas de conservação e reservas naturais, constitui outra das avaliações que o país pretende realizar para garantir um futuro mais sustentável da produção de óleo de palma para a produção de biodiesel.

## 2. PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

Utilizou-se uma metodologia qualitativa e quantitativa, no intuito de levantar informações, tanto primária como secundárias. Para atingir os objetivos propostos, e para responder a questão de pesquisa. Essas informações relacionadas aos aspectos sociais, econômicos e ambientais que pudessem servir de base para o desenvolvimento da pesquisa. Partiu-se de dados estatísticos da análise de material bibliográfico, onde foram escolhidos dados a nível nacional para Brasil e Colômbia. E da visão de diferentes atores envolvidos no programa de biodiesel mediante a pesquisa de campo “*in situ*” com o levantamento de dados e informações a partir de entrevistas e observações, aportando conhecimento e experiências sobre o tema, num contexto de estudo municipal nas regiões Norte (Brasil) e Oriental (Colômbia).

São descritas as fases contempladas, indicando os métodos, instrumentos e técnicas utilizadas, a seguir.

### 2.1 Levantamento de dados

O levantamento de dados foi marcado principalmente pela pesquisa bibliográfica e documental. Que incluiu o estudo referencial e levantamento de dados em artigos científicos, relatórios, jornais e outras publicações.

A pesquisa bibliográfica e documental foi centrada em documentos e trabalhos referentes ao tema de bicompostíveis, tanto em nível nacional como internacional. Copilou-se informações estatísticas de instituições como: a Fedebiocombustibles, Fedepalma, DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística), IDEAM (Instituto de Hidrologia, Meteorologia e Estudos Ambientais), IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). Houve ainda a participação no Congresso Nacional de Palmicultores da Fedepalma, onde foram obtidas informações documentais do setor da dendeicultura da Colômbia. No Brasil foram encontradas informações bibliográficas de trabalhos sobre o tema e coleta de dados secundários de instituições como: a ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), EPE (Empresa de Pesquisa Energética), CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), entre outras.

### 2.1.1 Análise quantitativa dos dados secundários

Nesta fase, optou-se por um método de análise dos indicadores ambientais, sociais e econômicos; num contexto nacional. Os dados utilizados foram dados secundários, analisados de maneira quantitativa.

Para avaliação dos indicadores, utilizou-se uma metodologia de análise bivariada, medindo a correlação linear entre os indicadores e a produção de biodiesel, a partir de uma série histórica de oito anos. A mensuração foi feita a partir da quantificação de um nível de correlação com o coeficiente de Pearson ( $r$ ). Para determinar se a correlação entre as variáveis é significativa, se comparou o valor de  $r$  com o seu nível de significância. Em geral, um nível de significância de 0,05 funciona bem. Para determinar o coeficiente de correlação ( $r$ ) entre a produção de biodiesel e os indicadores, foi usada a ferramenta computacional SPSS, os resultados da análise de correlação se apresentam no Anexo 3. A tabela 9 mostra o tipo de correlação existente, segundo o resultado da análise.

**Tabela 9–** Correção – coeficiente de Pearson ( $\alpha = 0,05$ ).

Correlação	Descrição
$r = -1$	Correlação inversa perfeita
$-1 < r < 0$	Correlação inversa
$r = 0$	Não há correlação
$0 < r < 1$	Correlação direta
$r = 1$	Correlação direta perfeita

Fonte: Elaboração própria, 2018.

- **Indicadores**

#### **Indicador de Gases de Efeito de Estufa evitados**

Este indicador evidencia a quantidade de emissões evitadas de acordo ao aumento da percentagem de mistura de biodiesel com óleo diesel, desde o início da promulgação dos programas do biocombustível até o presente, nos países objeto de estudo. Que pode ser estimado pela equação:

$$I_{GEE} = (ED_{SM} - ED_{\%M}) \quad (1)$$

Onde:

$ED_{SM}$  : Emissões de diesel sem mistura (MtCO<sub>2</sub> eq/ano);

$ED_{\%M}$  : Emissões de diesel com mistura (MtCO<sub>2</sub> eq/ano);

### **Indicador de geração de emprego**

O indicador de geração de emprego apresenta o número de empregos gerados diretos e indiretos por metro cúbico de biodiesel produzido, nas fases de produção da matéria-prima e na produção industrial do biocombustível. Dado pela equação a seguir:

$$I_{emp} = \frac{N_{d-i}}{P_B} \quad (2)$$

Onde:

$N_{d-i}$ : Número de empregos diretos e indiretos;

$P_B$ : Produção de biodiesel em m<sup>3</sup>;

### **Indicador de renda**

Este indicador proporciona informação sobre a renda gerada por metro cúbico de biodiesel, para os agricultores familiares no Brasil e pequenos produtores na Colômbia, na fase agrícola da produção do biocombustível. A seguinte equação mostra o cálculo do indicador:

$$I_{GR} = \frac{R_{PAB}}{P_B} \quad (3)$$

Onde:

$R_{PAB}$ : Renda gerada do agricultor familiar e pequeno produtor em R\$ milhões;

$P_B$ : Produção de biodiesel em m<sup>3</sup>;

## Indicador IDH

É um indicador social desenvolvido pelo PNUD que consiste em três parâmetros principais: vida longa e saudável, educação e um padrão de vida decente<sup>4</sup>. Para o cálculo do indicador tomaram-se dados referentes às regiões onde a produção de biodiesel é relevante. No caso de este trabalho a região Centro-Oeste (44%) para Brasil e a região Oriente (41%) para Colômbia. Na tabela a seguir se apresenta os valores do indicador, a partir da equação a seguir:

$$IDH = \frac{1}{3} I_{EV} + \frac{1}{3} I_{GI} + \frac{1}{3} I_{PIB} \quad (4)$$

Onde:

$I_{EV}$ : Índice de esperança de vida;

$I_{GI}$ : Índice do grau de instrução;

$I_{PIB}$ : Índice do PIB;

## Indicador de redução das importações.

Este indicador da uma perspectiva da quantidade de importações que tem sido reduzidas ao longo de intervalos de tempo, onde se avaliara se esta redução tem relação com a quantidade de biodiesel produzida no Brasil e na Colômbia. A equação a seguir mostra o cálculo do indicador.

$$I_{RIM} = \frac{[(I_N - I_{N-1})]}{P_B} \quad (5)$$

Onde:

---

<sup>4</sup> **Vida longa:** O item longevidade é avaliado considerando a expectativa de vida ao nascer. Esse indicador mostra a quantidade de anos que uma pessoa nascida em uma localidade, em um ano de referência, deve viver. **Educação:** Para avaliar a dimensão da educação o cálculo do IDH considera dois indicadores. O primeiro, com peso dois, é a taxa de alfabetização de pessoas com quinze anos ou mais de idade O segundo indicador é a taxa de escolarização: somatório das pessoas, independentemente da idade, matriculadas em algum curso, seja ele fundamental, médio ou superior, dividido pelo total de pessoas entre 7 e 22 anos da localidade. **Padrão de vida descente:** calculada tendo como base o *PIB per capita* (por pessoa) do país. Como existem diferenças entre o custo de vida de um país para o outro, a renda medida pelo IDH é em dólar PPC (Paridade do Poder de Compra), que elimina essas diferenças.

$P_B$ : Produção de biodiesel diesel, em Bilhões de litros;

$I_N$  : Importações no ano  $n$ , em bilhões de litros;

$I_{N-1}$  : Importações no ano  $n-1$ , em bilhões de litros;

### **Indicador da ociosidade da capacidade industrial instalada.**

O indicador evidencia o fator de ociosidade da capacidade industrial instalada nos países objeto de estudo. Ou seja, o potencial que tem um país em produzir biodiesel a mais, sem afetar seus limites industriais de produção.

$$I_{OCI} = \frac{C_I - P_B}{P_B} \quad (6)$$

Onde:

$C_I$ : Capacidade industrial instalada para a produção de biodiesel, em Mil  $m^3$ /ano;

$P_B$ : Produção de biodiesel em Mil  $m^3$ ;

### **Indicador de Participação no PIB.**

O indicador da participação do biodiesel no PIB nacional serve para proporcionar uma visão de rentabilidade e para avaliar a contribuição para o crescimento deste setor nos países objeto de estudo. Este indicador é dado pela seguinte equação:

$$I_{PIB} = \frac{PIB_{SB}}{PIB_{NAL}} \quad (7)$$

Onde:

$PIB_{SB}$ : Produto Interno Bruto do setor de biodiesel;

$PIB_{NAL}$ : Produto Interno Bruto nacional;

## **Indicador Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7: Meta 7,2.**

Para avaliar a participação do biodiesel na oferta final de energia, utilizou-se o indicador de Oferta Interna de Energia (OIE). Determinada pela equação a seguir:

$$\%P_B = \frac{OE_B}{OIE} \times 100 \quad (8)$$

Onde:

$\%P_B$ : Percentagem da participação de biodiesel na oferta de energia;

$OE_B$ : Oferta de energia do biodiesel;

OIE: Oferta interna de energia total;

### **2.2 Pesquisa de campo “*in situ*”**

Nesta fase, realizou-se uma serie de visitas, entrevistas e observações para obter informações que assegurassem análises dos aspectos sociais, econômicos e ambientais dos programas de biodiesel. Com a finalidade de viabilizar a coleta de dados, foram feitas entrevistas semiestruturadas e diálogos abertos com alguns agentes envolvidos nos setores.

O campo na Colômbia foi realizado em Bogotá e Meta e nos municípios de Villavicencio, Acácias e San Carlos de Guaroa, nos meses de junho e julho de 2017. No Brasil os dados foram coletados no Estado do Pará, nos municípios de Belém, Tailândia, Moju e Tomé-açu, e no Estado de Goiás no município de Formosa, nos meses de julho e setembro do mesmo ano.

No Anexo 1 são apresentadas as entrevistas realizadas a diferentes atores envolvidos no setor de biodiesel no Brasil e na Colômbia, e no Anexo 2 o resumo das entrevistas realizadas segundo o ator, local e instrumento utilizado.

### **2.2.1 Análise das evidências coletadas no campo**

Os registros das evidências dos dados de campo coletados em diferentes formatos como anotações, gravações e vídeos, foram organizados de tal forma que se pudessem incorporar no longo da execução do texto, representando as informações e percepções para a posterior análise.

A maior parte das informações obtidas nos diálogos abertos foi utilizada na construção do texto e na avaliação das premissas dos programas. Das entrevistas semiestruturadas, foram transcritos alguns fragmentos que evocaram informações importantes que sustentavam e corroboravam com as informações reforçadas por outros autores e observadas no campo.

- **Matrizes de análise externa e interna**

Foi construída uma matriz para alinhar os principais pontos de convergência dos programas de biodiesel brasileiro e colombiano relacionados com a identificação de oportunidades, ameaças, fortalezas e debilidades. Partiu-se de dados primários das opiniões de especialistas da Fedebiocombustíveis e da ANP, tendo como referencial as dimensões do desenvolvimento sustentável inseridas na inclusão social, o desempenho ambiental global, as vantagens econômicas e a contribuição.

#### **Matriz de fatores externos (EFE)**

Aqui, são listadas as oportunidades e ameaças do programa de biodiesel no Brasil e na Colômbia. Para que os resultados possam ser avaliados, elaborou-se uma lista de oportunidades e ameaças decisivas para a análise do programa. Assinou-se ainda uma ponderação a cada uma delas entre 0 e 0,1 (onde 0 sem importância e 0,1 muito importante). A ponderação de cada fator indica sua importância correspondente no êxito do programa. O somatório de todas as ponderações deve ser 1. Cada fator recebe uma classificação na faixa de 1 a 4 para indicar o impacto que cada variável representa. Um grau de 4: significa oportunidade importante; 3: oportunidade menor; 1: ameaça importante e 2: ameaça menor. A ponderação de cada fator é multiplicada pela sua classificação para definir o ponderado de cada variável. Finalmente, ponderado o peso de cada fator e com base em sua soma, se obtém o valor total

ponderado. O maior resultado ponderado possível é 4,0 e o menor resultado total ponderado possível é 1,0. O resultado ponderado média é, portanto, 2,5 (Ponce, 2007). O exemplo da matriz é exibido no Quadro 2.

**Quadro 2 – Exemplo da Matriz de fatores externos (EFE).**

Oportunidades		Peso	Qualificação	Peso Ponderado
Oportunidade 1		0 – 0,1	3 ou 4	(Peso x Qualificação)
Ameaças				
Ameaça 1		0 – 0,1	1 ou 2	(Peso x Qualificação)
Total		$\Sigma$ Peso		$\Sigma$ Peso Ponderado
Baixa	Medio	Alto		
0 -0,033	0,034 – 0,066	0,067 -0,1		

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

### Matriz de fatores internos (EFI)

Os procedimentos para estruturação da matriz de avaliação de fatores internos são a identificação dos principais pontos fortes (fortalezas) e fracos (debilidades) do programa, assinalando a ponderação de cada variável, que indica a importância relativa à cada fator no êxito do programa. Independentemente dos fatores chave, apresentarem forças ou debilidades, os fatores considerados como tendo o maior impacto no desempenho devem receber altas ponderações. As somas desses pesos devem totalizar 1,0. Se dá uma classificação de 1 a 4 a cada fator, 1: debilidade importante; 2: debilidade menor; 3: fortaleza menor e 4: fortaleza importante. Se multiplica a ponderação de cada fator pela sua classificação. Os resultados ponderados para cada variável determinam o resultado total ponderado do programa. O resultado total ponderado pode variar de uma pontuação baixa de 1,0 a uma pontuação alta de 4,0, sendo 2,5 o resultado médio. No Quadro 3 se apresenta um exemplo da matriz EFI.

**Quadro 3– Exemplo da Matriz de fatores internos (EFI).**

Fortalezas		Peso	Qualificação	Peso Ponderado
Fortaleza 1		0 – 0,1	3 ou 4	(Peso x Qualificação)
Debilidades				
Debilidade 1		0 – 0,1	1 ou 2	(Peso x Qualificação)
Total		$\Sigma$ Peso		$\Sigma$ Peso Ponderado
Baixa	Médio	Alto		
0 -0,033	0,034 – 0,066	0,067 -0,1		

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

## **Matriz externa interna (EI)**

A matriz EI baseia-se em duas dimensões-chave, a tabulação das pontuações dos valores totais da matriz EFI (Fortalezas- Debilidades) no eixo x, e as pontuações totais da matriz EFE (Oportunidades- ameaças) no eixo y.

Os valores entre 1,0 – 1,99 no eixo x representam uma posição interna débil e uma posição externa baixa. Valores entre 2,0 – 2,99 no eixo x e no eixo y consideram-se medios para os fatores internos e externos, e valores entre 3,0 – 4,0 evidenciam uma posição interna forte e uma posição externa alta.

Esta matriz representa uma ferramenta para avaliar os programas, levando em conta a quantificação dos índices EFI e EFE, que podem ser representados graficamente e colocados em um dos 9 quadrantes de dita matriz..

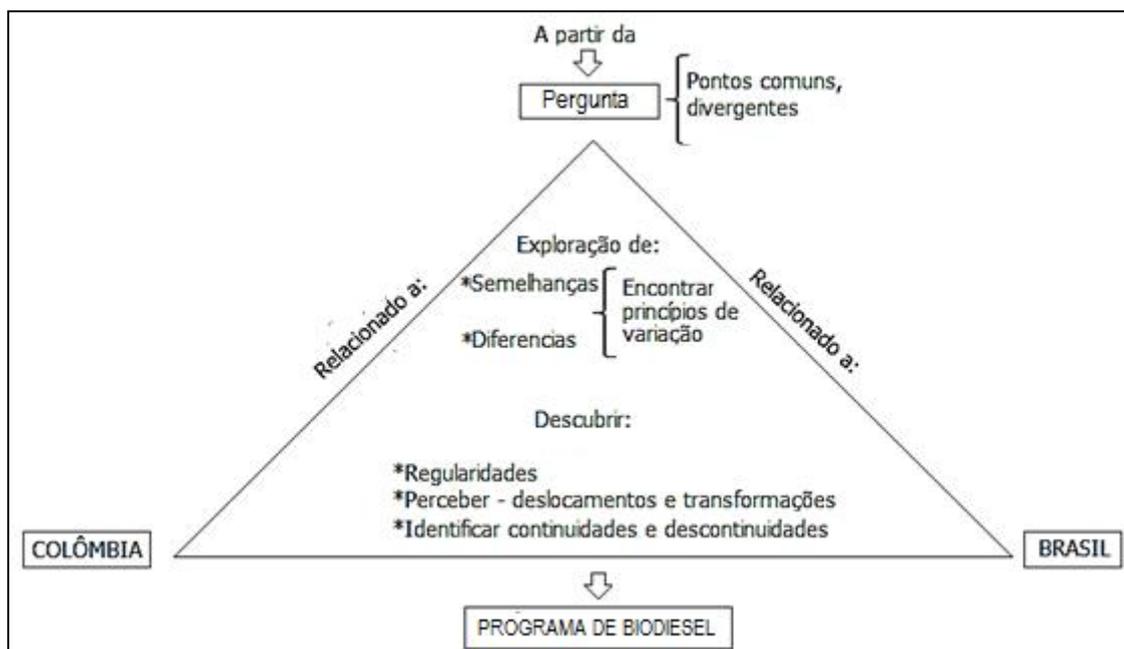
Os quadrantes I, II e IV, representam que o programa tem um futuro promissor com projeções de crescimento e desenvolvimento. Os quadrantes III, V e VII, evidenciam que o programa se encontra em surgimento que requiere de mais investimentos e maior desenvolvimento para melhorar. E por último os quadrantes VI, VIII e IX, mostram que o programa não está obtendo resultados suficientes para continuar seu desenvolvimento.

### **2.3 Análise Comparativa**

O uso do método comparativo, para a análise do programa de biodiesel nos países estudados, teve o intuito de estabelecer umnexo causal entre os estados de uma ou várias variáveis dos objetivos com os que foram criados os programas. O objetivo principal de fazer a comparação foi a reconstrução dos programas a partir de um conjunto de ações individuais de cada país, da situação em que se encontram os atores e os dados que definem a situação. Realizada mediante quadros de comparação resumindo todos os aspectos descritos ao longo do texto referentes aos programas que vislumbraram divergência ou convergência entre eles.

A continuação na figura 28 visualiza-se um gráfico descritivo da proposta para o desenvolvimento do método comparativo.

**Figura 28** – Estrutura da comparação entre Brasil, Colômbia e o programa de biodiesel.



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em Valencia (2007).

De acordo com a proposta da aplicação do método comparativo descrito por, para o caso da comparação neste trabalho se terão os parâmetros de comparação mostrados na tabela a seguir.

**Tabela 10** – Parâmetros de comparação no processo do método comparativo.

<b>Estrutura do método comparativo</b>	<b>Parâmetro</b>
Âmbito de objeto	Configuração de grande extensão
Contexto	Certo grau de homogeneidade
Tempo	Comparação diferida no tempo
Espaço	Intranacional
Estratégia de pesquisa	Método de concordância

**Fonte:** Elaboração própria, 2016.

### **3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS NO CONTEXTO NACIONAL**

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos de dados primários e secundários num contexto nacional para Brasil e Colômbia. Inicialmente, se detalham os dados das dimensões ambiental, social e econômica da sustentabilidade, mediante a criação de indicadores a partir de dados secundários. Seguidos pelos riscos e oportunidades identificados, pontos considerados fortes das políticas relacionadas aos biocombustíveis, bem como as fragilidades, conforme as perspectivas e percepções dos atores entrevistados.

#### **3.1 Indicadores dos programas de biodiesel no Brasil e na Colômbia**

Nesta etapa, os indicadores serão muito valiosos para registrar, comentar e analisar o comportamento histórico da política de biodiesel no Brasil e na Colômbia, além de descobrir oportunidades de desenvolvimento. Os indicadores fornecem informações sobre os efeitos potenciais ou percebidos das atividades humanas sobre os fenômenos de interesse. Eles podem ser usados para avaliar as condições ambientais, sociais e econômicas de um sistema, monitorar as tendências das condições ao longo do tempo e dependem da disponibilidade de dados e informações históricas que podem ser coletados em escalas temporais e espaciais (Efroymsen *et al.*, 2013). Os indicadores para o programa de biodiesel podem efetivamente direcionar o comportamento para práticas mais sustentáveis.

Assim, os indicadores relacionados à dimensão ambiental consideram todos os aspectos abordados no debate internacional, como os efeitos na redução das emissões de gases de efeito estufa, ligado aos compromissos adquiridos na COP 21 (2015), onde cada país estipulou umas metas de redução de GEE para 2030. Já indicadores sociais, orientam medir os efeitos da produção de biodiesel sobre qualidade de vida e níveis de renda. Os indicadores da dimensão econômica consideram os efeitos sobre o desenvolvimento econômico relacionado ao uso e produção de biodiesel: a eficiência e produtividade da economia, a criação de capital humano e a diversificação da matriz energética (UNSAM, 2012).

### 3.1.1 Indicadores ambientais

- **Emissões de Gases de Efeito de Estufa – GEE**

O setor de transporte contribui em grande escala para as emissões de GEE que ocorrem por meio da queima de combustíveis fósseis. Com políticas de incentivo de produção e uso do biodiesel e com a inserção da obrigatoriedade de mistura na matriz energética nos países objeto de estudo, vários estudos de Análise do Ciclo de Vida (ACV), mostram que desde o ponto de vista ambiental o biodiesel resulta atraente na redução das emissões de GEE, quando comparado com o óleo diesel.

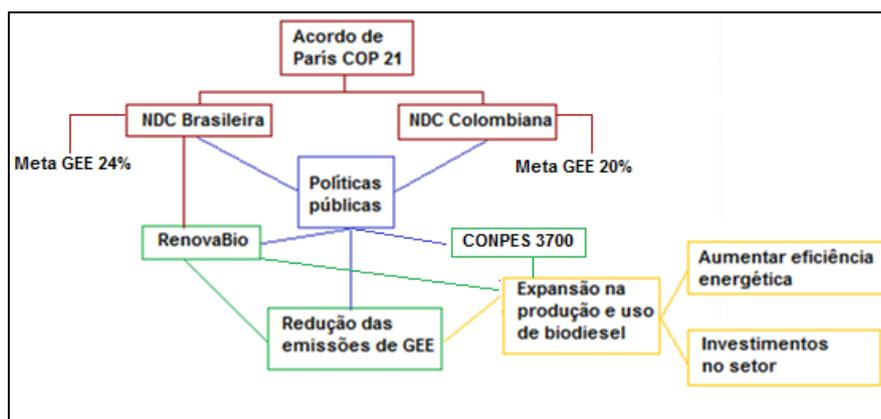
Assim, é interessante detalhar diversos trabalhos relacionados com o ACV do biodiesel. Krawczy (1996) explicou as propriedades do biodiesel e suas vantagens ambientais em comparação com outros combustíveis. Estudo conduzido por Hill *et al* (2006) avaliou a emissão de GEE de biocombustíveis. Nesse estudo os autores consideraram o biodiesel de soja em substituição ao diesel de petróleo e concluíram que, nas condições do estudo, o biodiesel foi capaz de evitar a emissão de 41% de GEE. Sheehan *et al* (1998) e Huo *et al* (2008) afirmam que o biodiesel de soja possui capacidade de redução das emissões de GEE, comparativamente aos combustíveis fósseis, quando é considerando todo o ciclo de vida. Yañez *et al* (2009), fazem um estudo comparativo da ACV da indústria Brasileira e Colombiana de biodiesel, mostrando um balanço energético positivo em termos de obtenção de biodiesel a partir de óleo de palma. Nanaki e Koreneos (2012) realizam uma análise comparativa do uso de biodiesel, diesel e gasolina para transporte, indicando que, desde o ponto de vista ambiental, o biocombustível parece ter reduções na emissão de GEE. Varana *et al* (2011) realizaram uma avaliação do ACV da produção de biodiesel a partir de óleo de palma e do óleo de cozinha usado, concluindo que os dois tipos de óleo apresentaram boas especificações na diminuição de emissões de GEE que causam o aquecimento global.

Um estudo realizado pela *Federación Nacional de Biocombustibles* (Fedebiocombustibles), em 2015, evidenciou que o biodiesel de palma, produzido na Colômbia, reduz em torno de 83% as emissões de Gases de Efeito de Estufa (GEE) produzidas pelo uso de combustíveis líquidos de origem fóssil. No Brasil, de acordo a APROBIO (2014), a queima do biodiesel pode resultar na emissão, em média, de 48% menos monóxido de carbono; 47% menos material particulado (que penetra nos

pulmões); 67% menos hidrocarbonetos. Como essas porcentagens variam de acordo com a quantidade de biodiesel adicionada ao diesel de petróleo, essas reduções ocorrem proporcionalmente.

Na Figura 29 visualiza se um diagrama das perspectivas para o biodiesel na redução de GEE, segundo o acordo de Paris.

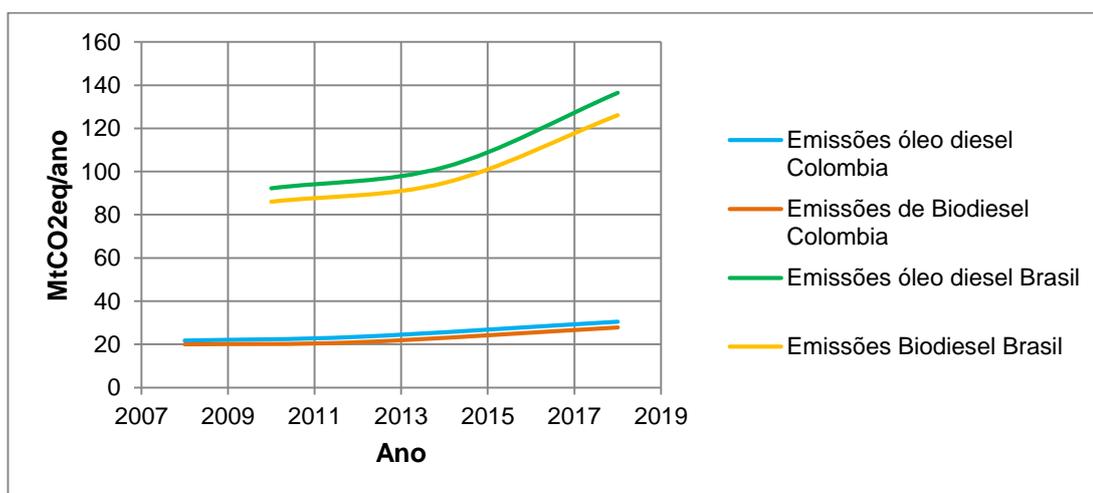
**Figura 29–** Perspectivas do biodiesel na redução de GEE.



Fonte: Elaboração própria, 2018.

Na Figura 30, é observada a quantidade de emissões de GEE do óleo diesel e biodiesel no Brasil e na Colômbia num período de 10 anos.

**Figura 30–** Emissões de GEE de óleo diesel e biodiesel no Brasil e na Colômbia.



Fonte: Elaboração própria, baseado em PROCONVE (2013), Embrapa (2015), Fedebicombustibles (2018), APROBIO (2018).

A Figura 30, mostra que a quantidade de emissões no setor de transporte para o biodiesel e para o óleo diesel, é maior no Brasil que na Colômbia, principalmente pela extensão e o número maior na frota rodoviária. Em relação à quantidade de GEE emitidos de Biodiesel no Brasil é 7,6% menor que a emissão de GEE quando se utiliza óleo diesel como combustível. Na Colômbia os gases emitidos pelo uso do biodiesel é 8,5% menor que as emissões de óleo diesel.

- **Indicador de Gases de Efeito de Estufa evitados**

A Tabela 11 apresenta os resultados dos valores do indicador para três anos bases diferentes para cada país, onde as políticas de governo de Brasil e Colômbia estabeleceram normatividades para o aumento e obrigatoriedade nas percentagens de mistura de biodiesel com óleo diesel.

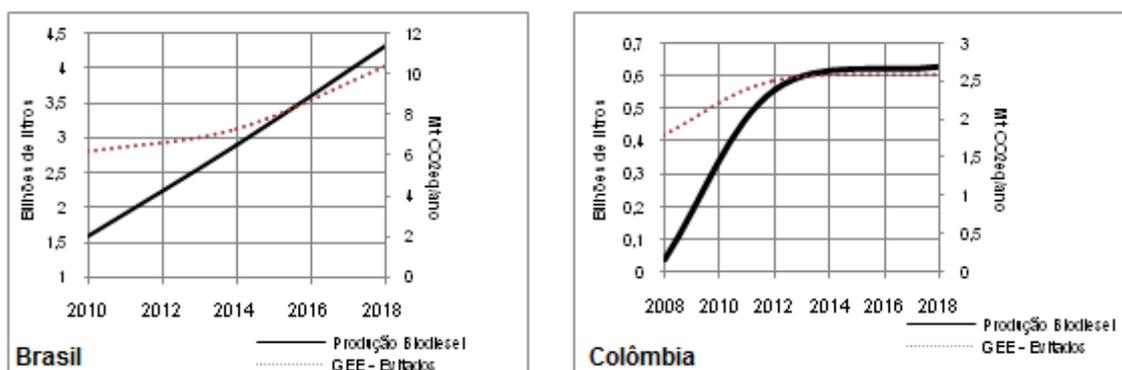
**Tabela 11**– Valores do Indicador de emissões de GEE evitadas.

Ano	Mistura		I <sub>GEE</sub> (MtCO <sub>2</sub> eq/ano)	
	Brasil	Colômbia	Brasil	Colômbia
2008		B5		1,8
2010	B5		6,2	
2012		B7		2,52
2014	B7		7,3	
2018	B10	B10	10,4	2,6

Fonte: Elaboração própria, baseada em APROBIO (2018), Fedebiocombustibles (2018).

A Figura 31 apresenta a correlação entre as emissões de GEE evitadas de acordo à percentagem de mistura e sua obrigatoriedade ao longo do tempo, com a produção de biodiesel no mesmo período.

**Figura 31** – Correlação entre GEE evitados e produção de biodiesel.



Fonte: Elaboração própria, 2018.

Como se pode observar na Figura 31, existe uma relação positiva entre as emissões de GEE evitadas e a produção de biodiesel. Onde, os valores de correlação são de 0,97 e 0,99, com um nível de significância de  $\alpha = 0,056$  e  $\alpha = 0,157$ , para Brasil e Colômbia, respectivamente. O aumento das misturas de biodiesel ocorrido ao longo do tempo permitiu que ambos países economizassem milhões de toneladas de emissões de CO<sub>2eq</sub> em cada ano, comparado a um cenário sem misturas. Apresenta-se então uma diminuição de pelo menos de 9% e 10% das emissões, devido ao uso das atuais misturas no setor de transporte na Colômbia e no Brasil, respectivamente.

Para o caso brasileiro, as matérias-primas não são utilizadas exclusivamente na produção de biodiesel – como na Colômbia, e são consideradas subprodutos ou resíduos, como é o caso do óleo da soja e da gordura animal. Pois, por exemplo, na cadeia produtiva da soja o objetivo principal na sua transformação não é o óleo, assim, os impactos da produção não devem recair sobre o biocombustível. O uso de óleos residuais (gordura animal, óleo de fritura) como combustível pode ser ainda mais positivo; pois seu destino final representa um resíduo potencialmente contaminante. Porém, a emissão de GEE na produção de biodiesel poderia ser menor quando são utilizadas essas matérias-primas.

A exclusividade da palma como matéria-prima para a produção de biodiesel na Colômbia pode acarrear problemas de aumento de emissões de GEE no processo produtivo. Nesse sentido, com o intuito de manter o potencial de redução de GEE é importante que a produção agrícola não ocorra mediante a substituição de vegetação nativa, nem de culturas perenes ou áreas de preservação, caso contrário, cria-se uma “dívida de carbono”. Segundo Castro (2014), citando a Farfione et al (2008) e Xue et al (2012), nessas condições a liberação de CO<sub>2</sub> poderia ser 17 a 420 vezes maior que a emissão dos combustíveis de origem fóssil. Não obstante, é importante que a produção agrícola ocorra em terras marginais ou degradadas.

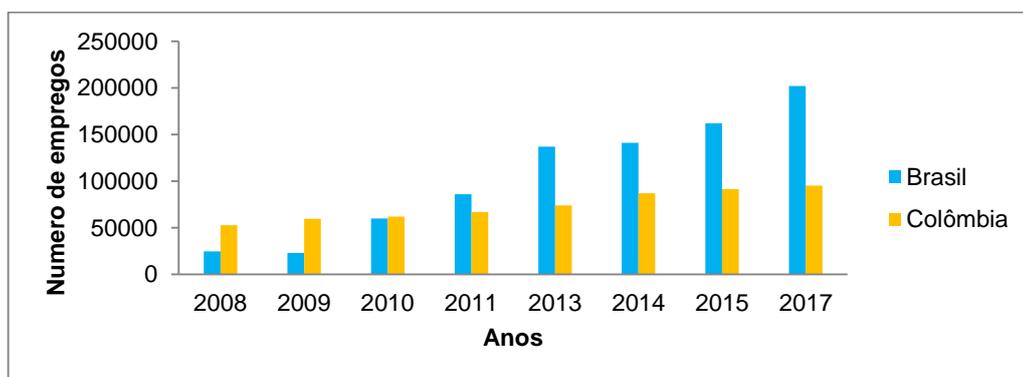
### **3.1.2 Indicadores sociais**

No Brasil um dos principais objetivos do PNPB foi a geração de emprego e renda no campo a partir da inclusão de óleo vegetal na cadeia de combustíveis através do biodiesel. Um dos principais objetivos do Programa de Biodiesel na Colômbia também é a geração de emprego, mediante o aumento de culturas permanentes – como é o caso da palma, com uso intensivo de mão de obra. À vista disso, a produção de

biodiesel pelo setor agrícola pode ser positiva em relação à geração de empregos. Nesse sentido, para os dois países, a razão da produção de biodiesel em determinada região representa a geração de emprego e renda localmente. A criação de empregos decentes e de renda substancial em áreas rurais é a principal dimensão da sustentabilidade que justifica a produção e utilização de biodiesel (Vianna *et al.*, 2010).

A Figura 32 mostra a evolução da geração de empregos (diretos e indiretos) no setor de biodiesel, para um período de 10 anos, para Brasil e Colômbia. Estima-se que o setor do biodiesel tem gerado empregos diretos e indiretos, com crescimento gradativo. Este crescimento está demonstrando o dinamismo no setor na geração de emprego nos dois países.

**Figura 32–** Empregos gerados no setor de biodiesel no Brasil e Colômbia.

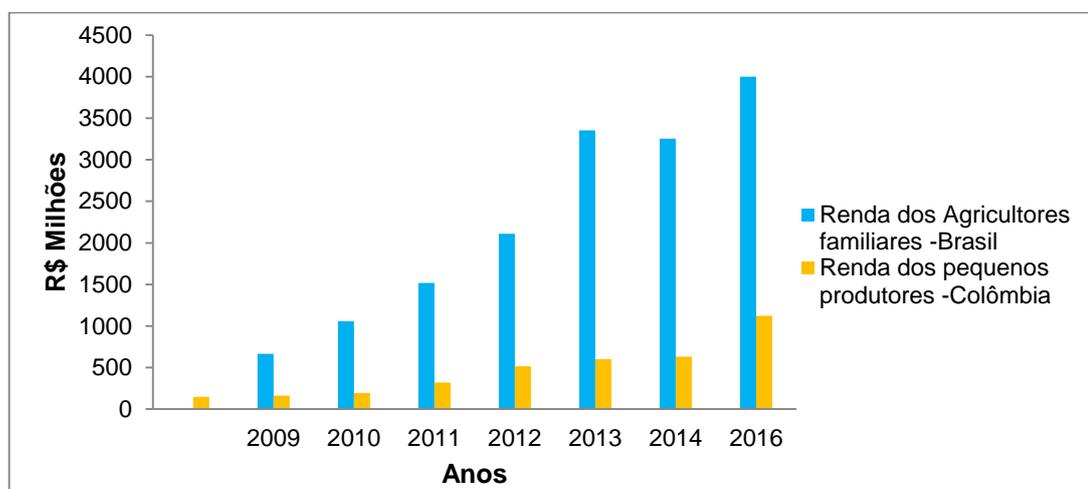


**Fonte:** Elaboração própria, baseada em APROBIO (2017); IRENA (2017); Fedebiocombustibles (2017).

Grande parte da renda gerada no setor do biodiesel é destinada para as etapas de produção agrícola e extração do óleo. Nesse contexto, poder-se-ia inferir que as condições de agricultores familiares (Brasil) e pequenos produtores (Colômbia), melhorariam, aumentando sua renda, expandindo suas fazendas e reduzindo os níveis de pobreza.

Na Figura 33, observa-se um histograma da evolução da renda dos agricultores familiares e pequenos produtores, advinda pelo empreendimento do biodiesel, nos países objeto de estudo.

**Figura 33**– Renda gerada no Brasil e na Colômbia pelos agricultores familiares e pequenos produtores, atribuída à produção de biodiesel.



Fonte: Elaboração própria, baseada em MDA (2017), Fedepalma (2017).

- **Indicador de geração de emprego**

A Tabela 12, mostra os resultados dos valores deste indicador no período de 2008-2017 para os dois países.

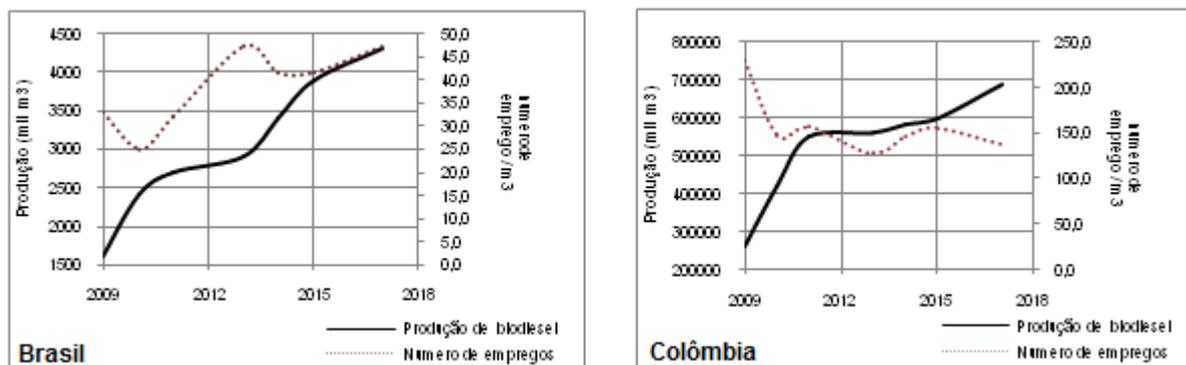
**Tabela 12**– Evolução do Indicador de geração de empregos no Brasil e na Colômbia.

Ano	$I_{emp}$ (número de empregos/m <sup>3</sup> )	
	Brasil	Colômbia
2008	20,6	1316,6
2009	33,1	229,8
2010	25,1	147,4
2011	31,9	156,6
2013	47,2	127,3
2014	41,5	145,3
2015	41,6	155,2
2017	47	138,2

Fonte: Elaboração própria, 2018.

Na Figura 34 visualiza-se a correlação entre o indicador de geração de emprego e a produção de biodiesel no Brasil e na Colômbia.

**Figura 34 – Correlação entre geração de emprego e produção de biodiesel.**



**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

Os gráficos de correlação mostram que para o Brasil a relação entre os empregos gerados por m<sup>3</sup> de biodiesel produzido, é positiva onde o coeficiente de correlação de Pearson tem um valor de 0,69, com um nível de significância de  $\alpha = 0,086$ . Já para Colômbia, existe uma associação negativa entre as variáveis, apresentando um coeficiente de -0,84, com um nível de significância de  $\alpha=0,017$ .

No Brasil o aumento gradativo na produção de biodiesel incrementou a geração de emprego por parte do setor. Sem embargo, nos anos 2010 e 2014, pese ao incremento na produção de 40% e 20%, a geração de empregos/m<sup>3</sup> de biodiesel produzido, diminuiu o 4% e 24%, respectivamente. O ano de 2010, foi o ano em que a Agropalma parou a produção nas suas usinas de biodiesel para focar em outras indústrias, como será mencionado mais adiante, o que pode ter refletido na redução de empregos do setor. No ano de 2014, começou a se evidenciar de forma mais claras as fragilidades do PNPB do ponto de vista social, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, onde o potencial de geração de emprego do programa foi menor do que no restante do país. Além disso, nesse mesmo ano, o número de agricultores e cooperativas da agricultura familiar no âmbito do PNPB diminuiu 14%.

Na Colômbia, a partir do ano 2011, a quantidade de biodiesel produzido afetou negativamente a geração de empregos no setor. Sem embargo, em contraste com o Brasil, o aumento na produção de biodiesel não foi significativo, representando apenas um 7% ao longo do período de 2011 a 2017. Um dos fenômenos ocorridos no país - sobretudo nas regiões de produção da matéria-prima para biodiesel, foi a concentração da terra. Os grandes proprietários tomaram uma maior parte na participação do negócio, inibindo a possibilidade de desenvolvimento para o restante

da população, principalmente para os pequenos produtores dessas regiões, o que teve um impacto negativo na geração de emprego, uma vez que a fase agrícola representa 67% do total de empregos gerado pelo setor.

- **Indicador de renda**

Os resultados dos valores do indicador ao longo do tempo para Brasil e Colômbia é apresentado na Tabela 13.

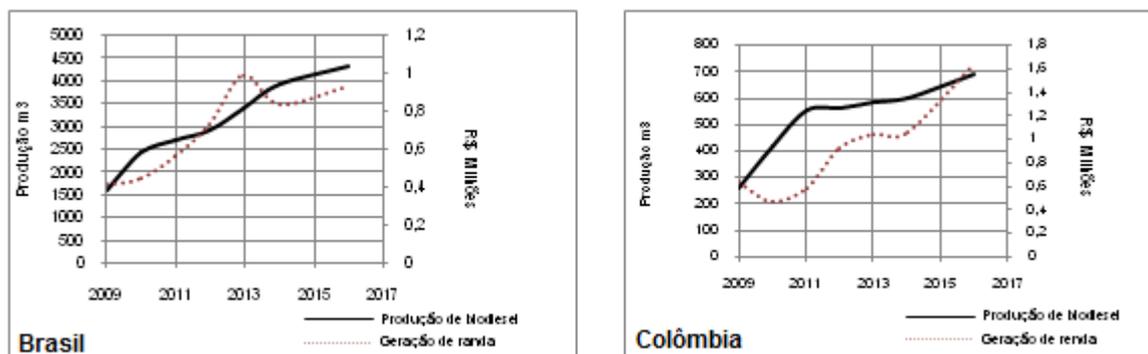
**Tabela 13 –** Indicador da geração de renda no Brasil e Colômbia período 2009-2016.

Ano	IGR (R\$ milhões/m <sup>3</sup> )	
	Brasil	Colômbia
2009	0,41	0,63
2010	0,44	0,46
2011	0,56	0,58
2012	0,72	0,92
2013	0,98	1,03
2014	0,83	1,04
2016	0,93	1,6

Fonte: Elaboração própria, 2018.

Os gráficos da correlação entre a geração de renda e a produção de biodiesel podem ser visualizados na Figura 35.

**Figura 35–** Correlação entre a geração de renda e a produção de biodiesel no Brasil e Colômbia.



Fonte: Elaboração própria, 2018.

Os indicadores de renda, tanto no Brasil como para Colômbia, mostram uma relação positiva significativa, com valores do coeficiente de correlação de Pearson de 0,88 e 0,75 e um nível de significância  $\alpha = 0,008$  e  $\alpha = 0,054$ , respectivamente.

No Brasil, a participação da agricultura familiar na geração da renda, cresceu no longo do período 2009-2016, quando a quantidade de biodiesel finalizada nos leilões também aumentou, em decorrência do incremento da demanda de diesel e dos aumentos dos mandatos obrigatórios de mistura. No entanto, como descrito acima, a partir do 2014, a participação das regiões Norte e Nordeste não acompanharam a evolução do setor; sendo que a renda se concentrou entre os agricultores familiares das demais regiões, principalmente nas regiões Sul e Centro-Oeste.

É evidente que na Colômbia a produção de biodiesel incrementa a renda dos pequenos produtores que participam no setor ao longo do tempo avaliado, mas não tão pronunciadamente como é a renda gerada para os agricultores familiares no Brasil. A partir de 2011, há uma melhoria na renda, principalmente nas regiões produtoras de palma, confirmando que nessas regiões a cultura da palma é uma alternativa para diminuir a pobreza nas áreas rurais, sempre que a concentração da terra não se encontre em mãos de poucos. Porém, a maior acumulação de capital nas mãos de poucos reduz a taxa da distribuição da renda.

#### • Indicador IDH

Os resultados do IDH para as duas regiões de maior produção de biodiesel no Brasil e na Colômbia são apresentados na Tabela 14.

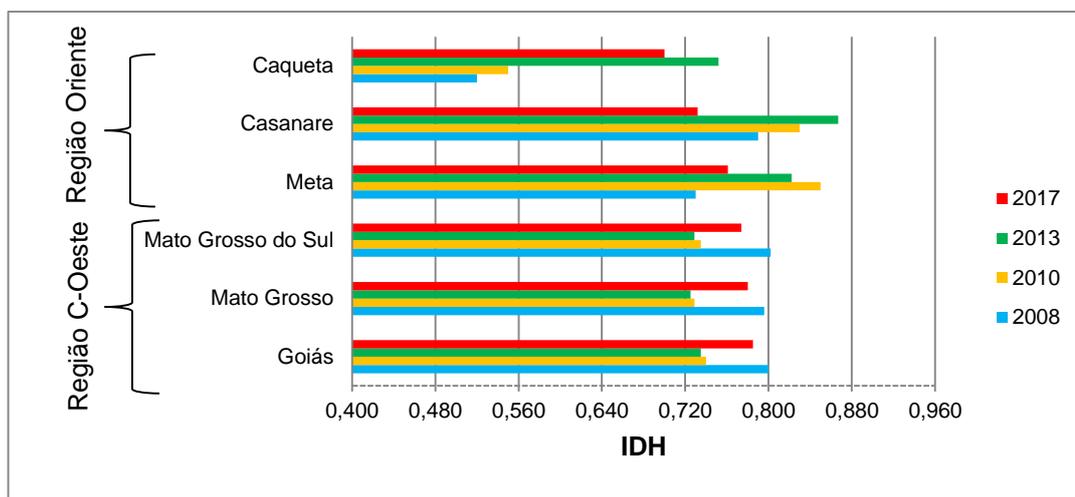
**Tabela 14 –** Evolução do Indicador do Desenvolvimento Humano nas principais regiões produtoras de biodiesel no Brasil e na Colômbia.

Ano	Região Centro-Oeste (Brasil)	(IDH)	Região Oriente (Colômbia)	(IDH)
2008	Goiás	0,800	Meta	0,730
	Mato Grosso	0,796	Casanare	0,790
	Mato Grosso do Sul	0,802	Caqueta	0,520
2010	Goiás	0,740	Meta	0,850
	Mato Grosso	0,729	Casanare	0,830
	Mato Grosso do Sul	0,735	Caqueta	0,550
2013	Goiás	0,735	Meta	0,822
	Mato Grosso	0,725	Casanare	0,867
	Mato Grosso do Sul	0,729	Caqueta	0,752
2017	Goiás	0,785	Meta	0,761
	Mato Grosso	0,780	Casanare	0,732
	Mato Grosso do Sul	0,774	Caqueta	0,700

Fonte: Elaboração própria, baseada em PNUD (2018).

A Figura 36 mostra graficamente a evolução do IDH para cada estado das regiões Centro-Oeste e Oriente do Brasil e da Colômbia, respectivamente.

**Figura 36 – IDH nos diferentes estados das principais regiões produtoras de biodiesel no Brasil e na Colômbia.**



Fonte: Elaboração própria, 2018.

O IDH para as regiões produtoras do biocombustível estudadas, tanto no Brasil como na Colômbia, encontram-se nas faixas do alto. Estas duas regiões apresentam características similares, pois são regiões de grande dinamismo econômico, por serem áreas importantes para o setor agropecuário de produção de soja (Centro-oeste), produção de palma (Oriente), e pecuária de corte, além de serem áreas de exploração mineira. A confluência de todas estas características das regiões torna muito difícil estabelecer a responsabilidade que diz respeito a que exclusivamente o setor de biodiesel seja responsável das grandes transformações do desenvolvimento humano que vem ocorrendo nesses territórios as últimas décadas, especialmente no que se refere à educação, renda e esperança de vida.

Sem embargo, a pujança do agronegócio e da economia da soja e da palma nas regiões Centro-Oeste e Oriente, se reflete no indicador social do índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Que entre 2008 e 2017, os seis estados das regiões registram crescimento e avançaram no ranking nacional.

### 3.1.3 Indicadores econômicos

A avaliação desses indicadores ressalta aspectos importantes: o uso do biodiesel como uma alternativa ao combustível fóssil, a opção do crescimento da produção do setor pela capacidade industrial disponível nos países objeto de estudo, e a contribuição do crescimento e desenvolvimento do setor de biodiesel.

- **Indicador de redução das importações.**

Na Tabela 15 pode-se visualizar os valores da redução das importações, de acordo com a equação (7), para o Brasil e a Colômbia.

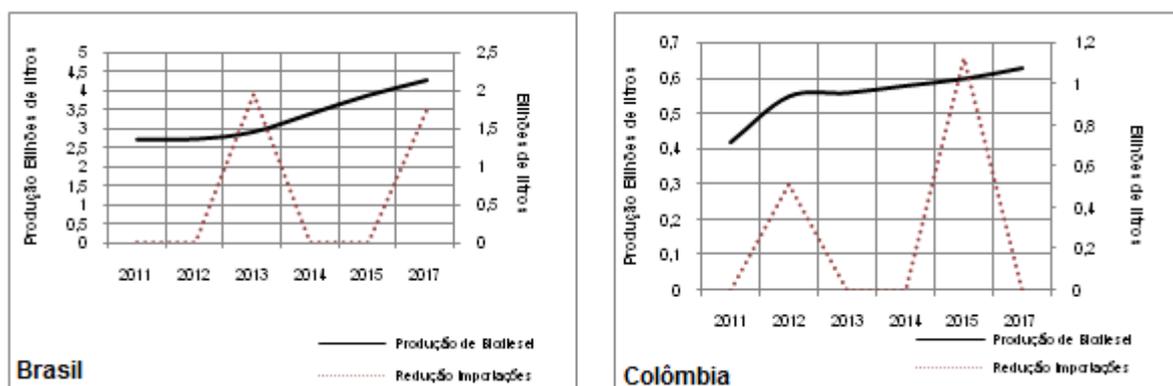
**Tabela 15 – Evolução das importações reduzidas para o Brasil e a Colômbia.**

Ano	Brasil (Bilhões de litros)	Colômbia (Bilhões de litros)
2010-2011	0,0	0,0
2011-2012	0,52	0,0
2012-2013	0,0	1,96
2013-2014	0,0	0,0
2014-2015	1,13	0,0
2015-2017	0,0	1,74

Fonte: Elaboração própria, 2018.

Os gráficos na Figura 37, evidenciam a correlação entre a redução das importações e a produção de biodiesel no Brasil e na Colômbia, num período de 10 anos.

**Figura 37– Correlação entre a redução das importações e a produção de biodiesel no Brasil e na Colômbia.**



Fonte: Elaboração própria, 2018.

Tanto no Brasil como na Colômbia, o maior consumo de óleo diesel é pela crescente demanda do transporte de cargas, especialmente do transporte rodoviário, baseado em caminhões motorizados a diesel. A importação deste combustível supera em mais de três vezes a produção de biodiesel no Brasil e mais de cinco vezes na Colômbia. Onde um incremento substancial da indústria do biodiesel, contribui na redução das importações, e beneficiaria a balança comercial destes países.

Sem embargo, os dados referentes à relação entre a produção de biodiesel e a diminuição das importações, apresentam valores de correlação de Pearson de 0,28 com um nível de significância de  $\alpha=0,594$  para Brasil, um valor que evidencia pouquíssima correlação entre ambos dados. E de 0,27 para Colômbia, com um nível de significância de  $\alpha=0,601$ , um valor também com baixa significância. Pode-se dizer, a partir destes resultados, que em termos absolutos, a produção de biodiesel no Brasil não representa nem 8% do consumo de óleo diesel. Caso similar acontece na Colômbia, onde a produção de biodiesel representa 10% do consumo de óleo diesel. Em conclusão, pode-se afirmar que, em ambos os países, uma substituição parcial deste montante implica um impacto muito menor nas importações do setor.

Outros fatores podem ser a causa da redução das importações, como o aumento da produção interna do combustível e a baixa demanda do mesmo. No caso brasileiro, para o período entre os anos 2011-2012 e 2014-2015, houve uma redução nas importações, mostrando que a produção interna aumentou 10%, o consumo diminuiu 2% e a produção de biodiesel aumento 15%. Já para Colômbia, os anos onde as importações diminuíram foram os períodos entre os anos 2012-2013 e 2015-2017, nos quais a produção de óleo diesel interna aumentou 8,5%, o consumo diminuiu 32% e a produção de biodiesel teve um incremento de 5%.

- **Indicador da ociosidade da capacidade industrial instalada.**

Os valores do indicador da ociosidade da capacidade industrial para o Brasil e a Colômbia, podem ser observados na Tabela 16:

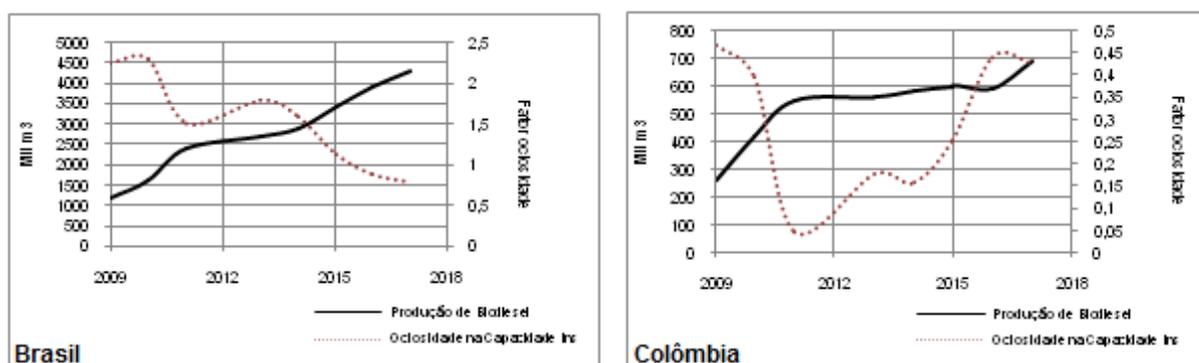
**Tabela 16 – Evolução da ociosidade na capacidade instalada para biodiesel no Brasil e na Colômbia.**

Ano	Brasil (Mil m <sup>3</sup> /ano)	Colômbia (Mil m <sup>3</sup> /ano)
2009	2,3	0,46
2010	2,3	0,39
2011	1,5	0,045
2013	1,8	0,18
2014	1,5	0,16
2015	1,1	0,25
2016	0,9	0,44
2017	0,8	0,43

Fonte: Elaboração própria, 2018.

A correlação entre o indicador da ociosidade da capacidade instalada e a produção de biodiesel se mostra na Figura 38.

**Figura 38 – Correlação entre a ociosidade na capacidade instalada e a produção de biodiesel no Brasil e na Colômbia.**



Fonte: Elaboração própria, 2018.

Entre o período de 2009-2014 o Brasil sofreu uma alta taxa de ociosidade na indústria do biodiesel – cerca de 65% de capacidade ociosa. A partir de 2014 até 2017 a ociosidade diminuiu em 27%, uma vez que foi o tempo em que a mistura obrigatória do biocombustível ao diesel fóssil passou de 4% para 8

Na Colômbia a taxa de ociosidade é muito menor comparada com a do Brasil. No período 2009-2014 a ociosidade na capacidade industrial instalada foi de aproximadamente 19%. Depois do ano de 2015, houve incrementos significativos da ociosidade em torno de 43%, em função da instalação de duas usinas novas que aumentaram a capacidade instalada no país. Além de que, a demanda do biocombustível diminuiu em 2%, apesar do aumento de mistura de 8% a 9%. Esse fato pode ser atribuído ao congelamento dos preços do biodiesel durante o período

de 2016-2017, estagnando de certa medida incrementos na produção deste bicomcombustível.

Com relação à correlação entre o indicador de ociosidade e a produção de biodiesel, os coeficientes de Pearson são -0,96 e -0,31, com nível de significância de  $\alpha=0,001$  e  $\alpha=0,966$  para Brasil e Colômbia, respectivamente. Estes valores indicam uma correlação negativa para ambos os países, de pouca significância para Colômbia.

- **Indicador de Participação no PIB.**

A Tabela 17 apresenta os valores do indicador da participação do PIB do setor de biodiesel, no Brasil e na Colômbia.

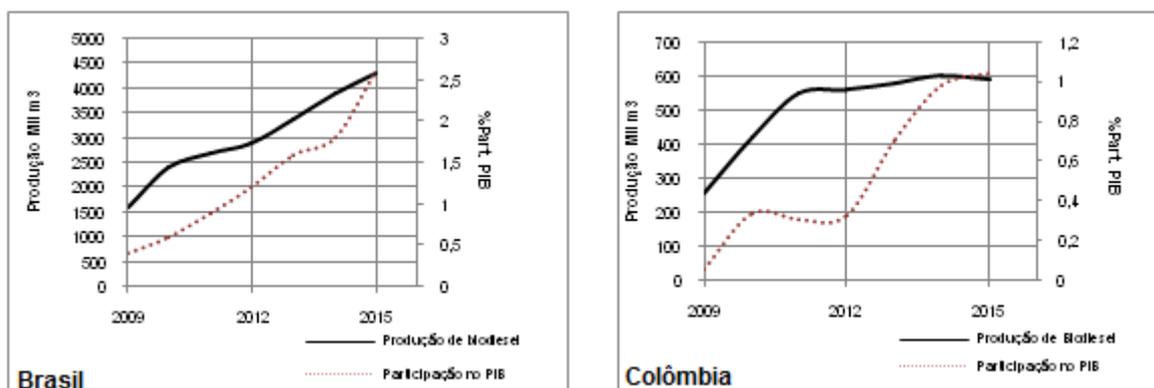
**Tabela 17 –** Evolução participação do PIB do setor de biodiesel no Brasil e na Colômbia.

<b>Ano</b>	<b>Brasil</b>	<b>Colômbia</b>
2008	0,4	0,02
2009	0,4	0,06
2010	0,6	0,34
2011	0,9	0,31
2012	1,2	0,33
2013	1,6	0,71
2014	1,8	0,98
2015	2,6	1,04

**Fonte:** Elaboração própria, baseada em Fedepalma (2016), BiodieselBr (2015), Banco Mundial (2016).

A correlação entre o indicador da participação no PIB e a produção de biodiesel se mostra na Figura 39.

**Figura 39–** Correlação entre a participação no PIB e a produção de biodiesel no Brasil e na Colômbia.



Fonte: Elaboração própria, 2018.

Os valores dos coeficientes de correlação de Pearson foram de 0,96 e 0,75, com nível de significância de  $\alpha=0,0001$  e  $\alpha=0,054$  para o Brasil e a Colômbia, respectivamente; mostrando uma correlação direta entre as duas variáveis avaliadas. Assim, quando a produção cresce a participação do biodiesel no PIB incrementa também.

O crescimento deste setor, nos últimos dez anos, vê-se relacionado com os ótimos resultados das culturas de soja e do dendê, importantes matérias primas para a fabricação do biocombustível; com o aumento de empregos no setor; com o aumento da mistura obrigatória de maneira gradativa; com a diminuição das importações de óleo diesel; assim como com *políticas públicas* que asseguram uma certa previsibilidade e resultam no ganho da indústria em escala. São, portanto, esses os indicativos que podem comprovar essa tendência do crescimento da participação do biodiesel no PIB dos dois países, tornando os preços do produto competitivos.

### 3.1.4 Avaliação do Objetivo 7 do Desenvolvimento Sustentável

Atingir o acesso às diferentes fontes de energia principalmente as renováveis, é o fim central do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7. As metas estipuladas para alcançar este objetivo visam a: incrementar a participação de energias renováveis na matriz energética nacional e reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso à pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e

mais limpas; assim como promover o investimento em infraestrutura de energia limpa. Nesse sentido, o compromisso se fundamenta em aumentar a participação da bioenergia sustentável na matriz energética em, aproximadamente, 18% no Brasil e 20% na Colômbia, expandindo assim, o consumo de bicomcombustíveis e aumentando sua oferta. O Brasil e a Colômbia têm grandes possibilidades de atingir essa meta, pois em seus programas internos de política pública desenvolveram objetivos que apontam para o incremento da participação dos biocombustíveis na matriz energética.

O potencial dos programas de biodiesel, para alcançar o objetivo, de aumentar a quota de energia renovável está relacionado com fatores como, o incremento gradativo do percentual de mistura, a diversificação de matérias-primas distribuídas nas diferentes regiões dos respectivos países, o aumento da capacidade instalada e a redução da quantidade de emissões.

O Quadro 4, apresenta a participação do biodiesel na oferta de energia interna entre os anos 2011-2016, segundo o indicador.

**Quadro 4 – Participação do biodiesel na Oferta interna de Energia.**

<b>Participação percentual do biodiesel na Oferta Interna de Energia (OIE)</b>					
<b>Brasil (%)</b>					
<b>Ano</b>					
2011	2012	2013	2014	2015	2016
1,10	1,05	0,84	1,14	1,20	1,30
<b>Colômbia(%)</b>					
<b>Ano</b>					
2011	2012	2013	2014	2015	2016
0,87	0,93	0,89	0,86	0,98	1,10

**Fonte:** Elaboração própria, baseada em EPE (2017); Fedebiocombustibles (2017).

No Brasil, com a instauração do PNPB, a produção do biodiesel tornou-se significativa em 13 anos, sendo possivelmente um dos maiores produtores mundiais. A capacidade da indústria instalada anualmente se situou em torno de 7 bilhões de litros e o consumo total foi de 4,2 bilhões de litros, relativo à adição obrigatória de 10% de biodiesel ao óleo diesel. Destaca-se que esse porcentual, de acordo à legislação, poderá chegar a 15% nos próximos anos. Com a previsão de aumento da mistura, o desenvolvimento tecnológico é fundamental para a incorporação gradativa de novas fontes de matérias-primas; assim como foi o objetivo inicial do PNPB de sustentar a cadeia de produção na diversidade de matérias-primas existentes nas diversas regiões do país. A disponibilidade brasileira de oleaginosas e a geografia favorável do país permite a liderança no mercado de produção de biodiesel.

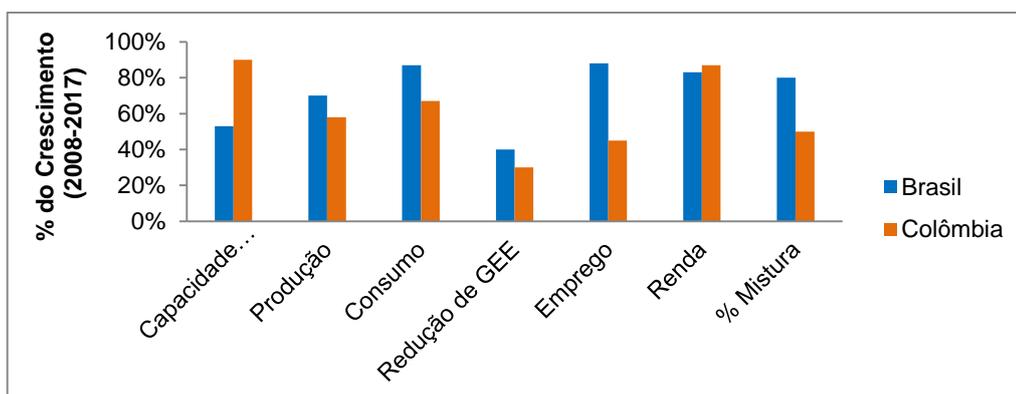
Para suportar esse avanço, em 2017 foi promulgada a Lei 13.576 (2017) - RenovaBio, que prioriza o uso eficiente da biomassa para fins energéticos e possui como objetivo principal a redução de GEE pela utilização sustentável dos biocombustíveis. Esta política é importante para impulsionar o apoio à pesquisa, ao desenvolvimento tecnológico e à inovação em biocombustíveis.

Na Colômbia, com vistas a diversificar as fontes de energia, o Programa Nacional de Biodiesel, foi desenvolvido principalmente para apoiar fluxos de receita da indústria da palma, que dinamiza o setor e favorece o emprego direto e indireto. Ao mesmo tempo o PNB contribui a lograr as metas da redução de emissões de GEE. Por um lado, o Banco da República publicou, em 2014, um documento (Minutas da Economia nº 836) no qual a questão foi discutida e o imposto sobre o carbono foi proposto como uma medida eficaz para controlar as mudanças climáticas.

Ao longo dos 12 anos após a criação do programa, a Colômbia incrementou sua produção de biodiesel em 58%. A capacidade instalada na indústria foi de 0,98 bilhões de litros, consumindo 0,6 bilhões de litros, com uma percentagem de mistura obrigatória de 10%. Com as políticas já estabelecidas, é esperado um aumento de mistura de 20% nos próximos 5 anos. A previsão do incremento na percentagem na mistura indica o fortalecimento do setor e, ao mesmo tempo, o apoio da agricultura nacional de palma, atividade econômica que gera crescimento econômico nas regiões onde se instaura.

A Figura 39 mostra o comportamento em termos de crescimento do setor de biodiesel no Brasil e na Colômbia, num período de dez anos (2008-2017).

**Figura 39** – Crescimento do setor de biodiesel em porcentagem durante um período de dez anos (2008-2017) no Brasil e na Colômbia.



Fonte: Elaboração própria, 2019.

A figura apresentou uma comparação entre o Brasil e a Colômbia, do crescimento do setor de biodiesel, depois de uma década da criação dos programas (2008-2017), o que influencia no potencial que tem os mesmos para o cumprimento da meta 7.2 do ODS 7.

- **Síntese**

O Quadro 5, apresenta a compilação dos indicadores no ultimo período avaliado a nível nacional, e a dimensão de avaliação.

**Quadro 5 – Dimensões de avaliação e indicadores.**

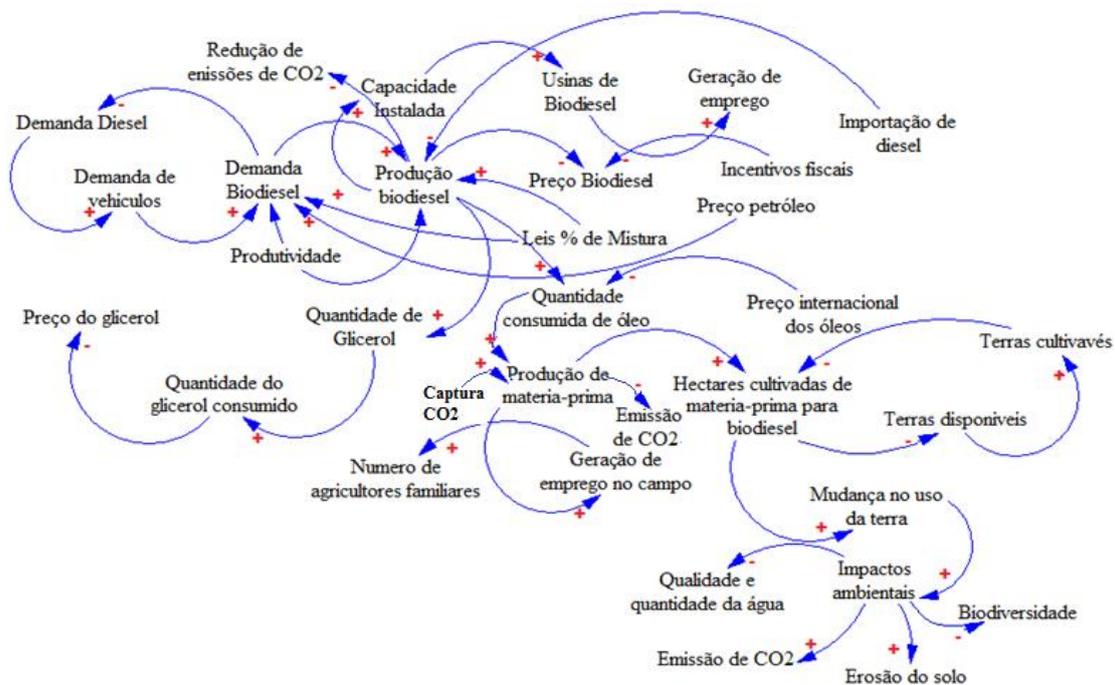
Dimensão	Indicador	Brasil	Colômbia	Unidade
<b>Ambiental</b>	Redução de GEE	10,4	2,6	MtCO <sub>2</sub> eq/ano
<b>Social</b>	Geração de emprego	47	138,2	#empregos/m <sup>3</sup>
	Geração de renda	0,93	1,6	R\$milhões/m <sup>3</sup>
	IDH	0,785	0,761	-
<b>Econômica</b>	Redução nas importações	1,13	1,74	Bilhões de litros
	Ociosidade na capacidade industrial instalada	0,8	0,43	Mil m <sup>3</sup> /ano
	Participação no PIB	2,6	1,04	%
<b>ODS 7</b>	Participação do biodiesel na oferta interna de energia	1,30	1,10	%

Fonte: Elaboração própria, 2018.

### 3.2 Oportunidades, ameaças, fortalezas e debilidades dos programas de biodiesel no Brasil e na Colômbia

As oportunidades, ameaças, fortalezas e debilidades dos programas de biodiesel no Brasil e na Colômbia, nas questões relacionadas com: a economia dos países, aspetos sociais, a produção de matérias-primas, o médio ambiente e os impactos na balança comercial; são determinantes na análise dos fatores internos e externos que afetam os programas. A Figura 40, mostra o diagrama dos fatores externos e internos que interferem nos programas de biodiesel, e foi criado mediante o uso de variáveis e relações que ligam as dimensões política, econômica, social e ambiental.

**Figura 40** – Diagrama causal do programa nacional do biodiesel.



**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

No diagrama, pode-se observar a dimensão política representada pelas resoluções que determinam a percentagem de mistura e os incentivos fiscais é que estabelecem a estrutura de preços do biodiesel. A dimensão econômica é representada pelo efeito da demanda de biodiesel que incentiva a produção e, em paralelo, a capacidade instalada e o número de usinas em operação; assim como a substituição da importação de diesel, aspectos relevantes para dimensão econômica. Também é encontrado o mercado do glicerol, que é afetado pelo crescimento da produção de biodiesel.

Outro aspecto a ser observado refere-se ao fato de que quando não é usado sub-produto ou resíduo, é a quantidade de óleo consumido que interfere na produção da matéria prima e, por sua vez, nos hectares cultivados para o caso da palma na Colômbia. Aqui, vale a pena salientar que o custo da produção de biodiesel é altamente dependente do preço internacional dos óleos. Ambos os países estabeleceram um conjunto de condições para o mercado do biodiesel, condições tributárias preferenciais e inserção de impostos para garantir a rentabilidade da produção do biocombustível.

A dimensão social é analisada, principalmente, pela quantidade de matéria-prima produzida e o número de usinas instaladas que incrementam a geração de emprego e o número de famílias inseridas no setor. A dimensão ambiental é analisada por meio das mudanças no uso da terra e na emissão de GEE que influenciam no aumento dos impactos ambientais.

### **3.2.1 Matriz de fatores externos e internos**

O objetivo de avaliar fatores externos e internos é examinar os pontos fortes, oportunidades, fraquezas e ameaças dos programas nacionais do biodiesel, identificam as mudanças derivadas à dinâmica do ambiente durante a execução de cada programa. Para tanto, foram coletadas informações sobre as forças políticas, econômicas, sociais e ambientais. Reforçando a pesquisa, também foram compiladas informações sobre a situação atual do programa no Brasil e na Colômbia.

- **Matriz de fatores externos (EFE)**

Nos quadros 6 e 7 são apresentadas as matrizes de fatores externos, nas quais são listadas as principais oportunidades e ameaças dos programas de biodiesel no Brasil e na Colômbia, informadas por especialistas da Fedebiocombustibles e da ANP.

**Quadro 6 – Matriz de fatores externos (EFE) do programa nacional de biodiesel no Brasil.**

Oportunidades	Peso	Qualificação	Peso Ponderado
Apoio governamental (incentivos fiscais, % de mistura).	0,086	4	0,344
Fatores ambientais favoráveis para o plantio de culturas energéticas.	0,056	3	0,168
Terras disponíveis para o cultivo.	0,032	3	0,096
Mercado de subprodutos (glicerina, borra, ácidos graxos)	0,054	3	0,162
Indústrias de extração do óleo de soja fortes	0,023	3	0,069
Capacidade instalada	0,083	4	0,332
Valoração de subproduto ou resíduo.	0,075	4	0,300
Diversidade de matéria-prima.	0,090	4	0,360
Distribuição regional.	0,056	3	0,168
Fortalecimento da economia rural.	0,085	4	0,340
Alta taxa de redução de emissões de GEE (consciência na mudança climática).	0,074	4	0,296
<b>Ameaças</b>			
Preço do petróleo.	0,087	1	0,087
Concorrência com o óleo diesel.	0,090	1	0,090
Influência do preço dos óleos vegetais.	0,034	2	0,068
Produção de outras energias renováveis.	0,066	1	0,066
Interferência da produção agrícola no equilíbrio ambiental (impactos ambientais, na água, solo e biodiversidade).	0,032	2	0,064
Chegada dos carros elétricos.	0,054	2	0,108
<b>Total</b>	1,0		3,12
Baixa	Medio		Alto
0 -0,033	0,034 – 0,066		0,067 -0,1

Fonte: Elaboração própria, 2018.

**Quadro 7 – Matriz de fatores externos (EFE) do programa nacional de biodiesel na Colômbia.**

Oportunidades	Peso	Qualificação	Peso Ponderado
Apoio governamental (incentivos fiscais, % de mistura).	0,095	4	0,380
Fatores ambientais favoráveis para o plantio de culturas energéticas.	0,087	4	0,348
Terras disponíveis para o cultivo.	0,067	4	0,268
Mercado de subprodutos (glicerina, borra, ácidos graxos)	0,045	3	0,135
Indústrias de extração do óleo de palma fortes	0,086	4	0,344
Capacidade instalada	0,067	4	0,268
Valoração de subproduto ou resíduo.	0,012	3	0,036
Diversidade de matéria-prima.	0,005	3	0,015
Distribuição regional.	0,064	3	0,192
Fortalecimento da economia rural.	0,065	3	0,195
Alta taxa de redução de emissões de GEE (consciência na mudança climática).	0,053	3	0,159
<b>Ameaças</b>			
Preço do petróleo.	0,087	1	0,087
Concorrência com o óleo diesel.	0,084	1	0,084
Influência do preço dos óleos vegetais.	0,085	1	0,085
Produção de outras energias renováveis.	0,048	2	0,096
Interferência da produção agrícola no equilíbrio ambiental (impactos ambientais, na água, solo e biodiversidade).	0,065	1	0,065
Chegada dos carros elétricos.	0,045	2	0,090
<b>Total</b>	1,0		2,84
<b>Baixa</b>	<b>Medio</b>		<b>Alto</b>
0 -0,033	0,034 – 0,066		0,067 -0,1

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

A pontuação total do valor ponderado do programa de biodiesel, obtida das matrizes EFE, para Brasil é 3,12 e para Colômbia 2,84, acima do valor total ponderado médio da matriz 2,5. O que indica que, em certa medida, são aproveitadas as oportunidades externas do setor para o desenvolvimento do programa e as ameaças enfrentadas são pouco relevantes.

No Brasil, as oportunidades, às quais o programa de biodiesel está respondendo mais efetivamente, estão relacionadas ao apoio governamental, à capacidade instalada para a produção, à diversidade de matérias-primas, à valorização de subproduto e resíduo e ao fortalecimento da economia. As principais ameaças a que o programa está exposto são a diminuição do preço do petróleo e a concorrência com o óleo diesel.

O programa de biodiesel na Colômbia apresenta algumas oportunidades que podem ressaltar seu funcionamento e que estão relacionadas ao apoio governamental, aos fatores ambientais favoráveis para o plantio de culturas energéticas, à disponibilidade de terra para cultivo, à existência de indústrias de extração do óleo de palma fortes e com a capacidade instalada. Da mesma forma, o programa está exposto a ameaças como a diminuição do preço do petróleo, a concorrência com o óleo diesel e a volatilidade dos preços dos óleos vegetais.

Observa-se que as oportunidades mencionadas pelos especialistas no tema extrapolam as ameaças, e abrangem aspectos econômicos, sociais e ambientais.

- **Matriz de fatores internos (EFI)**

Nos quadros 8 e 9, são apresentados os fatores dos programas de biodiesel mais relevantes na matriz de análise das fortalezas e debilidades. As entrevistas feitas a espertes da Fedebiocombustibles, ANP e empresas do setor, foram decisivas para a abordagem dos fatores.

**Quadro 8 –**Matriz de fatores internos (EFI) do programa nacional de biodiesel no Brasil.

Fortalezas	Peso	Qualificação	Peso Ponderado
Substituto do óleo diesel.	0,100	4	0,400
Mistura de óleos de diferentes matérias-primas .	0,100	4	0,400
Tecnologia <i>matura</i> .	0,100	4	0,400
Menores riscos em armazenamento e transporte.	0,100	4	0,400
Balço emissão de carbono.	0,100	4	0,400
Processo de transesterificação. (possibilidade de usar tanto o etanol como o metanol).	0,100	4	0,400
Debilidades			
Concorrência do biodiesel com mercados já estabelecidos para a compra de matéria-prima.	0,032	2	0,064
Custo de logística (transporte de matéria-prima, produto e subproduto)	0,100	1	0,100
Taxa de ociosidade.	0,100	1	0,100
Total	1,0		2,73
<b>Baixa</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	
0 -0,033	0,034 – 0,066	0,067 -0,1	

Fonte: Elaboração própria, 2018.

**Quadro 9 –** Matriz de fatores internos (EFI) do programa nacional de biodiesel na Colômbia.

Fortalezas	Peso	Qualificação	Peso Ponderado
Substituto do óleo diesel.	0,100	4	0,400
Tecnologia <i>matura</i> .	0,100	4	0,400
Menores riscos em armazenamento e transporte.	0,100	4	0,400
Balço emissão de carbono.	0,065	3	0,195
Processo de transesterificação. (possibilidade de usar tanto o etanol como o metanol).	0,100	4	0,400
Debilidades			
Concorrência do biodiesel com mercados já estabelecidos para a compra de matéria-prima.	0,100	1	0,100
Custo de logística (transporte de matéria-prima, produto e subproduto)	0,100	1	0,100
Taxa de ociosidade.	0,1	1	0,100
Total	1,0		2,50
<b>Baixa</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	
0 -0,033	0,034 – 0,066	0,067 -0,1	

Fonte: Elaboração própria, 2018.

Os valores de 2,73 e 2.50 superiores à média, para Brasil e Colômbia, respectivamente, indicam que os programas dentro do setor interno de biodiesel são relativamente forte e que as debilidades são pouco relevantes.

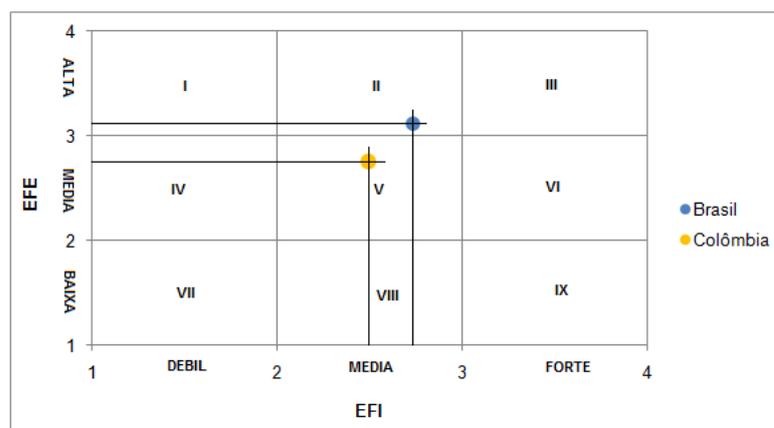
Referente à análise interna, pode-se inferir que o Brasil apresenta fortalezas em seu programa tais como: o biodiesel pode ser substituto do óleo diesel, a tecnologia na produção do biocombustível é *matura*<sup>5</sup>, à rota de transesterificação é versátil em quanto à utilização do tipo de álcool na reação e tem menores riscos no armazenamento e transporte. As principais ameaças são a concorrência com a produção de biodiesel com mercados já estabelecidos, e a taxa de ociosidade.

As principais forças expressivas na análise interna indicam que o biodiesel na Colômbia é substituto do combustível fóssil, apresenta uma tecnologia *matura* e tem um processo de transesterificação versátil. Em relação às debilidades analisadas, a concorrência com a produção de biodiesel com mercados já estabelecidos, e a taxa de ociosidade, referente à produção inferior à capacidade instalada.

### 3.2.2 Matriz externa interna (EI)

Na figura 41 se mostra os resultados da matriz IE para os países objeto de estudo.

**Figura 41** – Matriz externa interna do programa de biodiesel no Brasil e na Colômbia.



**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

<sup>5</sup> Tecnologia que está em uso há tempo suficiente para que a maioria de suas falhas iniciais e problemas inerentes tenham sido removidos ou reduzidos por um maior desenvolvimento. Em alguns contextos, pode também referir-se à tecnologia que não foi amplamente utilizada, mas cujo conhecimento científico é bem compreendido.

De acordo com o gráfico da matriz IE, o programa de biodiesel Brasileiro relacionado como suas posições internas e externas, encontra-se no quadrante II da matriz, o que significa que o programa tem um futuro promissor onde o setor de biodiesel tem atração no longo prazo e uma posição competitiva, mas é importante continuar com os investimentos no setor. Para a Colômbia, o programa ficou no quadrante V, que indica que o programa apenas está emergindo e é preciso adotar estratégias de política pública para incentivar seu desenvolvimento e posicionamento.

É importante salientar que, com o intuito de converter essas oportunidades em fortalezas e contrapor essas ameaças e debilidades, é preciso que, tanto no Brasil, bem como na Colômbia, se estipulem estratégias de desenvolvimento dos programas que objetivem a:

- Alcançar um crescimento significativo na participação de biodiesel na matriz energética dos países, incentivada pela política da percentagem de mistura, para dessa forma possa continuar com a diminuição das importações do diesel fóssil.
- Melhorar as políticas de incentivo à produção e uso do biodiesel para lograr um sólido posicionamento da indústria de biodiesel para enfrentar preços inferiores aos preços do petróleo.
- Incrementar o portfólio de fontes de matérias-primas (principalmente na Colômbia) que participem no setor de biodiesel, aproveitando as condições favoráveis para o cultivo.
- Diminuir a competição com o mercado tradicional da matéria-prima para a produção de biodiesel para melhor atender sua demanda para o setor, pois atualmente a demanda de grãos e óleos está estreitamente relacionada por parte de seu mercado tradicional.
- Aperfeiçoar os processos agrícolas e industriais que garantem melhorias na produtividade do biodiesel e diminuição nos impactos ambientais.
- Contribuir com a redução de emissões de carbono produzidas pelo uso de diesel fóssil.
- Fortalecer programas de responsabilidade social para aumentar o grau de relacionamento da empresa com o pequeno produtor ou agricultor familiar e assegurar a economia rural no campo.

## **4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA “IN SITU”**

Nesta seção se apresentam os resultados fruto dos registros das entrevistas conduzidas e das observações realizadas, em pesquisa de campo num contexto local, incluindo visitas a instituições governamentais, projetos e instalações. Aqui são considerados os aspectos locais das dimensões social e ambiental da sustentabilidade; em relação à produção de uma das matérias-primas (dendê ou palma) utilizada para a produção de biodiesel, que tem sido caracterizada por vários conflitos socioambientais. Além, de apresentar resultados à luz da realidade industrial em duas usinas produtoras de biodiesel.

### **4.1 Produção do dendê no Estado do Pará**

O dendê tem se expandido na Amazônia Paraense, mudando a configuração territorial, alterando a paisagem, dinamizando o trabalho e com uma nova lógica de mercado no rural (Brito, 2017). Segundo Carvalho e Nahum (2014), essa expansão demarca uma periodização da dendeicultura no Pará e identifica três períodos onde se percebe a gradação do desenvolvimento desta monocultura. O primeiro seria o da especulação, a técnica tendo um papel chave para a execução do cultivo, pois levou a pesquisas que identificaram áreas favoráveis ao desenvolvimento da cultura, possibilitando a entrada de novos investidores. O segundo, foi o período das transformações, com as ações estatais mais claras e com a intensificação da dendeicultura. E o terceiro, o período do *boom* do dendê, vem com a implantação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), lançado em 2004, que intensificou a produção do dendê até os dias de hoje.

A prioridade do dendê no PNPB para a região Norte foi o que consolidou a institucionalização da dendeicultura na Amazônia (Cesar *et al.*, 2013; Glass, 2013). Como demonstrado por Veiga (2005), nesse momento, o biodiesel é o principal motivo do interesse pelo dendê. Já que, com a instauração das Leis 11.116, de 18 de maio de 2005, e 11.097, de 13 de janeiro de 2005, se promoveu a instauração do bicomcombustível no país. Essas Leis procuraram garantir o desenvolvimento rural, a inclusão social e a reserva de mercado de biodiesel; assim como fomentar sua produção a partir de diversas fontes, condicionando a vertiginosa expansão da

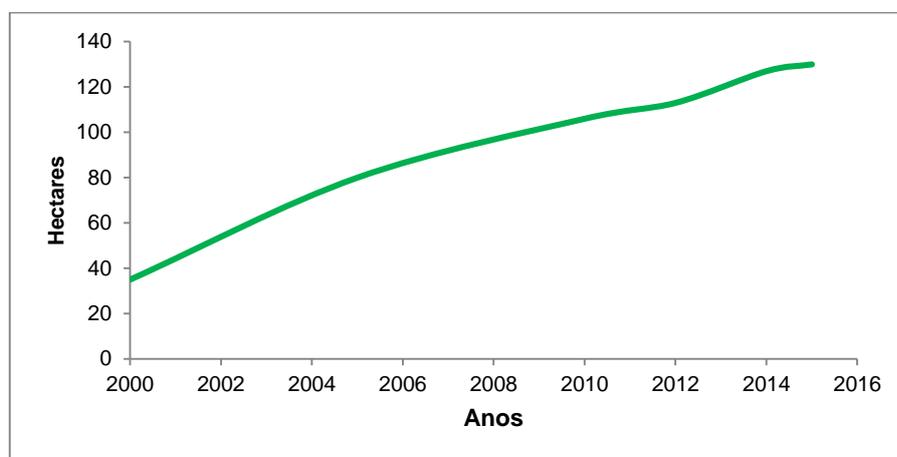
dendeicultura na Amazônia Paraense (Brito, 2017). Além disso, o dendê propiciava uma boa opção para produzir biodiesel, por sua alta produtividade e versatilidade econômica como matéria-prima seja para a indústria de alimentos, seja para a indústria óleo-química.

A orientação pública e políticas relacionadas ao desenvolvimento do dendê desencadearam alguns marcos governamentais aplicáveis ao setor, tais como o Zoneamento Agroecológico de Palma de Óleo (ZAE-palma), publicado em 2010, que se configurou como uma base técnica crucial para o planejamento da expansão do cultivo de dendê no Brasil. Além disso, forneceu base científica para promover uma avaliação responsável das potencialidades no nível regional, com informações sobre o solo, clima, ecologia e proteção, indicando as terras mais apropriadas para o cultivo em áreas desmatadas antes do ano 2007. Outro marco representativo foi o Programa Brasileiro de Produção Sustentável de Óleo de Palma (PPSOP), de 2010, que visa reforçar as iniciativas públicas para impulsionar a expansão do dendê de acordo com critérios sociais, econômicos e ambientais específicos, utilizando o ZAE-Palma como guia (Villela *et al*, 2014; Vicentini *et al*, 2015; Monteiro *et al*, 2015).

A área total de produção de dendê no Brasil no ano 2015 foi de 130.000 hectares, das quais 88% se encontram no Estado do Pará. A expansão da dendeicultura no nordeste paraense se deu efetivamente no início do século XXI com o PNPB, principalmente na microrregião de Tomé-açu, composta pelos municípios de Tomé-açu, Tailândia, Moju, Acará e Concórdia do Pará (MAPA, 2015; Brito, 2017). Pode-se observar a expansão da área de produção de dendê desde o ano 2000 até 2015 na Figura 42.

O incremento na área plantada de dendê, no período de 2005 a 2015, foi de 53,1%. E a participação do Brasil no mundo, em relação à produção desta cultura, foi de 0,4% em 2005, e de 0,8% em 2015. Assim, multinacionais do setor, como a Vale S.A., que historicamente tinham seus focos em setores não agrícolas, orientam parte de seus recursos técnicos, humanos e financeiros para a produção de óleo de dendê utilizável na composição do biodiesel.

**Figura 42** – Total de área em produção de dendê no Brasil no período de 2000-2015.



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em IBGE, 2016.

A entrada dessas multinacionais no setor de dendê teve implicações sociais e ambientais. Sobre os impactos da indústria na vida do agricultor familiar, a dendeicultura resulta numa tendência a formação de um campo sem camponeses, predominando moradores rurais e assalariados rurais. Porém, produz entre os agricultores familiares a necessidade de um rendimento suplementar além daquele que lhe fornece o estabelecimento agrícola da sua propriedade. Que, segundo Nahum e Santos (2016), muda a configuração territorial, dinamizando o trabalho, com uma nova lógica de mercado no rural, o dendê torna-se parte de um global que altera o local. Implicações ambientais elencam fatores limitantes na expansão do dendê como a legislação ambiental.

A legislação ambiental restritiva, as vezes frontalmente oposta à expansão da agroindústria da palma, obrigando ao empresário rural a ser, antes de tudo, um guarda florestal, uma vez que deve preservar e cuidar da floresta nativa em 80% de sua área (BRASIL, 2012).

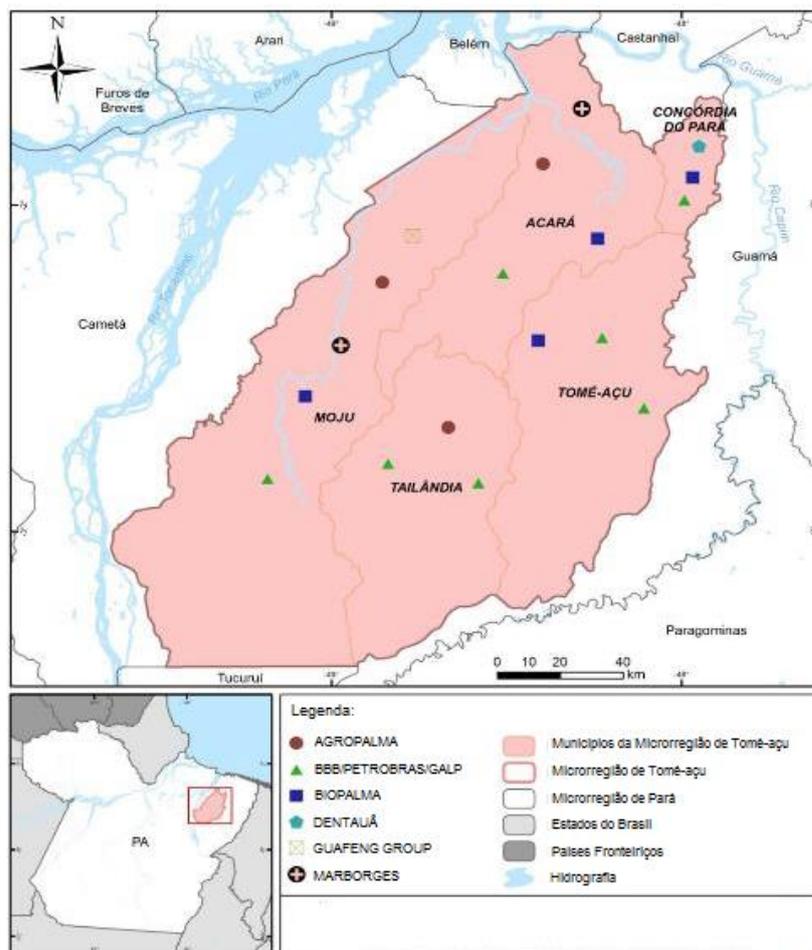
Essa expansão da cultura com a instauração das empresas na região cria o desenvolvimento do Zoneamento Ecológico-Econômico do dendê, que salvaguarda as áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos e os corredores ecológicos.

Edificaram-se, e entraram empresas, como a Biopalma – ligada à Vale, Petrobrás Bicompostíveis, Agropalma, a Portuguesa Galp com a Belém Brasil Bioenergia (BBB), entre outras (Figura 43), que promoveram uma verdadeira

“varredura fundiária”, mapeando áreas rurais potencialmente qualificadas para a dendeicultura. Fazendas agropecuárias, sítios, chácaras, produtivas ou não, foram negociadas, impulsionando o capital especulativo alicerçado na terra (Nahum & Santos, 2016). De acordo com um dos entrevistados:

a questão da arrecadação de terras foi toda naquele círculo que eles fizeram da precipitação ideal para a produção de dendê – 2.100 a 2.600 mm/ano [...] Procuraram todas essas bases de terra para plantio em parceria tanto na agricultura familiar como de arrendamento de latifundiários de monoculturas. Fazendas dentro de um raio muito específico para não ficar muito longe da indústria (Entrevistado 1, BBB, 2018).

**Figura 43** – Mapa das empresas dendeicultoras na Microrregião de Tomé-açu até o ano 2016.



Fonte: Brito, 2017.

Pereira (2016) evidenciou que uma parcela significativa das terras dos municípios, onde a expansão dos plantios de dendê ocorreu mais acentuadamente, foram incorporadas pelas grandes corporações do mercado de óleo de dendê, por

diversas maneiras. Os meios mais comuns verificados foram a compra de terras, o arrendamento fundiário de antigas fazendas de gado, o arrendamento de lotes reconcentrados irregularmente dentro de projetos de assentamento, a posse por simples ocupação em terras públicas federais e estaduais, e a transferência das terras da reforma agrária, por meio do sistema de “integração”.

- **A cultura do dendê e a agricultura familiar**

O ritmo acelerado da expansão da dendeicultura e da incorporação da agricultura familiar à atividade modificou a estrutura produtiva do nordeste do Pará. A aquisição de terras por parte das grandes empresas focou, em grande medida, lotes de pequenos agricultores; muitos dos quais, depois de vendida a terra, passaram a trabalhar como funcionários de agenciadores de trabalho ou para empresas no plantio dos novos dendêzais agroindustriais. Já os produtores que optaram pelo dendê, em parceria com as empresas, têm recorrentemente abandonado os plantios e as roças de cultivos alimentares, e outros cultivam alimentos e roças em função de um sistema de organização micro empresarial da propriedade (Nahum & Malcher, 2012; Glass, 2013). Esses agricultores familiares são proprietários ou não da terra e dedicam 10 hectares à produção de dendê, seguindo um acordo contratual da empresa e sob financiamento do Banco da Amazônia S/A. A Agropalma, a Belém Brasil Bioenergia e a Biopalma, são empresas que desenvolvem projetos de agricultura familiar de dendê. Segundo os dados levantados na pesquisa, a modalidade soma aproximadamente 1.431 famílias, sendo: 311 projetos associados com a BBB; 420 com a Agropalma; e 740 com a Biopalma, totalizando 21.167 hectares de plantio de dendê. Segundo um dos entrevistados:

A empresa está condicionada a ter parcerias não só com agricultores familiares, mas também com a comunidade vizinha aos nossos plantios e que são afetadas pelo empreendimento, com a que tem que ter um trabalho social. São comunidades fundiárias a maioria que trabalhavam com agricultura de subsistência, produção de maracujá, mandioca, farinha, pimenta do reino, entre outras culturas. O 95% de nossos parceiros são populações tradicionais [...] O agricultor deixa de ser agricultor de subsistência para passar a se dedicar a agricultura familiar e ter um rendimento anual por família (Entrevistado 2, BBB, 2018).

Os agricultores familiares se tornam fornecedores de matéria-prima para a indústria de processamento do óleo de dendê. A fim de garantir níveis elevados de produtividade, cada etapa do trabalho passa a ser prescrita e fiscalizada por técnicos das empresas contratantes. Isso significa que os agricultores abrem mão do controle sobre os recursos naturais que manejam e, ao mesmo tempo, ficam diretamente expostos à variação de preços da commodity no mercado internacional. Porém, por questões de produtividade e lucratividade, as empresas não permitem aos agricultores familiares qualquer desvio da produção monocultora. As linhas de crédito público (PRONAF) financiam a agricultura familiar do dendê até o máximo de 10 hectares por família. Para manter reduzidas as despesas organizacionais com logística, as empresas fixam o tamanho dos lotes a serem cultivados em regime de agricultura familiar exatamente nestes 10 hectares. De acordo com um dos entrevistados:

Tenho credito na minha parcela para plantar dendê da PRONAF, na linha de crédito de mais alimento [...] trabalho eu e meus dois filhos no plantio, havendo corte ponho mais trabalhadores, ali pago uma diária. Só pago na colheita (Entrevistado 1, comunidade Cristo Rei, 2018).

Numa pesquisa realizada por Da-Silva e Navegantes (2017), com 162 famílias do nordeste paraense, constatou que: 57% declararam que a vida mudou para melhor após a integração à agroindústria do dendê, atribuindo a melhoria ao aumento da renda. Para 40% a situação continua a mesma de antes, sem melhoras significativas, e para 4% a situação piorou, atribuindo isso ao aumento do trabalho. Nas entrevistas com os diversos atores-chave, pode-se verificar que a dendeicultura é vista como uma oportunidade de melhorar as condições de vida dos agricultores, tendo-se em vista que há poucas alternativas ao dendê. Essa visão positiva do dendê, apresentada pela maioria dos entrevistados, está presente no discurso de um produtor de dendê da comunidade Cristo Rei, como pode ser observada:

Meu sonho era plantar dendê. Só que nunca teve a oportunidade até agora que chegou a BBB e deu essa oportunidade para nós. E se tivesse mais terreno plantaria mais [...] o dendê melhora muita coisa para mim, melhorou a minha vida num 100%, e melhorou a economia da nossa comunidade (Entrevistado 1, comunidade Cristo Rei, 2018).

**Figura 44** – Agricultor familiar da comunidade Betel em parceria com a Belém Brasil Bioenergia.



**Foto:** Diana Carolina Castro Mur, 2018.

Um outro testemunho de outro agricultor familiar da comunidade Betel:

Eu não quis me inserir no projeto de dendê no ano 2011, eu não sabia como era trabalhar com dendê e falavam que era preciso de bastante trabalho e não tinha condição porque éramos minha mulher e eu. Mas só em 2014 comecei a plantar dendê porque vi que na comunidade muita gente estava aproveitando e tinha apoio técnico direto e é um dinheiro que sai na conta dia 15, 16, 17 já está liberado (Entrevistado 3, comunidade Betel, 2018).

Entretanto, Vieira (2015) estudou os agricultores familiares do dendê em Moju. O estudo concluiu que o sistema de integração do dendê com a agricultura familiar caracteriza-se por relações sociais e econômicas assimétricas que provocam a subordinação da produção e comercialização, o endividamento e a especialização agrícola. Não obstante, os agricultores entrevistados, até avaliam, em parte, os problemas gerados pela integração, mas diante das dificuldades vividas, o projeto do dendê, via contrato de integração, garante a segurança de ter um mercado, o que a mandioca e outros produtos não garantem na região.

A relação de integração se estrutura num formato de tríade, na qual participam o agricultor familiar (terra), o Estado (financiamento e incentivos) e empresas (controle do processo de produção e comercialização). A compra da produção é garantida pelas empresas, desde que o fruto atenda às condições ideais de qualidade de produção, estipuladas pelo mercado e/ou pelas empresas. Assim, os agricultores têm que garantir a exclusividade de venda à empresa integradora, e a empresa garantir a

capacitação do agricultor integrado, para que esse desenvolva as capacidades técnicas necessárias para a condução do protocolo de produção do dendê. Conforme afirma Vieira (2015), as famílias camponesas deverão seguir o padrão de produção da monocultura do dendê sob a fiscalização das empresas. Para um entrevistado:

Eu e minha mulher trabalhamos exclusivamente no cultivo de dendê. Em época de safra deixamos a roça e nos dedicamos ao dendê, porque a empresa fica de perto para assegurar a produção. Eles vêm de 15 a 15 dias, eles vêm a acompanhar a pegar a colheita (entrevistado 3, comunidade Betel, 2018).

Deste modo, para o Entrevistado 2 da BBB (2018), a finalidade dos programas de inserção familiar é o fortalecimento do agricultor, dar condições de vida melhor, ajudar as comunidades e principalmente desenvolver o social, gerando uma visão mais macro e não ficar restrito a uma cultura.

Em geral, as empresas da região têm um compromisso bastante forte com a parte social e com o agricultor familiar, pois o veem como um eixo de desenvolvimento para a empresa [...] desde o princípio do projeto na BioPalma a inclusão do agricultor familiar demonstrava que era fundamental para a companhia e até hoje permanece (Entrevistado, BioPalma, 2018).

Para Vieira (2015), os camponeses integrados consideram o roçado como a segunda atividade produtiva mais importante, isso porque com a chegada do dendê a monocultura se tornou a principal atividade. Para os entrevistados da agricultura familiar na comunidade Betel do município de Tailândia:

Deixamos de produzir pimenta e mandioca para nos dedicar ao dendê. Eu trabalho sozinho no plantio, não dá o tempo para trabalhar na roça. Até o momento a vida da família não piora, espero depois seja melhor (Entrevistado 1, comunidade Betel, 2018). Nesse sentido para outro agricultor, eu trabalhava com madeira eu larguei o meu serviço, e tomei de conta no cultivo de dendê e estou aqui dentro direto. (Entrevistado 2, comunidade Betel, 2018).

Com a chegada do dendê, todos os agricultores diminuíram a produção das culturas alimentares. A dimensão da roça diminuiu porque muitos agricultores já não sentem a necessidade de cultivar e vender, enquanto a produção de dendê proporciona uma renda maior. Além de um mero aumento de renda também está em jogo o tempo no trabalho no dendezal que afasta os produtores das culturas alimentares.

Sem embargo, os programas de incentivo para a produção do dendê foram criados principalmente com o intuito de, em certa medida, garantir ao agricultor familiar a permanência da pluriatividade característica da unidade familiar camponesa. Como se evidencia na entrevista de um agricultor familiar da comunidade Betel:

Além do dendê tenho na minha parcela plantio de mandioca, açaí e coco da água, e nós vamos fazer agora tanque para peixes (Entrevistado 1, Comunidade Betel, 2018).

Sob a mesma fala, o técnico do programa de agricultura familiar da Belém Brasil Bioenergia, testemunha:

O 15% da nossa produção do dendê vem da agricultura familiar. Nossos parceiros junto com o dendê têm plantios de maracujá, pimenta do reino, mandioca, pimentão, entre outros, e agroflorestais que são floresta com cultura agrícola: o açaí, copo Açu, cacau, coco da água (Entrevistado 1, BBB, 2018).

**Figura 45** – Plantio de um agricultor familiar inserido no programa da BBB.



**Foto:** Diana Carolina Castro Mur, 2018.

Entretanto, as unidades familiares são atraídas para a dendeicultura, pois as empresas oferecem apoio ao produtor, tanto da porteira para dentro, quanto da porteira para fora, seja na gestão dos créditos do Pronaf-ECO - na forma de alocação desses recursos para custeio e capital, seja prestando assistência técnica, treinamento, monitoramento, garantia de compra.

Nós entregamos as sementes, adubo, assistência técnica, etc., e mantemos essa conexão com o agricultor familiar. Nós provemos o adubo ao mesmo preço que compramos para nós BioPalma, com a facilidade de pago de que seja descontado da produção do fruto que se entrega. Eles têm um compromisso de entregar a produção, mas não é um compromisso rígido. Se eles encontram um preço melhor numa outra extratora diferente, eles podem entregá-lo, sempre e quando cumpram com o compromisso financeiro do adubo (Entrevistado, BioPalma, 2018).

Como já afirmado anteriormente, segundo o Entrevistado 2, da Belém Brasil Bioenergia:

A gente têm um ciclo mensal de assistência técnica, pelo menos uma vez o técnico vem aqui na propriedade rural a orientar eles sobre traços culturais, colheita, entre outros [...] além de desenvolver parcerias na parte socioambiental e a parte fundiária da propriedade rural. Pelo nosso contrato com o agricultor e o nosso contrato de integração com a instituição financeira que é o Banco da Amazônia, não compete a nós a empresa BBB a parte da regulação ambiental, cadastro ambiental, declaração de aptidão do PRONAF, documento fundiário de propriedade, mas nós acompanhamos aos agricultores com o apoio necessário para a finalização deste tipo de documentações. Isso para que exista confiança plena na empresa que tem convenio com eles que é a responsável da assistência técnica e comprar a produção (Entrevistado 2, BBB, 2018).

Os agricultores familiares apontaram a dendeicultura como uma alternativa de melhoria da renda familiar e apoio ao desenvolvimento da região, o que para autores como Nahum (2014):

[...] à forma como o dendê é imposto, como sendo a única alternativa de desenvolvimento aos municípios do Estado, como única saída ao atraso, às más condições de infraestrutura vividos nesses lugares.

- **O contexto ambiental e a produção de dendê**

O governo Brasileiro declarou um máximo de 4,3 milhões de hectares disponíveis para o plantio do dendê, principalmente no Pará, delimitando sua expansão em áreas de terras agrícolas degradadas. O governo brasileiro lançou o

PPOP, cuja missão é promover o desenvolvimento do dendê somente em áreas desmatadas antes de 2007, excluindo todas as áreas de vegetação nativa intacta, áreas de conservação e reservas para quilombolas e grupos indígenas. Na Amazônia se devem seguir outros critérios sociais e ecológicos específicos, apresentados no Zoneamento Agroecológico da Palma de Óleo em Áreas Desmatadas da Amazônia / ZAE-Palma (Embrapa, 2010; Villela *et al.*, 2014). E segundo o evidenciado pelo entrevistado 1 da BioPalma:

A palma foi instalada em áreas já degradadas dedicadas à agricultura da soja e em sua maior parte à pecuária. 95% das áreas da BioPalma eram parte de terras degradadas. Em nosso processo de compra existe o histórico de que o uso da terra nesse momento da aquisição foi quase todo demonstrado como pecuária, e desse 95% acharia que no Máximo o 15% eram terras aproveitadas para outros plantios. Existe um 5% de áreas onde se mudou o uso da terra a qual era floresta que passou a ser plantio do dendê em 2007. [...] hoje temos mais de 80.000 ha de reserva legal e reserva permanente protegida e monitorada. (Entrevistado 1, BioPalma, 2018).

Para o Entrevistado 2 da Belém Brasil Bioenergia:

A empresa procurou fazendas extremamente degradadas que foram viáveis para não derrubar florestas, mato, áreas de pastagem abandonadas [...] a gente preserva as margens dos Igarapés, áreas de preservação e reserva legal (Entrevistado 2, BBB, 2018).

O desmatamento para a produção do dendê foi proibido, mas não existe um marco governamental em relação às áreas potenciais para a expansão da cultura, o que coloca riscos ambientais e sociais, em particular para áreas sensíveis da região amazônica. Para Becker (2010), é evidente que, se não houver medidas adequadas, políticas destinadas a outros setores que não diretamente ao dendê podem estimular o avanço deste cultivo para além das áreas desmatadas e, assim, ampliar o desmatamento. Sob o mesmo ponto de vista, o entrevistado da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS) declara:

A questão da ameaça ao desmatamento que acontece logo no início da questão do dendê aqui na região amazônica se tinha as grandes empresas e os agricultores menores. Os bancos ofereciam crédito e eles se integram nas grandes empresas, o seja estes forneciam o dendê para a empresa processar. Desta maneira justamente poder-se-ia gerar desmatamento, pois o agricultor para cobrir os requerimentos da empresa pode desmatar parte da floresta para expandir o cultivo. Então se deveria ter muita fiscalização para que o pequeno não desmate para plantar o dendê (Entrevistado 1, SEMAS, 2018).

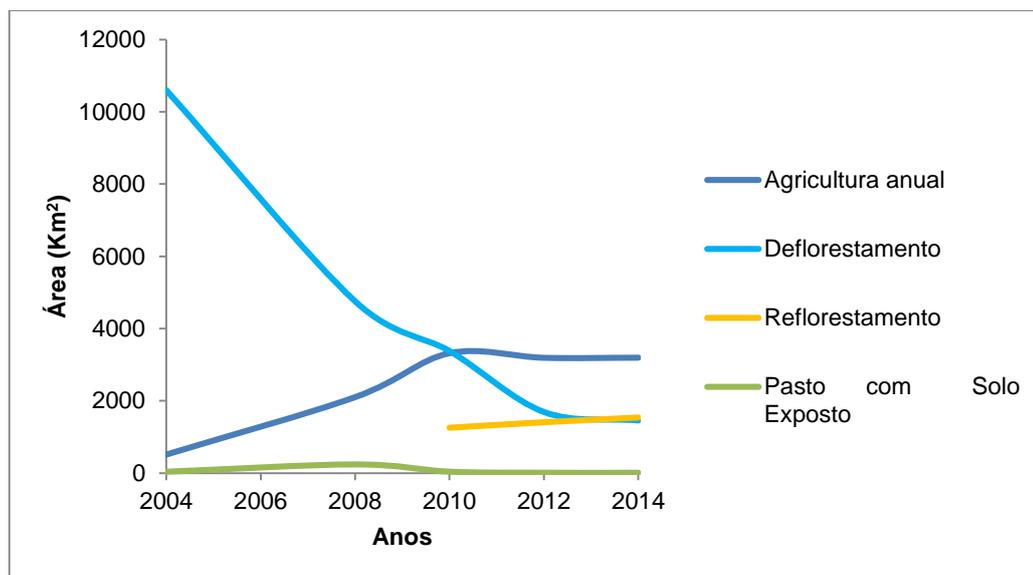
Analogamente, o potencial de expansão do dendê para a produção de biodiesel no Estado de Pará vai depender, em certa medida, da disponibilidade de terras degradadas e desmatadas. Enquanto isso, os padrões de disponibilidade de terra, a falta de propriedade clara da terra, a falta de supervisão e a falta de modelos específicos para o desenvolvimento do dendê em pequena escala pelos agricultores familiares são questões importantes de preocupação. Esses problemas se apoiam na necessidade de políticas para o planejamento e monitoramento da expansão da cultura, bem como a necessidade de aprofundar o escrutínio da qualidade das áreas potencialmente utilizadas no Estado (Monteiro *et al.*, 2015).

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e de acordo ao projeto TerraClass, se identificaram 8.264 Km<sup>2</sup> de terras degradadas e desmatadas que estão disponíveis para a expansão do dendê no Estado de Pará. De acordo com a pesquisa de Monteiro (2015), existe terra suficiente para a expansão desta cultura, pois os municípios produtores só cobrem uma área de 3.653 Km<sup>2</sup>. As terras degradadas correspondem a milhares de hectares que estão espalhadas aleatoriamente por todo o Estado, principalmente nas regiões nordeste e sudeste. Mas, se a expansão do dendê incrementa a mais da quantidade de terras degradadas e desmatadas disponíveis, outras áreas do Estado terão que ser usadas.

As propostas de licenciamento que chegam aqui na SEMAS para plantio de dendê são a partir de áreas alteradas e/ou desmatadas. A traves do Cadastro Ambiental Rural (CAR), se está vendo se essa questão do plantio do dendê de alguma forma avanço em áreas que não poderiam ser desmatadas (Entrevistado 1, SEMAS, 2018).

Na Figura 46, são apresentadas as classes e usos da cobertura da terra no Estado do Pará. Ilustra-se que num período de dez anos a taxa de desflorestamento diminuiu em 83,7%, passando de 10.598 Km<sup>2</sup> (10.598.000 ha) no ano 2004 para 1.453 Km<sup>2</sup> em (145.300ha) em 2014. A agricultura anual no Estado cresceu exponencialmente, principalmente desde o ano 2005 até o ano 2010, período em que acontece o *boom* do dendê na região. A partir do ano 2010, começou o processo de reflorestamento no Estado representando 37% do total de área desflorestada no ano 2010 e superando a área desflorestada em 10% a mais no ano 2014.

**Figura 46 –** Classes de uso da terra no Estado de Pará no período de 2004 -2014.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INPE, 2018.

Na Figura 47, observa-se que a área total de floresta na região no ano 2014 é de 871.653,5 Km<sup>2</sup> e a área disponível em termos de não floresta, vegetação secundária e áreas degradadas, equivale a 162.951,36 Km<sup>2</sup>. A área florestal na região, em relação à área apta disponível para a expansão da cultura, de 126.776 Km<sup>2</sup> (Tabela 18), coloca a importância da análise das características da terra degradada disponível para a expansão das plantações de dendê de forma sustentável, em termos de localização, extensão e condições socioeconômicas.

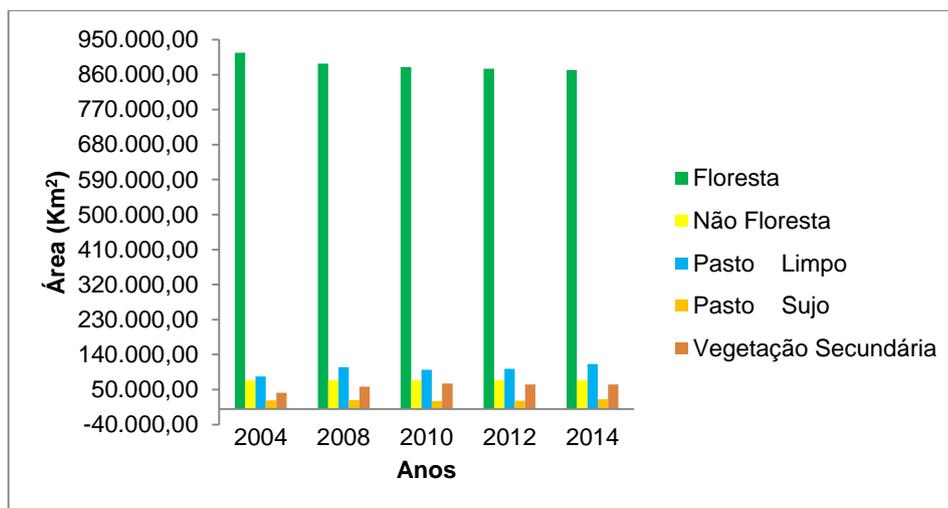
A Tabela 18 apresenta o tipo de área disponível, segundo o ZAE-Palma, para o plantio de dendê no Estado do Pará. A área de produção de dendê em 2015 foi de 1.300 Km<sup>2</sup>, o que representa aproximadamente 1% da área apta para o plantio e 5,58% da área preferencial.

**Tabela 18 –** Classe de área apta para o plantio do dendê, segundo o ZAE-Palma no Estado do Pará.

Classe	Preferencial		Regular		Marginal	
	Hectare	%	Hectare	%	Hectare	%
Pará	2.327.674	1,87	10.448.374	8,37	345.718	0,28
	+/- 23.276Km <sup>2</sup>		100.000 Km <sup>2</sup>		3.500 km <sup>2</sup>	

Fonte: Elaboração própria, baseada em Andrade (2015).

**Figura 47 – Uso e coberturas da terra no Estado do Pará.**



**Fonte:** Elaboração própria a partir de dados do INPE, 2018.

A classificação de aptidão de terras foi feita de acordo com graus de limitação dos solos, em relação a diversos critérios. A área *Preferencial* é composta por terras sem limitações significativas para a produção do dendê, o déficit hídrico é menor que 200 mm em até três meses consecutivos, sem impactos sobre a produtividade e sem aumento de necessidade de insumos acima de um nível aceitável. A *Regular*, são terras com limitações moderadas, com déficit hídrico entre 200 mm e 350 mm em até três meses consecutivos, com redução de produtividade e aumento de necessidade de insumos. A área *Marginal*, é composta por terras com limitações fortes para a produção sustentada da palma de óleo, cujo clima marginal apresenta déficit hídrico entre 350 mm e 450 mm em até três meses (<50 mm) (Castro *et al.*, 2010; Embrapa, 2010).

A cultura do dendê em áreas de terra degradada ou desflorestada tem como vantagens o fato de ser permanente, ter alta capacidade de fixação de carbono e oferecer boa cobertura do solo. Autores como Veiga (2000) e Castro (2010), apresentam evidências do que o dendezeiro na fase adulta pode sequestrar um total de 35,87 Ton de carbono/hectare, sendo superior ao cultivo de eucalipto 35,2 Ton de carbono/hectare, mas inferior ao de uma floresta tropical que varia de 125 a 220 Ton de carbono/hectare.

Nessa ordem de ideias, Castro (2010) considera que, dispondo de um sistema de produção com alta produtividade e rentabilidade, a plantação de dendê causará menor pressão sobre a floresta. O impacto ambiental do cultivo do dendezeiro por

agricultores familiares da região amazônica que utilizam o sistema tradicional de produção de corte e queima, é menor. Uma família necessita, em média, derrubar e queimar um hectare de mata por ano para sua subsistência em cultivos de macaxeira, mandioca, grãos, entre outros, e em um período equivalente à vida útil do dendzeiro (25 anos), uma família desmataria 25 hectares. Assim, com a ocupação de mão de obra familiar no cultivo de 10 ha de dendê seria evitado o desmatamento de 25 ha, uma relação de 6,9 ha conservada por cada hectare de dendê cultivado.

O uso de terras degradadas para a expansão do dendê também tem o potencial de recuperar a capacidade produtiva da terra, bem como ser um provedor de serviços ecossistêmicos. Isso pode levar a impactos ambientais positivos, como a recuperação da biodiversidade (UNEP, 2009; Monteiro *et al.*, 2015). De acordo com um dos entrevistados:

Nas áreas com plantio de palma, se mantém e se propicia a conservação da fauna e da flora. Inclusive se atrai essa fauna e essa flora que antes tinha sido deslocada pela pecuária. Nesse caso o plantio de palma termina sendo uma floresta com outras condições (Entrevistado 1, BioPalma, 2018).

Ainda de acordo com depoimento colhido na pesquisa, as empresas na região visam à conservação da biodiversidade:

Proibimos a caça e a pesca em nossas áreas se demarcamos as áreas para a gente não ter essa preocupação. A gente trabalha com orientação e educação para nossos vizinhos (Entrevistado 1, BBB, 2018).

**Figura 48** – Sinalização ambiental nos cultivos de dendê da empresa BBB.



**Foto:** Diana Carolina Castro Mur, 2018.

Apesar das vantagens apontadas, é importante também abordar as dificuldades específicas que podem surgir do uso de terras degradadas para o plantio de dendê. Pode ser mais difícil cultivar nestas terras do que em terras virgens ou agrícolas, uma vez requerem o uso de maior quantidade de fertilizantes e levam mais tempo para atingir os altos rendimentos esperados (Wicke, 2011; Monteiro *et al.*, 2015). A intensificação da atividade agrícola com o uso de fertilizantes e agroquímicos pode afetar tanto o solo como a qualidade das águas subterrâneas e os corpos da água, devido ao escoamento da água contaminada, particularmente nos plantios de grande escala; como relatam alguns entrevistados:

Se a adubação é feita de maneira errada e não seguir boas práticas agrícolas. E se o plantio está perto de rios e Igarapés pode acontecer que todos os nutrientes dos fertilizantes e os resíduos de agroquímicos podem com a chuva ir todo para os cursos da água e causar poluição. Então se no cultivo é feita a adubação correta, quantidade de adubo certa, e não for perto de rio ou igarapé não tem nenhum prejuízo para a natureza (Entrevistado 1, SEMAS, 2018).

A gente monitoria os cursos da água, para ver qual é nosso nível de poluição que a gente está fazendo com a atividade do projeto. Esta poluição a causa do plantio, pois, você tem aplicação de herbicidas, adubos, tem máquinas circulando. Você pode ter poluição, então a gente supervisa porque é água que usam as comunidades (Entrevistado 1, BBB, 2018).

Nós fazemos uma gestão com as águas residuais. O que fazemos é utilizar essas águas no plantio como um sistema de fertilização para nutrir nossos cultivos, nós terminamos dando essa destinação para os efluentes (Entrevistado 1, BioPalma, 2018).

Outra consequência da implantação dessa monocultura está o uso intensivo de maquinarias. Como medida de conservação do solo, na maioria dos plantios de dendê na região entre 70-80%, se utiliza uma cobertura viva chamada *puerária*, que não só protege o solo, mas também, fornece matéria orgânica à plantaçãõ.

A gente planta a *puerária*, que é uma planta que ajuda a recompor áreas degradadas a traves do fornecimento de material orgânico e nitrogênio. Ela fixa o nitrogênio no solo. O nitrogênio é um dos principais requerimentos da palma (Entrevistado 1, BBB, 2018).

- **Expansão do dendê e produção de biodiesel**

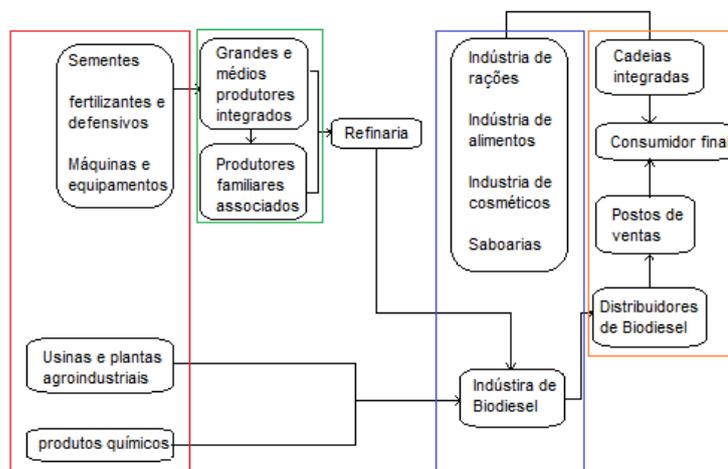
No Pará, o PNPB está presente no “polo de dendê Pará”, que compreende 36 municípios paraenses e concentra os municípios selecionados para integrar a produção agrícola do dendê. Nesse polo, estão presentes as empresas agrícolas e agricultores integrados.

A formação do polo de dendê levou em consideração os seguintes aspectos: a presença de agricultores familiares com vocação para plantio do dendê; a identidade coletiva territorial; a presença de áreas consideradas aptas para o plantio de acordo ao ZAE-Palma; atuação e/ou interesses de atuação de empresas detentoras do Selo Combustível Social; a presença de atores sociais, políticos e econômicos interessados no desenvolvimento desta cadeia produtiva. O crescimento das atividades ligadas aos polos de biodiesel no Brasil promove um uso agrícola do território brasileiro. Esse uso ocorre de forma seletiva em parcelas do território nacional, onde as vantagens (principalmente fiscais) decorrentes das políticas setoriais acabam por orientar de certa forma a ação do setor privado (BRASIL, 2010; Benassuly, 2016).

Na Figura 49, apresenta-se um modelo para a cadeia produtiva do biodiesel do dendê no Brasil, incluindo o fluxo de materiais que se inicia pelo fornecimento de insumos e termina com a distribuição e comercialização dos produtos que utilizam a matéria-prima pelo processamento primário.

Como ilustrado na Figura 49, existem cinco segmentos de fornecedores de insumos: os de sementes, os de fertilizantes e defensivos, os de máquinas e equipamentos agrícolas, os de usinas e plantas industriais e os de reagentes para a produção de biodiesel. Esses fornecedores provêm insumos para três segmentos de sistemas integrados de produção e processamento primário: empresas de médio e grande porte e os pequenos agricultores. As empresas de grande porte comercializam o óleo de dendê e derivados no mercado interno e externo. Os agricultores se integram às empresas de grande porte e comercializam toda sua produção com as mesmas. As empresas de médio porte destinam parte de sua produção de óleo para as empresas de grande porte e para o mercado interno. Os produtos da indústria de rações são utilizados por cadeias integradas. As outras indústrias destinam seus produtos para o comércio atacadista e varejista e este o entrega para os consumidores finais (Castro *et al.*, 2010).

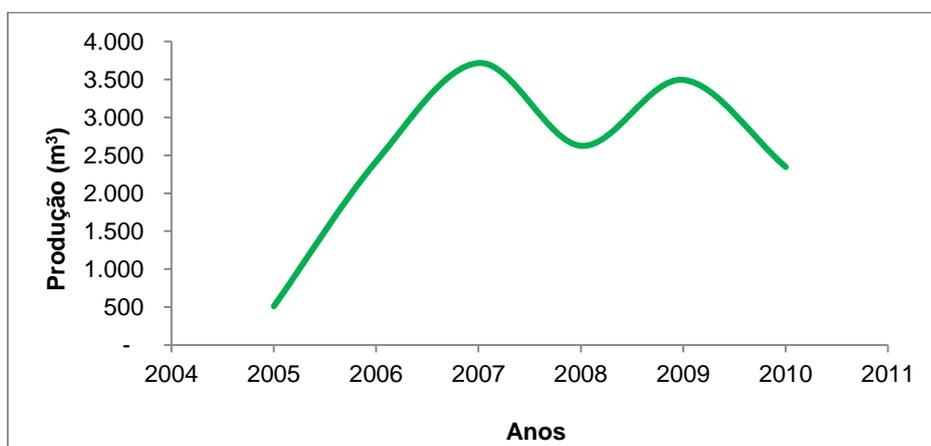
**Figura 49 – Cadeia produtiva de Biodiesel de dendê.**



Fonte: Castro (2010).

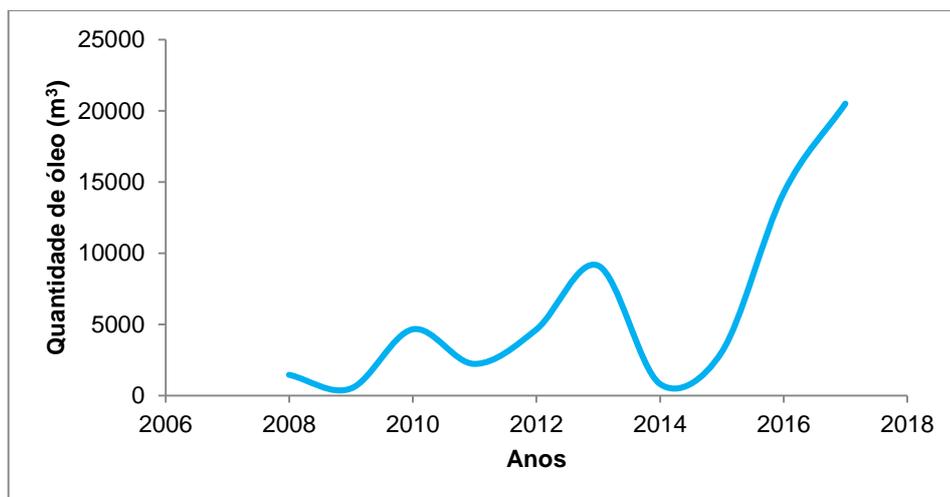
A Figura 50, apresenta a produção do biodiesel no Estado do Pará num período de cinco anos, produção encabeçada pela empresa AgroPalma no município de Acará. A Agropalma no Pará operou a única planta de esterificação de óleo de dendê na Amazônia entre 2005 e 2010. Atualmente produz produtos de valor agregado, como ésteres especiais e outros compostos importantes para a indústria química. Na Figura 51, visualiza-se a quantidade de óleo de dendê utilizado no Brasil como matéria-prima para a produção do biodiesel desde o ano 2005 a 2017. No primeiro ano do funcionamento do PNPB (2005) a produção do biodiesel do dendê representou o 69% da produção total nacional. Do ano 2007 até o momento a produção do bicomcombustível desta matéria prima caiu 0,76% em 2017.

**Figura 50 – Produção de biodiesel de dendê no Estado de Pará, período 2005-2010.**



Fonte: Elaboração própria, baseada em ANP, 2018.

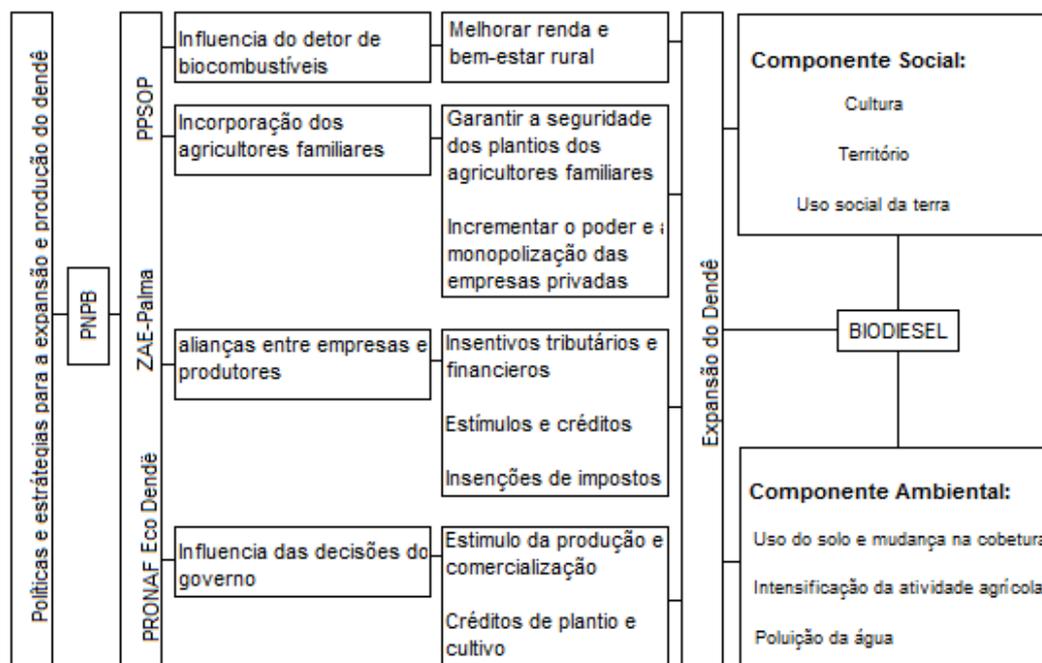
**Figura 51 – Óleo de dendê para Biodiesel no Brasil, período 2008-2017.**



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em ANP, 2018.

A Figura 52, apresenta os repercutes sociais e ambientais derivados de uma expressiva expansão da monocultura, impulsionada por políticas e estratégias de desenvolvimento para o uso do dendê no setor da bioenergia.

**Figura 52 – Diagrama das representações das políticas e estratégias da expansão do dendê na região Norte.**



**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

O governo Brasileiro criou incentivos fiscais para garantir a demanda do biodiesel. As empresas privadas deveriam adquirir, no caso da região Norte, o dendê dos agricultores familiares. Visando estimular a aquisição da matéria-prima, o MDA, por meio da *Instrução Normativa do MDA no 01*, estabeleceu um percentual mínimo de compras na região Norte (10%). Esta exigência vigorou até de 06 de setembro de 2012, quando foi publicada a *Portaria do MDA nº 60* alterando este percentual para 15% na região Norte (Benassuly, 2016).

Os benefícios fiscais eram de grande estímulo para as empresas investidoras do setor, que passaram a receber incentivos com relação a impostos federais, tais como o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), a Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE), Programa de Integração Social (PIS), o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PASEP) e a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), como se observa no Quadro 10 (MDA, 2011; BNDES, 2007). O produtor de biodiesel que adquiria sua matéria-prima na região Norte passou a receber tratamento diferenciado em benefícios e isenção de alguns impostos, melhores condições de financiamento de projetos junto ao Banco Nacional Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e instituições financeiras credencias como o Banco da Amazônia (Basa). Os benefícios também contemplam a reserva de 80% dos lotes para oferta exclusiva aos produtores de biodiesel que possuem o Selo Combustível Social (Benassuly, 2016).

**Quadro 10 – Regime tributário aplicado ao biodiesel.**

Tributos Federais	Biodiesel				Diesel de petróleo
	Agricultura familiar na região Norte	Agricultura familiar	Região Norte com dendê	Regra geral	
<b>IPI</b>	Alíquota zero	Alíquota Zero	Alíquota zero	Alíquota zero	Alíquota Zero
<b>PIS/ PASEP /COFINS</b>	Redução de 100%	Redução de 68%	Redução de 31%	R\$ 0,22/litro	R\$ 0,15/litro
<b>CIDE</b>	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistent e	R\$ 0,07
<b>Total de Trib Fed</b>	R\$/litro	R\$/litro	R\$/litro	R\$/litro	R\$/litro
	R\$ 0,00	R\$ 0,07	R\$ 0,15	R\$ 0,22	R\$ 0,22

**Fonte:** Elaboração própria, baseada em BANDES, 2007.

A cadeia brasileira de biodiesel se beneficia de importantes isenções fiscais, como forma de aumentar sua competitividade. O Programa de Apoio Financeiro ao Investimento em Biodiesel do Governo Federal brasileiro visa financiar vários segmentos dessa cadeia de produção. O financiamento previsto pode chegar a 90% do investimento total, para empresas que possuem o Selo de Combustível Social (SCS). As taxas de juros são 1e 2% a.a. para micro, pequenas e médias empresas para projetos com e sem SCS, respectivamente, e 2 e 3% a.a. para grandes empresas, respectivamente, para projetos com e sem selo social. Assim, a acessibilidade ao crédito fácil e incentivos fiscais busca reduzir o custo da produção de biodiesel e aumentar a competitividade da cadeia de suprimentos (Silva *et al.*, 2013)

De acordo com o IPEA (2010), Silva (2013) e Benassuly (2016), a região Norte é uma das regiões que não tem apresentado resultados satisfatórios em relação aos objetivos principais do PNPB, em especial o de estimular a utilização do dendê para biodiesel como vetor de geração de emprego e renda na região. Desta forma, a produção agrícola de dendê apresenta diversas dificuldades que acarretam prejuízos ao pleno desenvolvimento das ações do Programa. Para Castro (2011):

Essa pequena participação do Norte na produção brasileira de biodiesel é um indício significativo do descompasso existente entre as diretrizes originais do PNPB [...] e o que ocorre na prática.

Segundo o coordenador geral do programa de bicompostíveis do MDA, André Grossi Machado:

infelizmente não temos nada na região Norte [...] a expectativa é que com o programa da palma de óleo do dendê possamos ativar aquela região (UBRABIO, 2012).

Atualmente, observa-se uma completa inversão dos objetivos do programa. O Nordeste e o Norte, que deveriam ter atendimento central, foram superados pelas regiões Centro-Oeste e Sul, onde o óleo de soja escalou lugar de destaque entre as matérias-primas do PNPB. Das matérias-primas usadas na produção do biodiesel em 2017, 71,6% tiveram como origem o óleo de soja; 16,8%, a gordura animal (inclui gordura bovina, de frango e de porco); 10,83% outros materiais graxos (inclui óleo de algodão, amendoim, nabo-forrageiro, girassol, mamona, sésamo, canola, fritura usado

e outros materiais graxos); e, finalmente, apenas 0,76% tiveram como origem o óleo de dendê com (ANP, 2018).

Segundo Gucciardi e Vianna (2009), e Benassuly (2016), os dados mostram a necessidade de mais incentivo e treinamento para a produção de biodiesel a partir de uma maior variedade de oleaginosas, a fim de evitar que o óleo de soja continue a dominar como matéria-prima. Segundo os autores, para que o PNPB cumpra seu desenho original, deverão ser criadas na região Norte as condições necessárias para o desenvolvimento das ações do programa e estímulo à expansão da produção agrícola do dendê para a produção de biodiesel. São necessários investimentos que beneficiem toda a cadeia produtiva do biodiesel não somente a empresa, mas, fundamentalmente, o agricultor familiar.

Na prática, a política do PNPB para a produção do dendê para biodiesel na região, acabou sendo dominada pelos interesses de mercado interno e externo das grandes empresas do setor que passaram a controlar a dinâmica deste programa estatal. Além do mais, os principais problemas que enfrenta a produção do dendê como matéria prima para o bicomcombustível são devido a fatores como os elevados custos de transação dos projetos sociais, limitações de desempenho de políticas de crédito, as restrições tecnológicas (processo, produto e coproduto), barreiras altas de entrada e de saída, condições de estrada, entre outras.

As consequências da produção de dendê como matéria-prima para a produção de biodiesel, que são mais visíveis e confirmadas nesta pesquisa, foram principalmente, os preços do petróleo e o uso de dendê no setor de alimentos.

A baixa dos preços do petróleo reduziu a competitividade dos custos da produção de biodiesel originada de qualquer matéria-prima relacionada ao diesel derivado de fóssil. Portanto, o uso de óleos mais caros no mercado, como óleo de dendê, torna-se ainda mais problemático (Silva *et al.*, 2013). A viabilidade econômica do uso de certos óleos vegetais como matéria-prima para a produção de biodiesel depende de seu preço de mercado, pelo fato de que o óleo vegetal deve representar entre 75% e 85% do custo final do biodiesel (Furlan *et al.*, 2012).

Atualmente, o biodiesel adicionado ao combustível fóssil na proporção de 10% foi vendido em leilão pela ANP a um valor 8,5% superior ao da licitação anterior. Esse aumento representará um acréscimo de R\$ 0,20 no biodiesel e de R\$ 0,02 no litro do óleo diesel comercializado nas bombas ao consumidor final (Silva *et al.*, 2013; ANP, 2018). De acordo com o Entrevistado 1 da BioPalma:

Para produzir biodiesel na empresa, nós terminaríamos fazendo um investimento muito grande e não conseguiríamos concorrer no mercado com uma matéria-prima abundante e barata como a soja, mesmo como preços do óleo diesel (Entrevistado 1, BioPalma, 2018).

O Brasil é importador de óleo dendê para a indústria alimentar. O dendê está substituindo o óleo de soja na indústria alimentícia porque não contém gordura trans. Este fator contribuiu para o crescimento do consumo desse produto no mercado mundial. A baixa oferta e o alto preço dos óleos no mercado internacional contribuem negativamente para a competitividade do biodiesel produzido a partir de óleos vegetais. No caso do dendê, ele também substituiu gradualmente os óleos no mercado de alimentos que têm gorduras trans (como o óleo de soja) o que agrega mais valor ao dendê no mercado internacional (Silva *et al.*, 2013). Conforme as apreciações de um dos entrevistados nesta pesquisa:

O projeto inicial era a união da PetroBras e a Galp que criaram a BBB para produção de biodiesel em Portugal. Onde, a produção de óleo bruto ia ser em Brasil e a refinaria em Portugal. Agora já não é mais com a PetroBras, e a empresa mudou o objetivo do projeto. Porque não tem mais investimento para o biodiesel e se acabou procurando outras parcerias, e essas outras parcerias tem o objetivo de produzir óleo para a indústria alimentar (Entrevistado 3, BBB, 2018).

Para o Entrevistado 1 da AgroPalma:

No 2010 a empresa parou de produzir Biodiesel por motivos econômicos – Devido à baixa escala de produção e valorização da matéria prima (ácido graxo), se tornou mais viável vender a matéria prima para alimentos e óleo-química do que seguir produzindo, e a vendemos no mercado externo somente (Entrevistado 1, Agropalma, 2018).

E, para Entrevistado 1 da Biopalma:

A companhia tem uma licença de instalação para produzir biodiesel e em algum momento entrar em operação [...] Devido a mudanças nas políticas e prioridades da empresa neste último ano tem-se tomado a decisão de apazarrar um pouco esse projeto. Políticas de mistura, junto com o crescimento da soja no Brasil tem tirado a viabilidade ao projeto. Pois neste momento é mais rentável fornecer o óleo cru para consumo ou industrialização do que para o mesmo biodiesel (Entrevistado 1, BioPalma, 2018).

Tendo em vista esses aspectos, o óleo do dendê não é considerado como matéria prima relevante para a produção de biodiesel no Brasil, em curto prazo, mas importante em novos empreendimentos no segmento de alimentos e óleo-química.

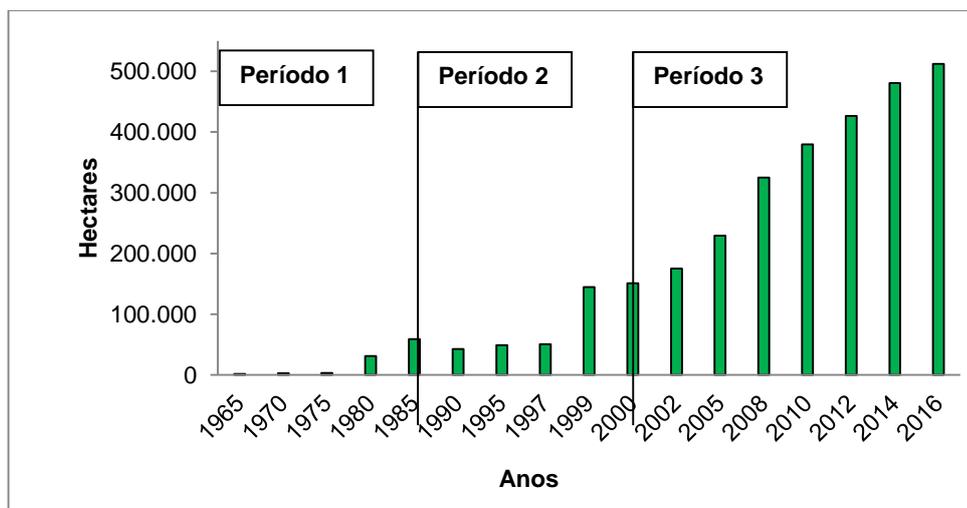
## 4.2 Produção do dendê no Estado do Meta

Na Colômbia, o cultivo do dendê começou em 1950. As políticas de promoção, produção e expansão do cultivo de dendê têm sido uma prioridade para o governo e o marco institucional para o desenvolvimento rural e o planejamento territorial do campo colombiano. Identificam-se três períodos importantes para o desenvolvimento da cultura no País (Figura 56). O primeiro ocorreu no período de 1950-1990, quando a promoção do dendê inicialmente estava ligada à dinâmica econômica e institucional global e envolveu o fortalecimento da agricultura comercial. Um segundo período, entre os anos 1990-2002, caracterizado pela abertura econômica e o neoliberalismo, foi de bonança para a dendeicultura nacional; cenário que dificultou a comercialização da cultura pela abundância do óleo produzido. E, finalmente, um terceiro período, de 2002-2016, tido como o *boom* dos bicombustíveis e do modelo agroindustrial do dendê, quando se consolida no país uma estrutura normativa para a expansão do dendê e promoção da produção de biodiesel (Rojas, 2016).

Desde o ano de 1998, o agronegócio de dendê foi identificado como uma boa oportunidade para o país e, a partir desse momento, a indústria do óleo de dendê foi expressa como um dos eixos do desenvolvimento rural. Essa iniciativa foi adotada pelo ex-presidente Álvaro Uribe (2002-2010) e se refletiu nos planos de desenvolvimento de seus dois mandatos. Mas o alcance da indústria nascente foi articulado com outros objetivos, além do fornecimento de energia e da exportação de óleo. Esse modelo de monocultura em grande escala foi apresentado como uma maneira de recuperar o controle sobre o território onde existiam grupos armados e cultivos ilícitos, trazendo consigo uma série de impactos políticos, econômicos, ecossistêmicos e sociais (Hortúa, 2016).

Durante a última década, o governo Colombiano tem promovido o cultivo de dendê mediante uma forte política de Estado de uso e produção de biodiesel, como estratégia para a diversificação da matriz energética, fomento do desenvolvimento rural e redução da dependência do petróleo (Potter *et al.*, 2015; Castiblanco *et al.*, 2015; FEDEPALMA, 2017; Gonzales *et al.*, 2017). Esses três períodos podem ser melhor visualizados na Figura 53.

**Figura 53** – Expansão do cultivo de dendê na Colômbia no período de 1965-2016.



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em Rojas (2016), SISPA (2018).

A maior área plantada de dendê na Colômbia encontra-se no Estado de Meta. Tradicionalmente, a atividade econômica predominante no Estado era a pecuária extensiva, que foi deslocada ao longo dos anos para monoculturas de grandes extensões como o dendezeiro e o arroz. A crescente exploração agrícola causou, possivelmente, uma profunda modificação nas terras da região. O *boom* e o desenvolvimento da agroindústria do dendê na região geraram uma série de mudanças no uso da terra nas últimas três décadas, o que deslocou a fronteira agrícola para áreas de savana e pastagens antes baldias (Asner *et al.*, 2004). De acordo com Clavijo (2016), as políticas governamentais voltadas para o setor do dendê geraram transformações no território que convergem em um aumento na demanda por terra e se traduz em impactos diretos e indiretos de distribuição e acesso à posse da terra. Isto é observado, de forma ênfase especial, em um município do Estado, San Carlos de Guaroa, que enfrenta um problema agrário-ambiental, derivado da grilagem e concentração da terra para a produção agroindustrial do dendê.

Sob essa perspectiva, esse problema pode ser analisado como um conflito sócio-ambiental entre a agroindústria (empresários e investidores do setor de palma) e as economias camponesas (família, subsistência ou agricultura comunitária), pela posse da terra, uso da terra e a defesa do território e da natureza (Zagama, 2011; Álvarez, 2012; Álvarez, 2015; Rojas, 2016).

**Figura 54** – Plantações de dendê da empresa Manuelita Aceites y Energia.



**Foto:** Diana Carolina Castro Mur, 2018.

Em 21, dos 29 municípios de Meta, é plantado o dendê. E, segundo a Federação Nacional dos Palmicultores (FEDEPALMA), até 2017 o Estado tinha 221.090 hectares plantados com dendê, dos quais os municípios com a maior quantidade de área plantada eram San Carlos de Guaroa (30.597 ha), Puerto Gaitán (20.421 ha), Acácias (20.281 ha), San Martín (17.277 ha) e Cabuyaro (11.346 ha), a maioria localizada na região do Piemonte Llanero, exceto Puerto. Gaitán, localizado nas terras altas (MINAGRICULTURA, 2016, Rojas, 2016). A Figura 55 mostra um mapa dos municípios dendezeiros e as principais empresas dendeicultoras no Estado.

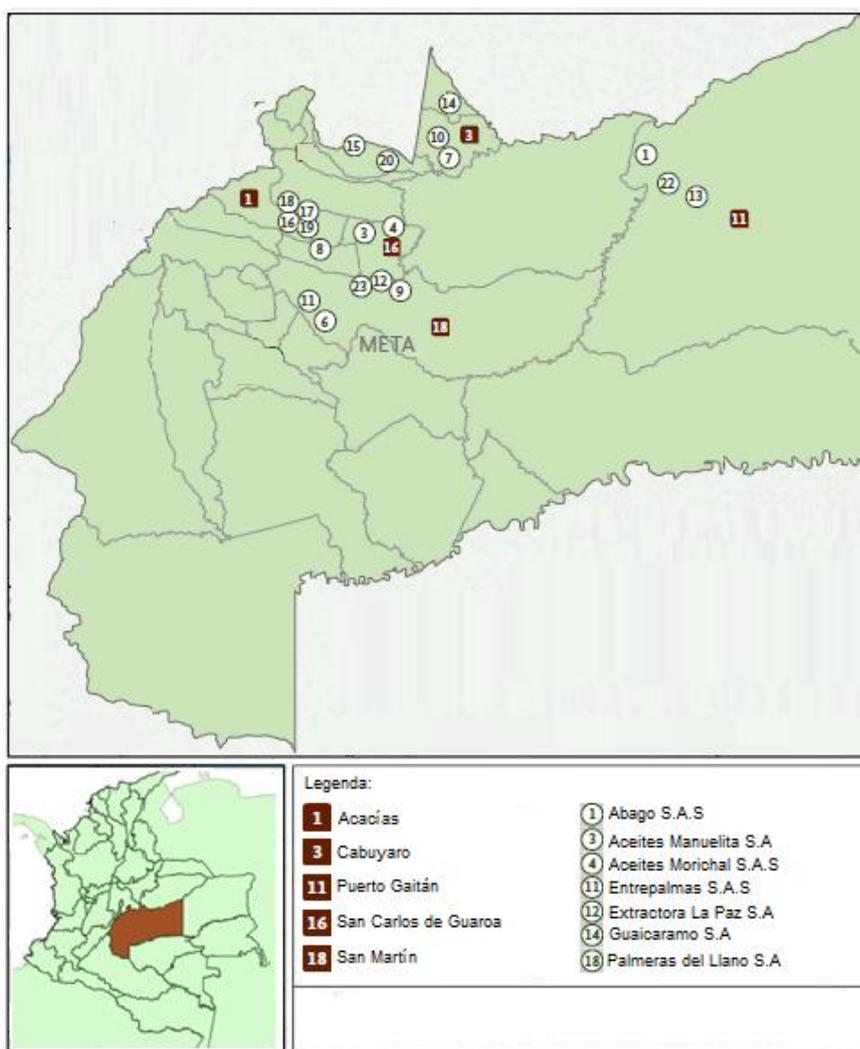
- **A cultura do dendê e a situação social**

As parcerias produtivas do dendê contribuíram para o desenvolvimento da plantaçaõ desta cultura na Colômbia. Este esquema foi replicado em várias zonas do país, não tradicionalmente dendezeiras e, embora uma parte significativa delas tenha sido liderada por empresários de dendê, em alguns casos, são liderados por outros atores fora do setor. Portanto, a implantação de parcerias produtivas tem recebido grande atenção nos últimos anos, gerando debates nacionais e internacionais sobre o desenvolvimento do cultivo de dendê (FEDEPALMA, 2017).

Tais parcerias tornam-se, até certo ponto, negócios inclusivos, onde a empresa extrativa vincula um grupo de pequenos e médios produtores de palma dentro de sua cadeia de valor como fornecedores. A condição para o desenvolvimento dessas

alianças é que ambas partes se beneficiem desse relacionamento. Dois tipos de alianças emergem: (i) organizações de produtores com vínculo direto de comercialização e outras ligações de serviços com as empresas extratoras, e (ii) organizações produtoras sem ligação direta com as empresas extratoras.

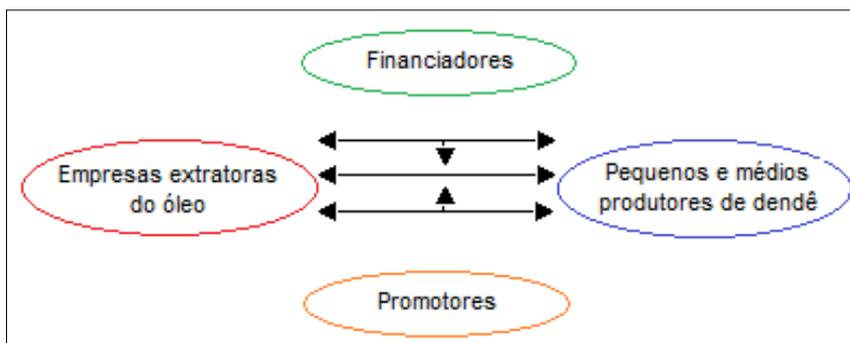
**Figura 55** – Mapa das principais empresas nos municípios produtores de dendê no Estado do Meta.



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em FEDEPALMA (2017).

A Figura 56 descreve a relação entre empresas extrativas e grupos de pequenos e médios produtores. Esses dois atores podem ser acompanhados por organizações que aconselham ou facilitam esse relacionamento e por organizações que financiam o negócio.

**Figura 56** – Esboço da relação de parcerias produtivas na plantação de dendê.



Fonte: Elaboração própria, baseada em Raga (2010).

Com as parcerias estratégicas, o pequeno e mediano produtor tem maiores oportunidades de emprego, assegurando seus ingressos durante o período do contrato, além de reduzir os custos de produção, tornando-se empresários do dendê e melhorando sua qualidade de vida. Dessa maneira, os benefícios das empresas extratoras são mais visíveis, em termos do acesso aos incentivos financeiros que oferece o Governo nacional do desenvolvimento de novas linhas de negócio, do acesso à assistência técnica e acompanhamento dos cultivos. O Quadro 11 mostra os compromissos tanto dos produtores, quanto das empresas que estabelecem o contrato.

**Quadro 11** – Compromissos na criação de parcerias estratégicas.

Compromissos dos produtores	Compromissos das empresas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumprir as recomendações técnicas e administrativas fornecidas pela equipe técnica da empresa.</li> <li>• Realizar a manutenção agrônômica do cultivo oportunamente.</li> <li>• Participar das reuniões e treinamentos programados.</li> <li>• Reembolsar os montantes que são financiados para o cultivo.</li> <li>• Entregar o fruto de dendê colhido para a empresa de extração, com os parâmetros acordados em quantidade e qualidade.</li> <li>• Autorizar o desconto do financiamento no pagamento da fruta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compartilhar seus conhecimentos técnicos, ambientais, gerenciais e de mercado com os produtores.</li> <li>• Garantir a compra do fruto durante a vida útil da cultura, de acordo com os preços e prazos acordados com os produtores.</li> <li>• Apoiar e acompanhar pequenos e médios produtores na gestão de crédito para seus plantios.</li> <li>• Informar a organização de produtores de maneira oportuna e clara sobre os resultados técnicos, produtivos, de qualidade e quantidade das colheitas, bem como o status dos créditos.</li> <li>• Promover a participação de pequenos e médios produtores em campanhas de prevenção e controle sanitário de lavouras.</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria, baseada em Raga (2010), FEDEPALMA (2017).

Para um entrevistado da região:

*Cuando se pertenece a los núcleos palmeros, somos aliados estratégicos de La empresa. Entonces la planta extractora normalmente desarrolla grupos de*

*asistencia técnica, mediante visitas programadas. El interés está en sostener la relación para que no vayamos a vender la producción a otra extractora (Entrevistado 1, Acacias Meta, 2017).*

Nessa mesma linha, para outro entrevistado afirma:

*Tengo contrato con la empresa Manuelita. La empresa nos exige una calidad de fruto y en contrapartida la empresa nos presta un servicio de asistencia técnica con empleados profesionales del área, que me hacen vigilancia. Pero al momento de vender el fruto no le vendo a mi precio, sino, a un precio estándar que fija la empresa (Entrevistado 2, San Carlos de Guaroa Meta, 2017).*

Os pequenos e médios produtores que crescem de forma independente para o mercado e as diversas disposições em virtude das quais as empresas extratoras os contratam, terám seu próprio conjunto de efeitos, apesar dos benefícios e compromissos que foram estabelecidos entre os participantes na formação das parcerias. Os conflitos sobre os termos do acordo tanto para as plantações de escala industrial quanto para os modelos de produção de pequenos e médios produtores, que envolvem acordos formais com empresas extrativas, se devem a: falta de clareza sobre as condições de pagamento da dívida e da propriedade da terra, o fracasso das empresas em cumprir os acordos e a tendência dos intermediários (governo ou líderes comunitários) de agir em seu próprio interesse (German *et al*, 2011). Esses fatores dificultam o sucesso das parcerias, tanto para as empresas de extração quanto para os produtores relacionados. De acordo com um produtor de Meta:

*Aquí en el Llano no hay alianzas como se conocen en otras regiones del país, de eso no hay aquí por un factor importante que es la tenencia de la tierra. Aquí no hay ese minifundio de 5-10 ha, la mayoría de los productores poseen más de 100 ha de tierra. En el llano la unidad productiva es más grande [...] tenemos contrato a 10 años con la empresa extractora y con ella cuadramos el precio según la cantidad de aceite que se extrae por tonelada de fruto. De acuerdo a la edad de las plantaciones y a el material genético se establece el negocio con la empresa (Entrevistado 1, San Carlos de Guaroa Meta, 2017).*

A maioria de produtores de dendê na região são latifundiários com grande poder aquisitivo, donos de grandes extensões de terras, ou sociedades anônimas criadas pela união de dois ou mais proprietários de terras, o que exclui os pequenos produtores do negócio da dendeicultura. Estes pequenos produtores são, muitas vezes, obrigados a vender suas terras para as empresas ou grandes produtores, como informa um dos entrevistados:

*Con mi socio nos pusimos a golpear puertas entre los finqueros a ver quien quería cultivar palma y pusiera la tierra y nosotros el conocimiento. Creamos así una Sociedad Anónima, y ahora la dueña del proyecto es la Sociedad Anónima [...] la ampliación del cultivo se hizo mientras que yo era empleado de una extractora, sacamos el crédito para la tierra que es costosísima. Lo que menos vale es el cultivo, lo que más vale en esta región es la tierra (Entrevistado 3, San Carlos de Guaroa Meta, 2017).*

Atualmente, o modelo agrário na Colômbia possui uma série de estratégias para o setor agrícola com o objetivo de melhorar a produtividade, promover laços produtivos, fortalecer mercados, melhorar a renda da população rural e alcançar a equidade (Salgado, 2011; PND, 2010-2014). No entanto, essas estratégias não levam em consideração questões relacionadas à propriedade da terra e às relações de poder. Neste modelo, os agricultores e a população rural são percebidos como sujeitos que podem contribuir com terra e mão de obra em projetos empresariais, gerenciados por grandes investidores. Desta forma, o modelo de produção de dendê é perfeitamente adaptado ao atual modelo agrícola colombiano. Assim, pode-se observar que os estados produtores de palma apresentam uma das maiores taxas de concentração de terra: 0,8 em média (UNDP, 2012; Castiblanco, 2014).

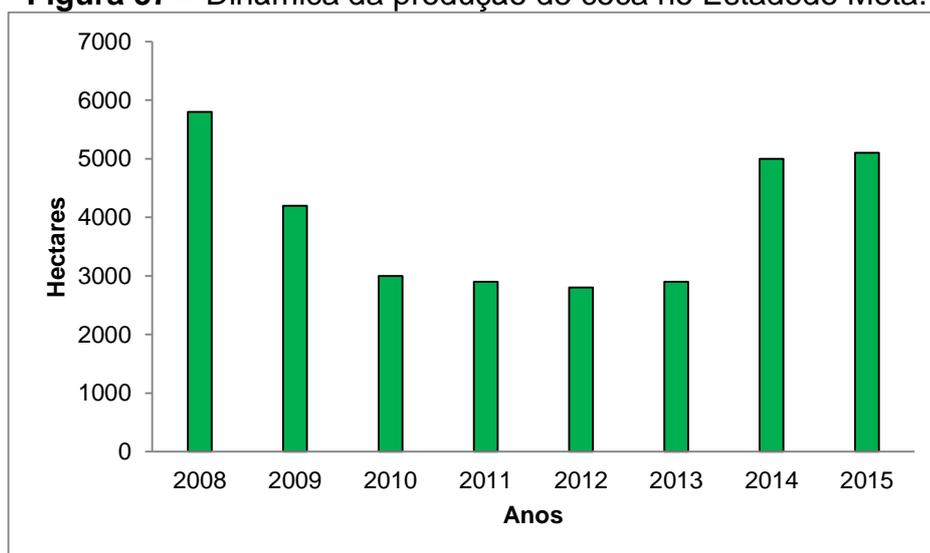
Os municípios de Meta caracterizam-se por ter um Índice GINI superior a 0,55, ou seja, há uma tendência acentuada para a concentração de terras em poucos proprietários. Villavicencio, Barranca de Upía, Acacias, San Martin e os municípios das terras altas, têm os maiores valores deste indicador. Estudos realizados por Castiblanco(2015), confirmam que os municípios de Meta, onde a palmicultura se desenvolve, apresentam melhores níveis de desenvolvimento humano e maiores receitas fiscais em comparação com os municípios não-palmeiros.

A Colômbia viveu um conflito armado de 60 anos, o mais longo conflito armado no Hemisfério Ocidental, caracterizado por violência generalizada, instabilidade política, ignorância das regras da lei e agressão contra a população civil. Guerra e desigualdade sempre estiveram em estreita correlação. Particularmente, a desigualdade desempenhou um papel fundamental na expansão do deslocamento da população.

A apropriação de terras ocorreu pelo uso da violência ou pelo enquadramento da terra como marginal, abandonada ou subutilizada. No entanto, a presença de grupos guerrilheiros como as FARC (Forças Armadas Revolucionárias da Colômbia) e o ELN (Exército de Libertação Nacional) durante os últimos 45 anos, permite que o Meta continue sendo palco de um conflito armado.

Particular atenção é dada à dinâmica produtiva do cultivo da coca nesta região do país. Deve-se notar que a produção de coca no estado tem sido realizada desde as últimas décadas do século passado e está diretamente ligada às economias ilegais dos atores armados que marcaram presença na região, Figura 57 (Rojas, 2016).

**Figura 57 – Dinâmica da produção de coca no Estado de Meta.**

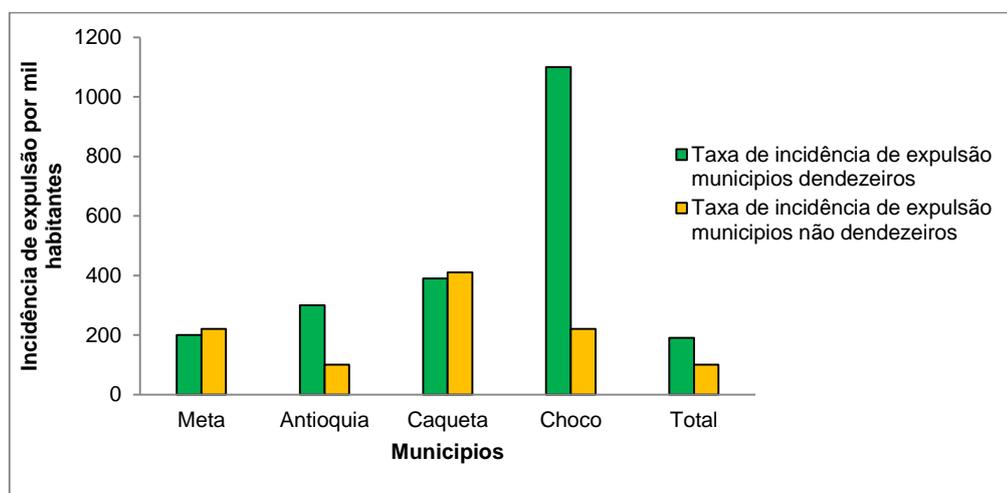


**Fonte:** Elaboração própria, baseada em Rojas (2016).

A produção de dendê na Colômbia gerou uma questão polêmica, devido às consequências que a expansão das culturas de dendê e as ilícitas tiveram na esfera da sociedade, particularmente nas áreas rurais. Além dos benefícios que a agroindústria do dendê representa em termos de renda e crescimento econômico, os efeitos sociais dos participantes da cadeia produtiva devem ser levados em conta.

Pesquisas apontam para uma relação entre o cultivo de dendê e o conflito armado, para uma relação entre o desenvolvimento de culturas de dendê e ilícitas e a dinâmica de apropriação de terras por grupos paramilitares, elites de empresas de palma e traficantes de drogas. Argumenta-se que a cultura do dendê é considerada como um instrumento para legalizar a propriedade da terra, manter um negócio jurídico lucrativo e estabelecer controle estratégico sobre o território (García & Calderon, 2012; Sabogal, 2013). A Figura 58 indica a incidência de deslocamento na Colômbia, nos municípios dendezeiros e não dendezeiros.

**Figura 58** – Taxa de incidência de expulsão de população em municípios dendezeiros frente a municípios não dendezeiros.



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em Sabogal (2013).

De acordo com Salinas (2010) e Hortúa (2016), há três momentos na dinâmica do deslocamento populacional que poderiam beneficiar as empresas produtoras de dendê. O primeiro deles é o deslocamento de populações por meio do uso da violência, o que resulta no segundo momento, o do abandono de territórios, que mais tarde são recuperados pela força pública e vendidos às empresas que os adquirem a um preço inferior ao seu valor real. E terceiro, as populações deslocadas podem retornar aos seus locais de origem e têm a possibilidade de trabalhar na agroindústria. Sob essas condições, as pessoas perdem seus direitos de propriedade e a possibilidade de decidir sobre o que querem cultivar.

Uma das justificativas do Estado, para incentivar o cultivo de dendê, é a possibilidade de restaurar a paz em áreas caracterizadas por conflitos, para que os pequenos produtores tenham um tratamento especial na titulação de terras, para que estas possam voltar a possuir a terra e se inserir em projetos com as empresas. Embora o Estado expresse a intenção de empresariação dos camponeses, suas características não lhe permitem articular uma dinâmica empresarial nas mesmas condições que as grandes corporações. Assim, seu papel na cadeia de produção do dendê é a de ser inserido como um empregado ou como um aliado dos grandes produtores.

Com a expansão do dendê, os pequenos produtores diminuem ou deixam de produzir culturas alimentares, ao ponto de não ter produção necessária para o sustento próprio e da região. Segundo a fala dos entrevistados:

*En la región tenemos un grave problema, que nosotros no producimos lo que comemos. Cultivos como el de plátano, maíz, yuca, arroz que antiguamente sembrábamos fueron desplazados por el monocultivo de la palma (Entrevistado, Secretaria Ambiental, 2017). Assim, para o personero de San Carlos de Guaroa: los cultivos de corto periodo ya no existen en la región, hay que traerlos de otros lugares, esto conlleva a que bajen los ingresos de un finquero porque si antes tenía la posibilidad de estar produciendo cada 4 o 5 meses ahora ya no produce nada, porque lleno sus tierras de palma o las vendió y paso a ser empleado de una extractora.*

Além dos problemas relacionados com a concentração de terras e exclusão dos pequenos produtores na produção de dendê, tem-se um fator importante no nível cultural, referente à migração da população, principalmente de comunidades afrodescendentes dedicadas a trabalhar em plantações de cana de açúcar. O Estado, até os anos 80, baseava a maior parte da sua economia rural na pecuária extensiva e na produção de arroz, atividades temporais que não requerem muita mão de obra. Com a expansão da dendeicultura observou-se um impacto na disponibilidade da mão de obra na região. Segundo testemunho dos entrevistados:

*Por La disponibilidad de mano de obra, la primera gran tanda de trabajadores que entraron a la región fue vallecaucanos, atraídos por el nombre de la empresa extractora Manuelita. Las empresas iban principalmente a Estados al sur de Colombia (Valle del Cauca, Cauca, Nariño) y traían población principalmente comunidades negras. Creando una ola de migración de gente hacia la región (Entrevistado 1, Villavicencio, 2017).*

Concomitantemente, para a entrevistada da secretaria ambiental de San Carlos de Guaroa Meta:

*Se trae gente de otros lugares para que trabaje en las plantaciones. Generando impactos culturales negativos en cuanto a la cultura innata de la región y ha aumentado la sobrepoblación. Usted ve mucha gente de color proveniente de la Costa, Cauca y del Valle del Cauca.*

**Figura 59** – Empregado de planta de extração de dendê no Município de San Carlos de Guaroa.



**Foto:** Diana Carolina Castro Mur, 2018.

Essa migração populacional tem afetado as condições de vida dos migrantes, no sentido de influenciar numa mudança cultural. Que tem muitas vezes como consequência surgimento de problemas de violência na comunidade, alcoolismo, desestruturação do núcleo familiar, entre outras.

- **O contexto ambiental e a produção de dendê**

O *boom* e o desenvolvimento da agroindústria do dendê no estado de Meta tornam-se um dos elos que compõem um amálgama complexo de atividades que sustentam a economia do Estado, e que tem um potencial de gerar conflitos ambientais, na medida que se concentram grandes áreas de terra, água e recursos. A vocação do solo é transformada e as possibilidades efetivas de acesso à terra e aos meios de subsistência para a agricultura alternativa são reduzidas (Rojas, 2016).

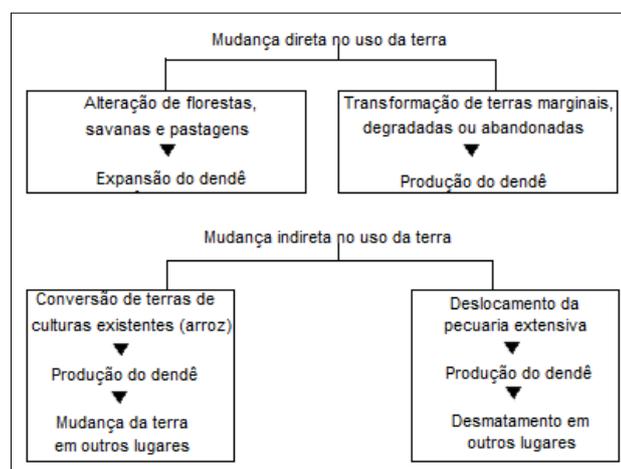
O Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), com dados relativos ao ano de 2017, assegurou que o estado de Meta encontrava-se décima sexta posição do país, com o maior percentual de sua área com conflitos de uso da terra., sendo que 44% dos seus solos apresentam uso inadequado: 35% para subutilização e 9% para uso

excessivo. A alta percentagem subutilizada é devida ao fato de que são terras com capacidade agrícola, mas que, atualmente, não estão sendo utilizadas. Enquanto isso, 56% respeitam a verdadeira vocação e capacidade do solo (IGAC, 2017; UPRA, 2018). O conflito pelo uso da terra é definido como a magnitude da diferença entre a oferta produtiva da terra e as demandas de seu uso atual. Esse uso excessivo ocorre em Meta porque os requisitos atuais de uso da cobertura vegetal são maiores do que a atividade produtiva do solo. As demandas excessivas de uso, em aproximadamente 787.211 ha (UPRA, 2018), são observadas principalmente nos municípios produtores de dendê, nos quais a degradação ou degeneração do solo foi gerada pelo empobrecimento de nutrientes ou pela perda de espessura devido a processos erosivos superficiais causados pelo uso.

O uso e o conflito da terra, assim como a conversão de ecossistemas naturais na região, são atribuídos principalmente a aspectos diretos e indiretos relacionados à movimentação de atividades econômicas no estado. Em resumo, a Figura 63 apresenta as mudanças no uso da terra impulsionadas pela expansão das culturas agrícolas, principalmente o dendê. Para um dos entrevistados:

*Los cambios en el uso del suelo en la región han sido verdaderamente problemáticos, porque los productores antes de implementar el cultivo no se percatan del uso económico y ambiental del suelo (que tipo de predio es, que se puede sembrar), ellos lo que hacen es sembrar y luego piden la certificación ambiental, la mayoría de las veces sembrando en zonas de conservación ambiental y cerca de fuentes hídricas importantes sin respetar la distancia de 500 metros (Entrevistado, Secretaria Ambiental, 2017).*

**Figura 60** – Mudanças diretas e indiretas no uso da terra no Estado de Meta.

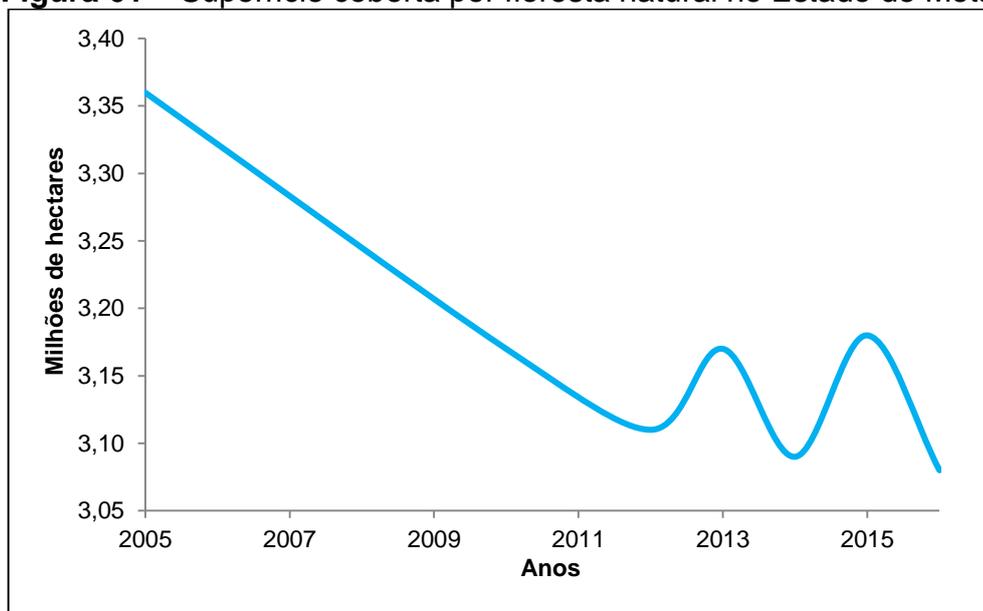


Fonte: Elaboração própria, 2018.

A zona oriental representa 43,5% da produção nacional de dendê. Nesta área encontra-se o Estado de Meta, que é listado como o maior produtor de dendê em todo o país, com participação de 33% e 69% na área oriental. A expansão do dendê ocorreu à custa de 58% das pastagens, 19% das florestas de galeria e zonas úmidas, 11% das savanas e 12% das lavouras de arroz irrigado (MAVDT, 2008; Castiblanco et al., 2013; Pardo et al., 2015; FEDEPALMA, 2017).

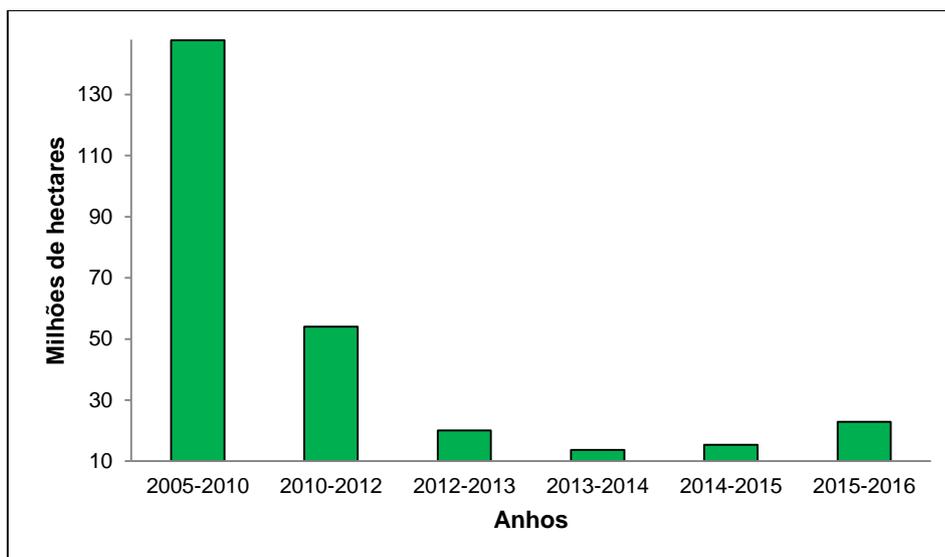
O dendê se expandiu em municípios como Puerto Gaitán, Acácias, San Carlos de Guaroa, San Martín, Porto Rico, Puerto Concórdia, Vista Hermosa, Cabuyaro, Cumaral, Castilla la Nueva, onde a implantação intensiva da agricultura do dendê coincide com a localização da maior percentagem de savanas e florestas na região. Como consequência, a implantação dessa monocultura levou à introdução de maquinaria, altas doses de fertilizantes e a introdução de agroquímicos para o controle de pragas. Esses fatores foram responsáveis pela deterioração acelerada dos solos, expressada na compactação e erosão dos mesmos, o que, possivelmente, acarretou mudanças nos biomas naturais, com alterações na vegetação e fauna características associadas ao ecossistema original. Nas Figuras 61 e 62, apresentam-se a área florestal que tem sido perdida e desmatada no período 2005-2016, respectivamente.

**Figura 61** – Superfície coberta por floresta natural no Estado de Meta.



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em IDEAM (2017).

**Figura 62 – Área desmatada no Estado do Meta.**



**Fonte:** Elaboração própria, baseada em IDEAM (2017).

Estima-se que no período de 2005 a 2012 houve uma perda significativa de floresta natural no estado, bem como uma taxa representativa de desmatamento, cujas causas podem estar relacionadas a outras atividades produtivas legais e ilegais, como mineração, exploração de hidrocarbonetos e lavouras para uso ilícito.

O período de desmatamento significativo e perda de floresta natural em Meta coincide com a data de implantação da política de biodiesel e a criação de leis que estabelecem uma série de incentivos fiscais, como a isenção do imposto sobre vendas de biodiesel, do imposto sobre o diesel global e a isenção de renda líquida por um período de 10 anos para as novas plantações de dendê. Todas essas políticas de apoio levaram à expansão do cultivo de palma no departamento na última década, passando de uma área plantada de 74.950 hectares em 2005 para 182.715 hectares em 2012 .

Já no período de 2012-2016, há uma diminuição na quantidade de hectares de floresta desmatada e degradada ou perdida de 91% e 15%, respectivamente. Este período enfrentou uma série de eventos que limitaram o crescimento tanto do setor de óleo de palma - 17% de crescimento - quanto do biodiesel, incluindo a queda do preço do petróleo, a forte desvalorização e o fechamento da fronteira com a Venezuela, além da estratégia governamental para impedir a expansão do cultivo e se concentrar em melhorar sua produtividade.

O aumento da fronteira agrícola do cultivo de dendê tem envolvido diretamente a mudança do bioma natural e o uso da terra no estado de Meta, o que faz com que os ecossistemas sejam seriamente afetados, causando importantes quebras e transformações no equilíbrio ecológico, como afirma um dos entrevistados.

*Había una diversidad tropical en la región, habían dantas, monos, aves, que migraron, se fueron. A la palma llegaron ratones, culebras no llegó más. Entonces, la palma no trae biodiversidad y la poca que había la acaba [...] abejas, avispas, los polinizadores se acabaron con las fumigaciones. Después les toco a los productores traerlos de nuevo y volver hacer una inversión para recuperar los polinizadores. Porque les metieron veneno y glifosato y acabaron con el mundo polinizador (Entrevistado, Personero San Carlos de Guaroa, 2017).*

Com a alteração dos ecossistemas no departamento, principalmente pela redução drástica da cobertura natural em função da implantação do dendê na última década, é muito difícil encontrar aves ou mamíferos anteriormente encontrados com facilidade na planície. Espécies como eufonia, o sol garcita, o hoacín ou tucanos foram afetados porque este habitat não tem mais os requisitos para sua reprodução, mostrando um efeito prejudicial sobre a disponibilidade e qualidade do habitat destas espécies; além disso, limita os processos de movimentação deste grupo faunístico, uma vez que dependem do tipo e estrutura da vegetação. (Serrano, 2017; Tamaris-Turizo et al., 2017).

*La migración de especies ha sido dramática. Antiguamente uno miraba mucho armadillo, danta, chigüiro, ahorita muy poco. Las aves en época de verano se miraban mucho en la región. Las garzas rojas y otras aves pero ya muy poco. Porque a este tipo de especies les gusta los lugares amplios, soleados donde existan meandros de agua. Los cultivos de palma lo que hacen, como son tan altos, son palmas son muy oscuros y húmedos, no es el habita para ellas. Mudo el paisaje totalmente. (Entrevistado, Secretaria Ambiental, 2017).*

Entre os mamíferos afetados estão, entre outros, anta, tamanduá, tatu, veado e cutia de cauda branca que, além de ter a área de vegetação natural limitada, são vítimas da caça. Em conclusão, os sistemas de monocultura restringem severamente a diversidade de habitats e favorecem apenas um número muito limitado de espécies coabitantes (Agencia de Noticias UN, 2014).

*En cuanto a la biodiversidad la mayoría de empleados de empresas de palma, cazaban en las plantaciones. Ahora ya hay más restricción con señalización de prohibido cazar, esta especie no se toca, pase con cuidado y las empresas*

*aplican sanciones al trabajador que vean realizando esta actividad (Entrevistado, Secretaria Ambiental, 2018).*

A biodiversidade dos ecossistemas aquáticos também tem sido comprometida pela expansão da cultura, especialmente pelo inadequado manejo dos efluentes das empresas e e pela intensificação agrícola nas áreas de cultivo.

*La actividad económica de algunos municipios es la piscicultura, tanto de jaulas flotantes o estanques, y pescador artesanal. Hay empresas en la región, que hacen vertimientos directamente a los ríos y se ha venido presentando problemas con pescados muertos y alteraciones para el consumo (Entrevistado, Secretaria Ambiental, 2018).*

Os ecossistemas da região são únicos em termos da sua composição e suas estruturas, seu potencial biológico, agrícola e hidráulico. No entanto, a produção de dendê depende muito dos recursos hídricos (Lasso et al., 2010; Olmos, 2014). A água é um elemento fundamental para o crescimento, desenvolvimento e produção da cultura que, em média, requer 5 mm de água/dia por planta, o que pode variar dependendo de sua disponibilidade, do tipo de solo e da época do ano. Neste estado a dendeicultura não respeita as áreas de retirada das correntes de água e nascentes onde estão localizadas, o que gera impactos negativos no fornecimento de água nas áreas de cultivo que são, na sua maioria, áreas secas, que devem receber água de sistemas de irrigação (Olmos, 2014; Hortúa, 2016).

Em Meta, existem vários conflitos sobre o uso da água, devido à introdução e expansão das plantações de dendê. As comunidades expressam sua preocupação, uma vez que as zonas úmidas e matas de galeria foram substituídas por palma e tem se realizado escavações de valas de drenagem e construção de canais de irrigação, o que causa a alteração irreversível dos fluxos de água das savanas de inundação e das correntes de águas superficiais e subterrâneas nessas áreas.

*En el municipio tenemos más de 115 humedales y dentro de la ronda de protección de los mismos aparecen cultivos de palma. Este año tres plantaciones afectaron humedales naturales, que se encontraban cerca a sus cultivos. Los secaron para que fueran un canal para sistema de riego y poder sustentar el cultivo (Entrevistado, Secretaria Ambiental, 2018).*

**Figura 63** – Canais de drenagem numa plantação no Município San Carlos de Guaroa.



**Foto:** Diana Carolina Castro Mur, 2018.

Da mesma forma, a produção de dendê na área afeta a qualidade das águas subterrâneas e dos corpos d'água, especialmente devido ao escoamento de águas contaminadas com fertilizantes, pesticidas e herbicidas, gerando processos de eutrofização (Castiblanco et al., 2013; Olmos, 2014).

*En la región, la canalización de varios caños, dentro y fuera, de las plantaciones de palma, han conllevado a la alteración de los cursos hídricos, es decir, se han intervenido los meandros naturales, de tal manera que, muchos de ellos circulan al borde de las propiedades o dentro de ellas en línea recta, a modo de canales de drenaje para la desecación de caños, humedales, ciénagas y playones para el aumento de la frontera agrícola del cultivo. Lo que ha repercutido en la disminución de la recarga y de los caudales base de las corrientes superficiales, especialmente de las pequeñas que alimentan los grandes ríos, tales como el Upía, Humea, Guacavía, Guatiquía, Guayuriba, Acacías-Orotoy-Pajure, Guamal, Humadea, Metica, Meta, Guape, Ariari, Guéjar, entre otros. Donde, toda la fauna y flora asociada al complejo cenagoso al ver interrumpida su conectividad natural también se afecta gravemente, generando un alto grado de sedimentación de cauces, ciénagas y caños lo que a su vez incide en la sedimentación del río, contribuyendo a la pérdida de la navegabilidad del mismo y la disminución de su productividad pesquera (Entrevistado, CORMACARENA, 2017).*

### **4.3 Processo industrial do Biodiesel “In Situ”**

#### **4.3.1 Processo industrial do Biodiesel no Brasil**

No Brasil, o Centro-Oeste representa uma das regiões que mais aporta ao setor do biodiesel. No ano 2017, segundo a APN a região totalizou uma produção de biodiesel de 1.896.284 m<sup>3</sup>; o que representa 44,2% do total da produção nacional. O estado de Goiás é o maior produtor da região com 716.570 m<sup>3</sup>, 37,8% do total da região. Neste estado, encontra-se uma das plantas de processamento de biodiesel mais representativas na região, a BINATURAL, localizada no município de Formosa, como é possível observar na Figura 67.

No ano de 2006, é concedida à empresa a construção de uma fábrica com capacidade de 30 m<sup>3</sup>/dia. No início do projeto o biodiesel representava apenas 2% na composição do diesel. A BINATURAL foi uma das pioneiras na produção do Biodiesel no estado de Goiás, investindo em novas tecnologias, processos, e em mão de obra. Em 2008, ocorreu a primeira venda de biodiesel nos leilões 6 e 7, e se desenvolveu uma nova fábrica com capacidade 120 m<sup>3</sup>/dia que começou a operar em dezembro de 2008 e, em 2009, atingiu a capacidade de 300 m<sup>3</sup>/dia. Em 2010, foi realizada uma nova amplificação da fábrica que permitiu elevar a capacidade instalada a 450 m<sup>3</sup>/dia. A Binatural comercializa hoje 124.000 m<sup>3</sup> de Biodiesel, 17,3% da produção total do Estado, e se estabelece como uma importante e das principais consumidora de matérias-primas alternativas no Centro-Oeste do Brasil (Informação de entrevistas).

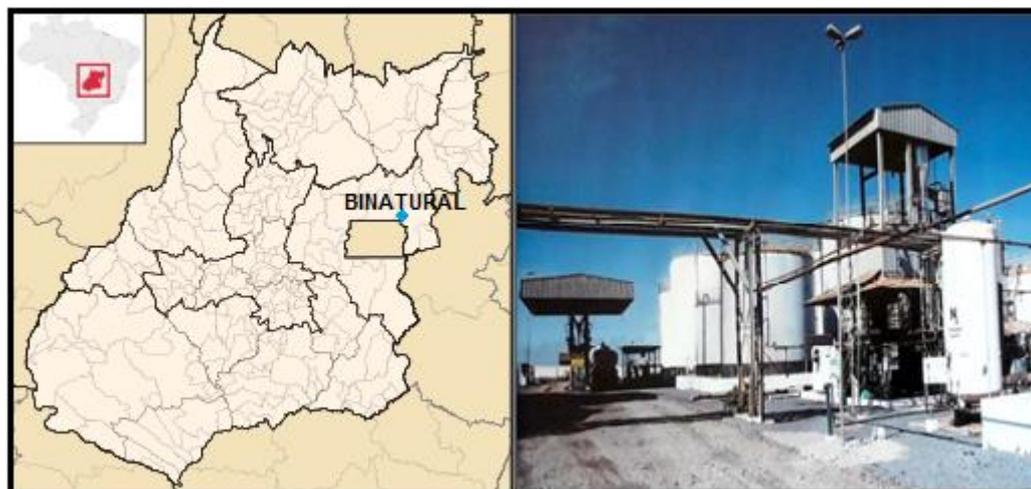
De acordo com Luis Carlos da Costa, Chefe industrial da BINATURAL:

A empresa entrou em funcionamento há 10 anos, hoje tem uma capacidade autorizada de 450 mil litros/dia, porém hoje está produzindo a mais. Apresenta uma produção mensal de 3,5 mil m<sup>3</sup>/mês com rendimento de biodiesel de 97%. A binatural tem um aporte do 3% no mercado nacional, pois o mercado brasileiro é muito grande.

A empresa é regida pelos objetivos preestabelecidos no PNPB, sustentada pelos pilares econômico e socioambiental, desenvolvendo ações de diversificação de matérias-primas, de melhorias na produtividade, de proteção ao meio ambiente e de

sustentabilidade social, aumentando sua participação no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) em vários estados do Brasil.

**Figura 64 – Localização da empresa BINATURAL.**

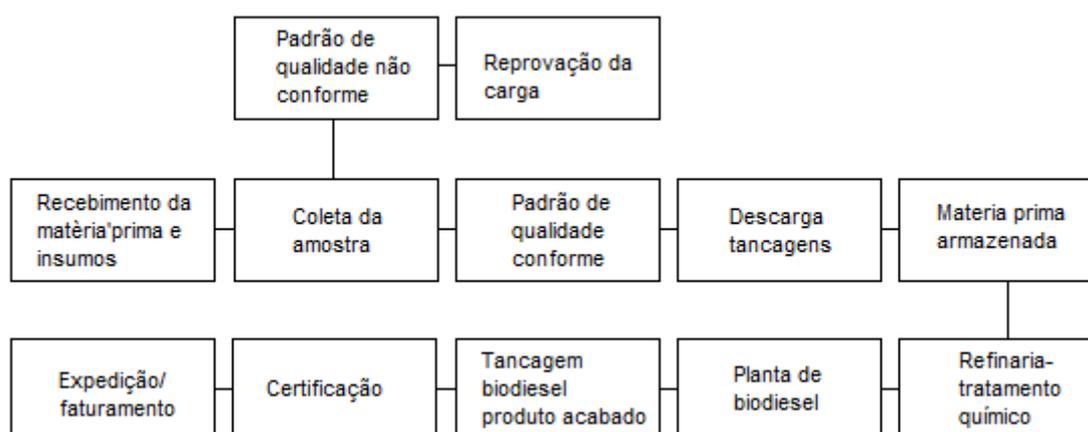


Fonte: Elaboração própria, 2018.

- **Processo industrial do Biodiesel na empresa BINATURAL**

De modo geral, a produção de biodiesel na BINATURAL é marcada por doze grandes processos, que são apresentados no fluxograma da usina na Figura 68.

**Figura 65 – Fluxograma geral da produção de biodiesel na BINATURAL.**



Fonte: Elaboração própria, baseada em pesquisa de campo, 2018.

O processo começa na área de balança, onde são recebidas as matérias-primas, que no caso são *blending* de óleos brutos de origem vegetal e animal, se tira uma

amostra para avaliar a qualidade do produto e se faz um carregamento ao tanque de matéria prima específica. Um tanque para óleos vegetais e outro para gordura animal, pois o tratamento de cada óleo é diferenciado.

Como matéria-prima nós usamos óleo de soja, sebo bovino, suíno, óleo de palma, óleo de algodão, óleo de girassol, mais basicamente, usamos 50% óleo de soja, 40% gordura animal e 10% de outros óleos (Entrevistado 1, BINATURAL, 2018).

Depois da armazenagem dos óleos, estes sofrem um pré-tratamento, onde se faz um *mix* dos óleos e se equaliza a qualidade dos óleos, tirando as impurezas. Um tratamento de neutralização, usando soda caustica e ácido fosfórico para remover as impurezas, feita em separadores centrífugos e de forma contínua.

Temos uma tecnologia nova no processo, que utiliza um coproduto para fazer o pré-tratamento do óleo que vai entrar na planta de biodiesel. Aproveitamos a glicerina e seu catalisador ativo para já dar um status final na reação de transesterificação, consumimos menos metanol, menos metilato e se perder menos quantidade de matéria prima no processo de neutralização do óleo. Esforçamos menos a planta de pré-tratamento e a glicerina por sua composição química faz um arraste das impurezas. É um processo novo no Brasil e no Mundo e deve ter seis meses que nós trabalhamos aqui, os ganhos são absolutamente reais (Entrevistado 1, BINATURAL, 2018).

No processo, estes ácidos graxos do óleo serão, então, transformados em sabão, dando um coproduto que é a borra. A borra é uma emulsão oleosa alcalina constituída por água, ácidos graxos saponificados, triglicerídeos, fosfatídeos e outros compostos em menor quantidade. É usada para diversas finalidades, como por exemplo, na indústria de sabão e na produção um concentrado de ácidos graxos livres (BINATURAL, 2018).

Após o processo de neutralização, o óleo passa para o processo de transesterificação metílica. Primeiramente, o reator é carregado com óleo, e, posteriormente, com o metilato de sódio. O sistema permanece sob agitação durante o tempo requerido de reação. Terminada a reação, a agitação é cessada e a mistura reacional é bombeada para uma centrífuga. O excesso de álcool é eliminado, tanto dos ésteres quanto do glicerol, por evaporação. As etapas seguintes do processo são, a neutralização do catalisador, lavagem e estocagem do produto. A lavagem com água acidificada (0,5% HCl) neutraliza o catalisador. A fase aquosa pode ser separada dos ésteres por decantação e, posteriormente, por aquecimento para secagem e

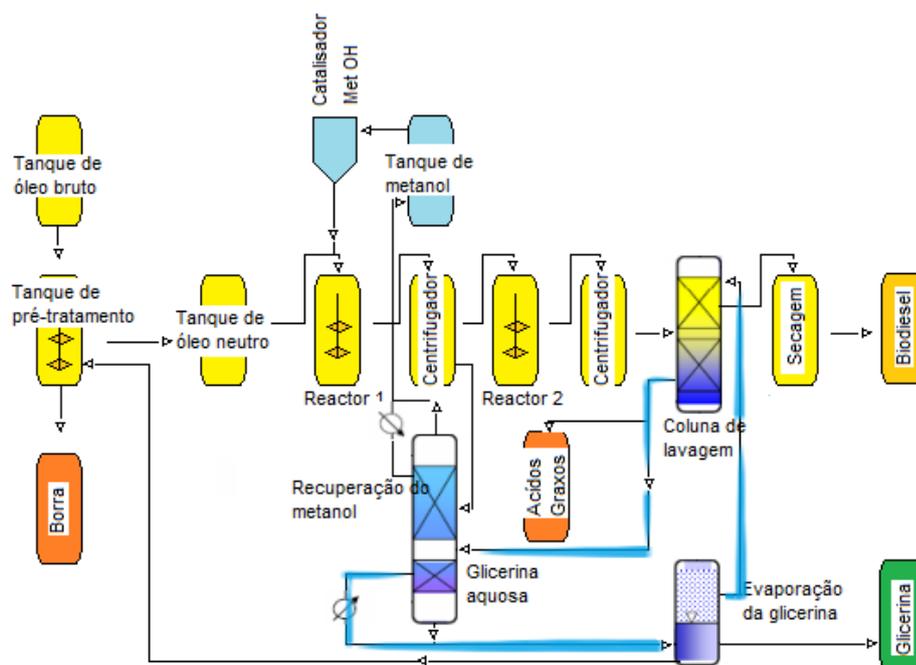
remoção da umidade. O circuito de utilização da água na planta da BINATURAL consiste em um sistema fechado de reutilização.

Aqui, os coprodutos obtidos são o ácido graxo e a glicerina. O ácido graxo é um subproduto do tratamento da glicerina bruta, que são separados por um processo de esterificação. Dentre outras utilidades, pode ser queimado em caldeiras, utilizado como óleo químico, nutrição animal, aditivos para lubrificantes, aminas graxas, detergentes, desinfetantes e graxas lubrificantes especiais. A glicerina possui inúmeras utilidades, destacadamente nas indústrias alimentícia, medicamentos e química. No processo, se produz 30% de glicerina entre 81%-83% de pureza e é exportada para Europa e para China.

O diferencial da BINATURAL é que não se tira rejeito do processo. Todo o processo de produção desde o pré-tratamento do óleo até a produção de biodiesel, chama-se de circuito fechado (Entrevistado 2, BINATURAL, 2018).

Na figura a seguir se apresenta o processo de produção de biodiesel na BINATURAL.

**Figura 66** – Esquema do processo de produção de biodiesel na BINATURAL.



**Fonte:** Elaboração própria, baseasa em dados de campo, 2018.

- **Responsabilidade social da BINATURAL**

A empresa, com o intuito de apoiar à agricultura familiar na sua cadeia de produção e estimular a produção do biodiesel com os parametros estabelecidos no PNPB, está inserida no Selo de Combustível Social, cumprindo os critérios descritos na Instrução Normativa Nº01 de 19 de fevereiro de 2009, mediante três objetivos:

- Adquirir um percentual mínimo de matéria prima dos agricultores familiares no ano de produção de biodiesel;
- Celebrar previamente contratos de compra e venda de matérias primas com os agricultores familiares ou com suas cooperativas e com anuência de entidade representativa da agricultura familiar daquele município e/ou estado;
- Assegurar capacitação e assistência técnica à esses agricultores familiares contratados; entre outras.

No Brasil, para você ser competitivo no mercado de biodiesel, você tem que ter o Selo de Combustível Social e nós somos detentores do Selo. Temos aproximadamente 250 famílias que nós adquirimos a matéria-prima principalmente a soja, famílias de São Paulo, Florianópolis, Mato Grosso as que brindamos assistência técnica (Entrevistado 2, BINATURAL, 2018).

Em termos de geração de emprego, a maioria dos empregados são da região, principalmente do município de Formosa e, atualmente, a empresa gera em torno de 170 empregos.

A empresa gera empregos diretos e indiretos, em termos de empregos diretos são mais ou menos 110 empregos, e os indiretos em torno de 50-60 empregos neste ano (Entrevistado 2, BINATURAL, 2018).

- **Responsabilidade ambiental da BINATURAL**

A BINATURAL é uma empresa integralmente dedicada e atuante para a preservação do meio ambiente. Sua planta atende aos mais exigentes requisitos ambientais e operacionais. E o processo de produção utilizado é totalmente fechado, recicla e reutiliza integralmente a água empregada e não gera nenhum tipo de resíduo.

Do ponto de vista da gestão ambiental na indústria nos temos umas regras a ser seguidas que são as legislações municipais, estaduais e federais, então

a empresa tem todo o controle de emissões particuladas da caldeira, controle dos resíduos de laboratório que a empresa contrata para recolhimento desses resíduos para incineramento, e tem a nossa tecnologia de circuito fechado onde não se gera rejeito, ele se vende desde a borra do tratamento da matéria-prima até o ácido graxo na produção de biodiesel e a água que seria um descarte na produção ela tem um processo de reutilização o tempo inteiro, tanto que você na empresa não encontra unidade de tratamento de efluentes, porque não geramos pelo contrário o biodiesel é consumidor dessa água (Entrevistado 1, BINATURAL, 2018).

Além desses aspectos, a empresa encontra-se inserida na nova política da RenovaBio, que de acordo ao Ministério de Minas e Energia:

O RenovaBio é uma política de Estado que objetiva traçar uma estratégia conjunta para *reconhecer o papel estratégico de todos os tipos de biocombustíveis na matriz energética brasileira*, tanto para a segurança energética quanto para mitigação de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa.

Os objetivos principais da nova política são:

- Fornecer uma importante contribuição para o cumprimento dos Compromissos Nacionalmente Determinados pelo Brasil no âmbito do Acordo de Paris;
- Promover a adequada expansão dos biocombustíveis na matriz energética, com ênfase na regularidade do abastecimento de combustíveis; e
- Assegurar previsibilidade para o mercado de combustíveis, induzindo ganhos de eficiência energética e de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa na produção, comercialização e uso de biocombustíveis.

Neste momento contratamos uma empresa de certificação para calcular a redução de emissões, pois a partir do próximo ano o Brasil vai ter o RenovaBio para vender esse crédito do que a empresa deixa de poluir (Entrevistado 2, BINATURAL, 2018).

Ao longo do processo de formulação do RenovaBio, foram sendo encaminhadas ao MME diversas manifestações de apoio à iniciativa. Órgãos e entidades federais, estaduais e municipais, representantes do setor produtivo, da academia e da sociedade civil, contribuíram de forma decisiva para que fosse elaborada uma consistente estratégia brasileira de descarbonização da matriz de transportes (MME, 2018). Em seguida, a percepção da empresa sobre a RenovaBio para o Chefe Industrial Luis Carlos da Costa Filho:

Eu acho uma política importante no mercado brasileiro, primeiro porque ele traz para a mesma mesa dois grandes biocombustíveis que tempo atrás eram tratados de maneira diferente, e agora eles querem tratar com o mesmo rolo de documentação e regulamentação. Segundo, não tem como falar de desenvolvimento sem falar de biocombustíveis, e em isso Brasil possui um estatus no mundo porque nos temos áreas extremamente grandes para cultivo de oleaginosas e o RenovaBio traz a perspectiva de você ter um cenário de aumento de consumo de biodiesel e se tem uma regulamentação mais forte de aumento na porcentagem de mistura, e isso significa que o país vai deixar de importar diesel e de ficar refém das variações do petróleo e as variações das políticas internacionais. E terceiro na parte do mercado de carbono que incentiva às empresas produtoras a reduzir suas emissões. Nesse momento a gente está tentando entender como vai funcionar os CBios por que ainda não está muito claro. Nosso medo é que o mercado termine funcionando como EEUU onde as petroleiras preferem pagar a multa de não comprar o certificado de misturar certa quantidade de biodiesel. Então o medo é que o mercado de CBio tenha essa tendência.

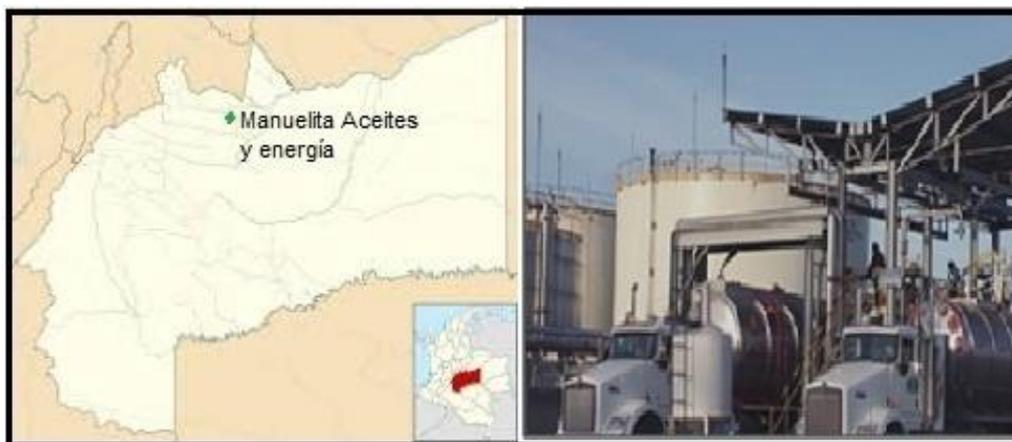
De acordo com as diretrizes principais do Programa Nacional de Biodiesel, no sentido da diversificação da matéria prima, da garantia da qualidade e quantidade de suprimento de biodiesel a preços competitivos e da implantação de um programa sustentável que promova a inclusão social, a empresa, ao longo de seus dez anos de funcionamento, tem cumprido com essas pretenções do programa e, além disso, tem projetos de expansão, de construir uma unidade nova e de ampliação da fábrica atual.

#### **4.3.2 Processo industrial do Biodiesel na Colômbia**

Na Colômbia, a produção de biodiesel é realizada em 12 plantas, localizadas perto das plantações de dendê para aproveitar estrategicamente a distância dos melhores caminhos. O estado de Meta é o maior produtor de biodiesel a nível nacional. Nesse Estado, encontra-se a usina Manuelita Aceites e Energia no município de San Carlos de Guaroa (figura 70), com capacidade instalada de 137.000 m<sup>3</sup>/ano, sendo responsável por 19,2% da produção de biodiesel na Colômbia. Em 2010, a empresa iniciou seu funcionamento incentivado pelas políticas nacionais para a produção de biodiesel a partir de uma matéria prima posicionada no mercado do país, como é o dendê, tendo já disponíveis mais de 7000 ha cultivados próprios e realizando acordos de alianças com médios e grandes produtores do fruto. A usina começou a operar com uma capacidade de 100.000 m<sup>3</sup>/ano, quando a porcentagem de mistura se encontrava no 5%, aumentando sua capacidade de produção em 37% ao longo de sete anos.

Actualmente cuenta con una capacidad instalada para procesar 137 millones de litros de biodiesel al año y una capacidad de producción de 144 mil toneladas de aceite de Palma y 14 mil toneladas de aceite de palmiste al año (Entrevistado online, Manuelita Aceites y Energía, 2017).

**Figura 67** – Localização da empresa Manuelita Aceites e Energia.



**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

- **Processo industrial do Biodiesel na empresa Manuelita Aceites y Energia**

A diferença mais significativa, no processo industrial da produção de biodiesel da empresa brasileira BINATURAL, é a etapa de pré-tratamento do óleo, onde na Manuelita Aceites y Energia utiliza-se um processo de branqueamento. O branqueamento com terras é uma das etapas básicas no refino de óleo de dendê cru. Isto envolve a adição de uma terra de branqueamento ao óleo de dendê bruto, o qual é, então, agitado sob vácuo a uma temperatura de 100-140 ° C, durante cerca de 30 a 45 minutos. seguido pela separação da argila do óleo, por meio de filtração. A argila branqueadora é usada não apenas como absorvente de compostos de coloração (carotenóides no caso do óleo de dendê), mas também absorve fosfolipídios, sabões e metais pesados e decompõe produtos de oxidação, como os peróxidos.

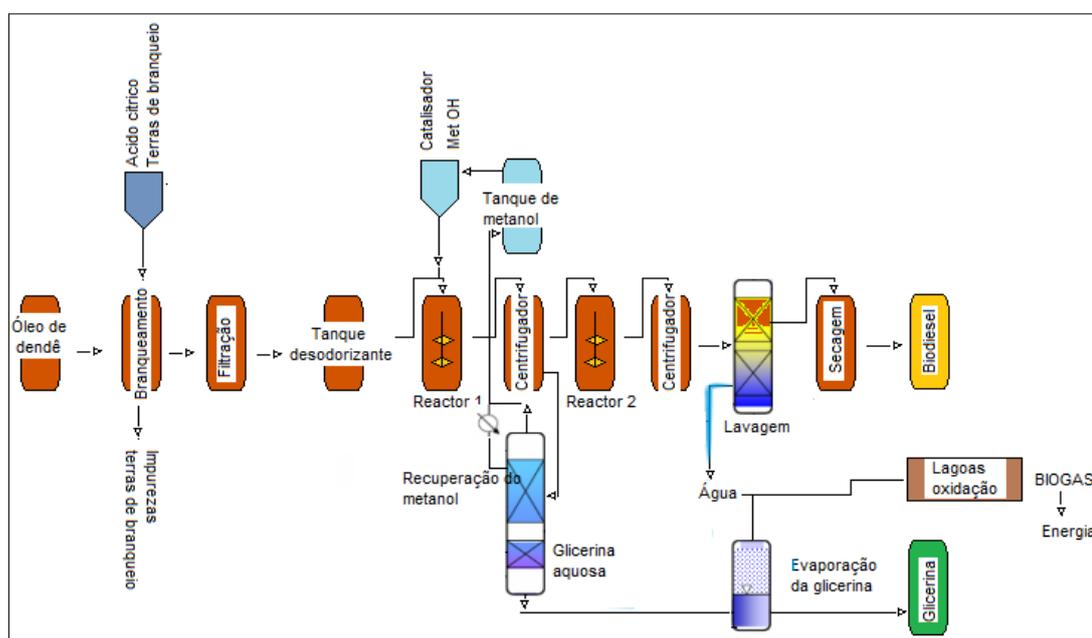
*El aceite Refinado, Blanqueado y Desodorizado, es mezclado con alcohol, que es metanol. En esta planta se producen 106.000 toneladas al año de biodiésel y 16.000 toneladas al año de glicerina cruda. Una vez la glicerina cruda deja el edificio de biodiésel es llevada al tercer edificio de glicerina refinada.(Entrevistado online, Manuelita Aceites y Energía, 2017).*

Nesta empresa, todos os rejeitos aquosos são dispostos em lagoas de oxidação com o intuito de produzir biogás para a geração de energia. Na figura 71 se apresenta

um esquema do processo de produção industrial do biodiesel na Manuelita Aceites y Energia.

*A partir de marzo de 2016, Manuelita inició la venta de excedentes de energía eléctrica a partir de fuentes renovables como la biomasa y el biogás, sumándose a las acciones del sector privado para mitigar la escasez en la oferta de energía en el país. Venta de excedentes cercanos a 486 mil KW-h en 2016, equivalente al consumo de cerca de 2.809 hogares colombianos (Entrevistado online, Manuelita Aceites y Energia, 2017).*

**Figura 68** – Esquema do processo de produção de biodiesel na Manuelita Aceites y Energia.



Fonte: Elaboração própria, baseada em dados de campo, 2018.

### • Responsabilidade social da Manuelita Aceites y Energia

Manuelita definiu como aliados estratégicos seus fornecedores de matérias-primas agrícolas, para o desenvolvimento e sustentabilidade do negócio, trabalhando com eles para fortalecer os processos de produção e o gerenciamento ambiental.

*Incluimos pequeños proveedores a nuestra cadena de suministro y apoyamos su crecimiento con enfoque en la sostenibilidad económica, social y ambiental (Entrevistado online, Manuelita Aceites y Energia, 2017).*

Durante os anos de 2015 e 2016, desenvolveu programas de transferência de tecnologia em tarefas de cultivo, destinados a fornecedores de matérias-primas agrícolas, com o objetivo de aumentar sua produtividade e rentabilidade. O programa

*Cerrando Brachas* procura aumentar a produtividade das plantações, melhorar as condições de vida e de trabalho e aumentar a quantidade de frutos comprados pela empresa. O programa é desenvolvido desde o ano 2011, e dele participam, desde então, 609 produtores que têm se beneficiado com apoio em temas de aplicação de adubo, desenvolvimento de canais de drenagem, manejo de plantas daninhas no cultivo, gestão adequada da colheita e gestão fitossanitária (Manuelita, 2017).

A partir de sua gestão social, a Manuelita busca melhorar a qualidade de vida de seus funcionários de baixa renda, suas famílias e as comunidades de influência. O trabalho se concentra na redução de deficiências em saúde, educação e habitação. Adicionalmente, implementa projetos de empreendedorismo produtivo que aumentam a renda familiar, e trabalha em parceria com organizações sem fins lucrativos, entidades governamentais e setor privado.

*En 2017 la empresa genero em torno de 16.000 empleos directos e indirectos, siendo aproximadamente el 33% empleos directos (Entrevistado online, Manuelita Aceites y Energia, 2017).*

- **Responsabilidade ambiental da Manuelita Aceites y Energia**

A gestão ambiental da Manuelita tem como objetivo o uso racional e sustentável dos recursos naturais, reduzindo progressivamente o impacto ambiental em cada uma das operações agroindustriais. Sua gestão foca na sustentabilidade da água, na qualidade do ar e do solo, na redução da carga orgânica e nas emissões de GEE (Manuelita, 2018).

*La empresa redujo la captación de emisiones de CO<sub>2</sub> debido a la reducción del 20% de la producción de biodiesel frente al 2015 y redujo las emisiones de material particulado en un 13,63%, gracias a la instalación de sistemas de control en sus calderas, permitiendo mejorar la calidad de aire en la zona de influencia (Entrevistado online, Manuelita Aceites y Energia, 2017).*

No Estado de Meta, na Colômbia, a Manuelita Aceites y Energía está realizando pesquisas em parceria com a Fedepalma e a autoridade ambiental, para o estabelecimento de sistemas de fertirrigação por aspersão, por meio da aplicação de efluentes tratados na fábrica. Essa iniciativa busca aproveitar a qualidade nutricional dos efluentes, além de proteger as fontes de água, eliminando completamente a descarga de águas residuais nos rios (Manuelita, 2018).

Em suma, esta empresa desde seu funcionamento, tem respondido positivamente aos objetivos do Programa Nacional de Biocombustíveis do país referentes ao incremento da produção sustentável do biodiesel, contribuindo para a geração de emprego, desenvolvimento e bem-estar da população, e garantindo um desempenho ambientalmente sustentável.

*Manuelita Aceites y Energía recibió la certificación que acredita que los procesos para la producción con fruto propio de aceite de palma, aceite de palmiste, biodiesel y glicerina, se desarrollan bajo los criterios y principios de sostenibilidad que establece la RSPO (Roundtable on Sustainable Palm Oil) (Entrevistado online, Manuelita Aceites y Energía, 2017).*

Além desses aspectos positivos, a partir da consolidação da agroindústria do dendê, a empresa coloca o país como exportador de biocombustíveis. Segundo a fala de um dos entrevistados:

*Por implementar prácticas de sostenibilidad del uso de la tierra, trazabilidad y verificación de gases de efecto invernadero a lo largo de toda la cadena de suministro, Manuelita recibió en 2016 la Certificación Internacional de Sostenibilidad y Carbono (ISCC), que le permite exportar biodiesel a Europa (Entrevistado online, Manuelita Aceites y Energía, 2017).*

## **5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Nesta seção cada uma das dimensões será analisada separadamente, incluindo a comparação dos programas dos dois países; e integrando os indicadores avaliados no contexto nacional, com as diversas percepções dos entrevistados e as observações em campo a nível local, relacionando os aspectos sociais, ambientais e econômicos identificados.

### **5.1 Dimensão ambiental**

A Colômbia objetivou, por meio de seu programa, a buscar por garantir a sustentabilidade ambiental. O Plano Nacional de Desenvolvimento de 2006-2010 previu a promoção do uso de combustíveis renováveis. O objetivo principal declarado era "mitigar os efeitos ambientais do consumo de combustíveis fósseis", com destaque para (i) a redução das emissões de dióxido de carbono em comparação com o ciclo de vida da produção de combustíveis fósseis e (ii) emissões reduzidas de poluentes urbanos, tais como material particulado e monóxido de carbono. Outros sim, os resultados pretendidos são demonstrar o compromisso da indústria do biodiesel com o meio ambiente com o uso de práticas agrícolas e industriais de baixo impacto ambiental.

Com relação ao reflexo ambiental do programa do biodiesel no Brasil, ele não foi especificado claramente nas diretrizes e intenções do programa. A normatização do programa do biodiesel foi limitada apenas aos âmbitos técnicos, econômicos e de inclusão social. Mas, ainda assim, o Programa tem que se pautar pelos regulamentos ambientais nacionais vigentes. Assim, o controle de possíveis impactos ambientais se resumiu somente à exigência do licenciamento ambiental das usinas de biodiesel, incidindo muito pouco sobre a fase agrícola e sobre uma análise global das cadeias produtivas. Segundo Gucciardi e Vianna (2009), a política brasileira falha no sentido de (i) não dar importância à promoção adequada de práticas agrícolas menos intensivas e (ii) ignorar a questão do consumo de energia, aspectos importantes do desenvolvimento de energia sustentável. Apesar disso, estão incluídas no Programa do biodiesel duas fortes considerações ambientais: (i) o seu potencial de redução de emissões de CO<sub>2</sub> e (ii) o aproveitamento de muitas variedades de matérias-primas.

Recentemente, com a criação da RenovaBio, o Brasil pretende incorporar na sua política de biocombustíveis a dimensão ambiental, objetivando a uma contribuição na redução das emissões de carbono. O RenovaBio, segundo especialistas, vai trazer uma grande mudança, pois vai forçar os produtores de biodiesel a procurar as técnicas que produzem menos carbono em toda a cadeia produtiva do biodiesel.

Como o evidenciado nos resultados a contribuição do biodiesel destaca a economia de GEE, como mostrou o indicador de GEE evitados em ambos países a nível nacional. Sem embargo, quando é confrontado com os resultados obtidos no campo a nível local, esse potencial de redução de GEE do biodiesel fica comprometido. Quando se objetiva a produzir o biodiesel em substituição dos derivados de petróleo, demanda grandes escalas de produção, o que produz diversos impactos, como por exemplo: o desmatamento, o esgotamento de solos, a poluição de recursos hídricos, entre outros, como o ratificado na pesquisa *"In Situ"*, principalmente no Estado de Meta.

Tratando-se dos impactos no local de produção apesar do biocombustível reduzir o balanço de emissões de GEE, o impacto decorrente das atividades agrícolas e ao crescimento da área plantada em ambos locais (Pará e Meta) com relação às mudanças no uso do solo, a destruição da vegetação natural, provoca grandes quantidades de emissões de GEE. O que resulta enfraquecendo o potencial de redução de GEE do biodiesel. Fato que é acentuado especialmente no caso da cultura do dendê, que acentua um balanço negativo para o biocombustível. Ou seja, o aporte positivo em relação ao uso de biodiesel, passa a não compensar as emissões ocasionadas pelos impactos ambientais observados no campo.

## **5.2 Dimensão social**

A promoção e inserção social de pequenos produtores, ou agricultores familiares, na participação do Programa para a geração de emprego e renda no campo. É um objetivo que converge nos dois países. Na Colômbia, este objetivo não tem cumprido as expectativas iniciais do Programa, pois, particularmente, na cadeia produtiva a participação do pequeno produtor é pouco significativa, e são os grandes produtores que aproveitam a oportunidade de se inserir de maneira mais vantajosa no setor do biodiesel, especialmente com a associação entre eles e com os industriais.

A intervenção do Estado foi orientada para proporcionar benefícios e estímulos a um setor que vem ganhando tamanho e peso. Pelo menos no caso do emprego, os números da indústria sugerem que um número significativo de empregos diretos e indiretos foram gerados, mas fora das áreas rurais.

Quanto à melhoria das condições de vida das populações rurais, os indicadores revelam que o emprego e a renda para os pequenos produtores das plantações de dendê a nível nacional, aumentaram, graças ao estabelecimento dos acordos de Parcerias Produtivas. Mas isso não é inteiramente verdade para o caso do Estado de Meta, que apresenta uma das maiores taxas de concentração de terra. Pois, na realidade observada no campo, vincular os pequenos produtores através de processos associativos com grandes investidores pode não significar maiores benefícios para essa população, nem para a produtividade e desenvolvimento do setor rural localmente. De fato, essa concepção de desenvolvimento rural, típica de um contexto de grande desigualdade na distribuição do fator primário, incorpora riscos importantes de acordo ao evidenciado no Estado de Meta.

Assim, os indicadores sociais sugerem que os incrementos de emprego e renda para os pequenos produtores de dendê, não contribuem necessariamente para uma distribuição mais equitativa da terra, nem para uma redução da pobreza rural. O que resulta em que os altos níveis de violência e concentração de terra dificultem a realização de um desenvolvimento equitativo no Estado.

No Brasil, a inserção da agricultura familiar no setor de biodiesel é tendência importante para garantir eficiência continuada para os produtores. As regras de incentivo existentes, como o Selo de Combustível Social, privilegiam a relação entre os industriais e os produtores rurais. No contraste, este objetivo criou-se primordialmente como vetor de geração de emprego e renda nas regiões do Norte e Nordeste, mas esta agroindústria concentrou-se na região sul, pois é lá que existe a maior quantidade de pequenas propriedades com agricultura moderna – principalmente de soja. No caso Brasileiro, há bases mais fortes que sustentam o programa, o que facilitou sua inserção na estrutura social. O governo implantou políticas como o “Programa de Apoio à Agricultura Familiar” que, de alguma forma, geraram benefícios para a população rural.

O êxito da inserção da agricultura familiar no país se confronta com os resultados positivos dos indicadores sociais num contexto nacional. Esses indicadores revelam um incremento na geração de emprego e renda para os agricultores familiares; que

na realidade vale a pena relativizar que os aspectos positivos obtidos são principalmente para os agricultores do Centro-Oeste. Sem embargo, na pesquisa de campo foi analisada a região Norte, que tem alicerçado problemas sociais, de concentração fundiária, abandono do cultivo de alimentos e perda da autonomia dos agricultores.

Na região de estudo, as projeções de emprego e renda sustentam a racionalidade econômica e social do dendê e tem despertado o interesse do agricultor familiar para associar-se com as empresas como produtor de dendê. Assim, a dendeicultura torna-se um “vetor” para o desenvolvimento rural, pelo que muitos clamam a chegada do dendê com viés de desenvolvimento socioeconômico e como algo que será bom para todos na região. Mas, expondo-se a realidade a dendeicultura, na região metamorfoseia os agricultores familiares em trabalhadores camponeses e mão de obra para o capital na forma de trabalhadores assalariados das empresas, e abandona-se em alguns casos a unidade produtiva familiar e a diversificação da produção das propriedades familiares.

A unidade produtiva inserida nos programas de agricultura familiar tem a possibilidade de cultivar o dendê em consórcio com outras culturas, entretanto, ao agricultor familiar lhe faltaria energia física para essas atividades, pois foi utilizada no empreendimento do dendê. Assim, a pluriatividade características da unidade familiar tende a ceder o espaço para a especialização produtiva. Dessa maneira, os territórios tornam-se num espaço econômico, produtivo que dever ser cada vez mais rentável, com a característica de ser menos habitado pelo agricultor familiar tradicional.

### **5.3 Dimensão econômica**

Além da trajetória que ambos os países podem ter na produção de biodiesel, está a ideia do papel do governo na contribuição, formulação e amadurecimento dos programas em cada caso. Embora, no caso da Colômbia, o uso de biodiesel como alternativa energética provenha de instituições de natureza puramente privada, a ação do Governo nacional foi, sem dúvida, um elemento fundamental para o seu desenvolvimento. No entanto, no caso brasileiro, além do fato da iniciativa ter vindo do Governo federal, características do tipo desenvolvimentista, como seletividade e

natureza gerencial, no momento da intervenção, permitiram ao Estado fechar laços com o setor privado.

Com o intuito de incrementar a produção e consumo do biocombustível, o Brasil e a Colômbia, por meio de seus programas, têm centrado as ações governamentais no fomento do desenvolvimento do biodiesel pela oferta de fontes de financiamento, e as ações dos grandes industriais em grandes inversões para o desenvolvimento de usinas para a transformação em biodiesel, como pode-se evidenciar com os resultados do indicador da taxa de ociosidade cada vez mais crescente em ambos países. Tudo isso com o apoio de setores acadêmicos que exploram o processo produtivo do biodiesel, seus custos e caracterizam os efeitos sociais e ambientais da utilização.

As políticas governamentais têm desempenhado um papel muito importante na influência dos preços e custos do biodiesel, tanto no Brasil quanto na Colômbia. As isenções e incentivos desenvolvem uma atratividade financeira na produção e comércio do biodiesel. Nesse sentido, a qualidade do produto torna-se um fator importante na produção, pelo que cada país tem adotado estratégias de desenvolvimento tecnológico e gerencial, com o intuito de melhorar a competitividade a partir das matérias-primas relevantes em cada país. Embora o Brasil tenha direcionado seu programa à produção de biodiesel, a partir de diversas matérias primas, continua predominando o óleo de soja e o sebo de boi. Entretanto, de acordo com o entrevistado da ANP, outras matérias-primas não convencionais, como as algas marinas e a macaúba, estão sendo avaliadas como possíveis matérias-primas promissórias para a produção do biocombustível. A Colômbia estreita sua produção de dendê, e, de acordo com o diretor técnico da Fedebiocombustibles, não têm previsão de utilizar outro tipo de matéria-prima para a produção de biodiesel, pois a cultura do dendê tem uma forte política agrícola, além de um forte posicionamento no país, que dificulta as perspectivas de utilizar outra cultura energética.

O mandato de mistura, em ambos os países, é um determinante na segurança da provisão de biodiesel na matriz energética, que tem refletido de forma direta no crescimento do setor como mostrou o indicador da participação no PIB em cada país. Mediante a normatividade, cada país incentiva e obriga o consumo do biocombustível. O aumento do teor de biodiesel tem crescido de maneira paulatina e fora das expectativas iniciais de cada programa.

Cada país tinha a perspectiva de um significativo avanço na percentagem de mistura, a qual se tem visto estancada ao longo do tempo, principalmente por divergências entre períodos governamentais, que no caso do Brasil, durante os governos de Lula da Silva (2003-2011), importantes leis que fortalecem a política foram aprovadas e, no caso da Colômbia, durante o governo de Alvaro Uribe (2002-2010). Depois desses períodos, a convergência é que, nos dois países, não houve ações governamentais destinadas a fortalecer o desenvolvimento da política no setor. E, em segundo lugar, apesar dos impactos gerados pela crise do petróleo, não foram apresentadas ações inovadoras que reflitam em promover o desenvolvimento sustentável de uma política séria voltada para a produção de recursos renováveis, como os biocombustíveis.

Particularmente, no caso da Colômbia, de acordo com a meta estabelecida no programa, e com o ato político 2629 de 2007, a mistura de 10% deveria ter sido implementada desde o ano 2010, e de 20% desde 2012. No entanto, essas metas de mistura não foram alcançadas. E no caso do Brasil, segundo entrevistado da ANP, esperava-se que o país atingisse os percentuais de mistura de 30%. Mas, como há interesses particulares que compõem as demandas de cada governo, em constante relações de força, o que acaba travando esse crescimento.

Grande parte de todo o setor de biodiesel no Brasil tem sido impulsionado pelo governo mediante iniciativas e controles que visam, principalmente, atingir os objetivos sociais e de qualidade do PNPB. Esse setor se compõe de processos de oferta, produção, mistura e distribuição, onde se apresenta a intervenção do governo na forma de como os agentes econômicos devem exercer as atividades em cada processo.

O programa de biodiesel tem incentivos e vantagens principalmente para os produtores que estiverem inseridos no programa, principalmente descontos em alguns impostos [...] a participação do governo forneceu incentivos e financiamento adequados para desenvolver novas tecnologias, a fim de alcançar uma economia sustentável (Entrevistado da ANP, 2018).

Em relação aos incentivos de incremento na produção de biodiesel, mediante a Lei 13.263 de 2016, é previsto o aumento progressivo da presença de biodiesel na matriz veicular brasileira em proporções de mistura com o óleo diesel mineral, que devem chegar a 15% após 2019, como pode ser observado na fala de um interlocutor da pesquisa:

O objetivo principal neste momento é aumentar a proporção do biodiesel, garantindo a qualidade da mistura, para atingir rapidamente o 15%, o que se converteu no principal objetivo do programa (Entrevistado da ANP, 2018).

Na Colômbia, segundo a Fedebiocombustibles, um dos fatores que beneficiou o desenvolvimento desta indústria foi a natureza obrigatória de seu consumo, já que o Governo nacional estabelece um percentual obrigatório para a mistura com combustíveis fósseis.

*Actualmente el promedio de mezcla obligatoria es del 10%, el sector le apuesta a que en el 2020 tengamos al menos una mezcla del 20%, tenemos la capacidad instalada tenemos la producción de aceite de palma* (Entrevistado da Fedebiocombustibles, 2017).

Em relação aos incentivos do setor, na Colômbia prevalece especialmente a dimensão econômica, que em contraste com Brasil, tem pouca visão para o setor social. Em termos da oferta, vários incentivos governamentais foram concedidos para a criação de plantas de produção de biodiesel. Atualmente, este setor está isento de impostos e algumas das terras onde as plantas de produção foram construídas foram declaradas zonas francas.

*El incentivo que el gobierno ofrece a los inversionistas es que dónde se monte una planta de biodiesel que genere 500 empleos directos, que inviertan 18 millones de dólares mínimo, se considerará para todos los efectos zona franca. Esto es una disminución del Impuesto de Renta del 36 al 15%. No se pagan aranceles para importación de equipos y otros incentivos sobre la inversión que dice que el 40% de las utilidades reinvertidas en el negocio, están exentas* (Entrevistado da Fedebiocombustibles, 2017).

O apoio governamental também visa a promover a exportação do biodiesel que, neste momento, de acordo com o diretor técnico da Fedebiocombustibles, está trabalhando para a exportação de biodiesel, melhorando os sistemas de competitividade e qualidade do produto. Os mercados são o Norte, Europa e alguns países Sul-americanos.

#### **5.4 A comparação**

Os programas de produção de biodiesel nos dois países, de modo geral, estabelecem objetivos similares relacionados, principalmente, com a redução da

dependência de combustíveis fósseis, o aumento da autossuficiência energética e a promoção da geração de emprego e renda, especificamente no campo.

No Quadro 12, são apresentados os objetivos dos programas de biodiesel no Brasil e na Colômbia.

**Quadro 12 – Comparação dos objetivos do programa nacional de biodiesel no Brasil e na Colômbia.**

Objetivo de enfoque do programa	Países	
	Brasil	Colômbia
Implantar um programa sustentável, promovendo inclusão social através da geração de renda e emprego.		
Garantir preços competitivos, qualidade e suprimento.		
Produzir o biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas, fortalecendo as potencialidades regionais para a produção de matéria prima.		
Posicionar o país como exportador de biodiesel a partir da consolidação dessa agroindústria como um setor de classe mundial.		
Diversificar a matriz energética do país através da produção eficiente, aproveitando as tecnologias atuais e futuras.		
Garantir um desempenho ambientalmente sustentável por meio da incorporação de variáveis ambientais na tomada de decisão da cadeia produtiva.		

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

O quadro 13 apresenta dados que permitem uma comparação dos resultados obtidos e das situações atuais dos programas de biodiesel nos dois países.

**Quadro 13 – Situação atual dos programas de biodiesel no Brasil e na Colômbia.**

Variável	Brasil	Colômbia
<b>Número de unidades indústrias</b>	48	12
<b>Capacidade Instalada anual de processamento (litros)</b>	7635,6 mil m <sup>3</sup> /ano	986 mil m <sup>3</sup> /ano
<b>Capacidade regional instalada (litros)</b>	Norte: 241,6 mil m <sup>3</sup> /ano	Norte: 421 mil m <sup>3</sup> /ano
	Nordeste: 455,4 mil m <sup>3</sup> /ano	
	Centro-Oeste: 3026,3 mil m <sup>3</sup> /ano	Oriente: 405 mil m <sup>3</sup> /ano
	Sudeste: 994 mil m <sup>3</sup> /ano	
	Sul: 2918,3 mil m <sup>3</sup> /ano	Centro: 160 mil m <sup>3</sup> /ano
<b>Produção de Biodiesel (litros) por ano</b>	4291,3 mil m <sup>3</sup> /ano	630 mil m <sup>3</sup> /ano
<b>Distribuição da produção regional de biodiesel (%)</b>	42,4 no Centro-oeste, 38,5 no Sul, 8,4 no Sudeste, 8,6 no Nordeste 2 no Norte	26 no Norte, 45 no Oriente, 27 no Centro. 2 No Sul
<b>Participação de culturas usadas como matéria-prima (%)</b>	75,4% óleo de soja, 20,1% sebo bovino, 1,3% óleo de algodão, 3,2% outros óleos	100% óleo de dendê,
<b>Unidades com Selo de Combustível Social</b>	37	Não se aplica
<b>Participação da Agricultura Familiar</b>	72.382	Não se aplica 4.200 pequenos produtores
<b>Promoção do Biodiesel</b>	Isenção tributária diferenciada; Selo "Combustível Social"; exclusão do Imposto sobre Produtos Industriais.	Isenção tributária a produção; créditos macios ao investimento; subsídios.
<b>Mistura do Biodiesel (%)</b>	10%	10%
<b>Subsídios do Biodiesel (US \$)</b>	6,3 bilhões	43,9 milhões
<b>Preço do Biodiesel por litro (US\$)</b>	0,8	1,07

Fonte: Elaboração própria, 2018.

No quadro 13, pode-se observar que, tanto o número de instalações, quanto a capacidade instalada, e produção total e por regiões de biodiesel, no Brasil é 7 vezes maior comparado com a Colômbia. Fato dado principalmente pela extensão territorial do país, e pela criação antecipada em aproximadamente três anos da política de produção e uso do biodiesel. Vislumbram-se nos dois países que, a capacidade e produção variam segundo a região do país, sendo característica a maior produção em regiões onde a produção de óleo de soja e dendê é predominante no Centro-Oeste e Sul no Brasil, e Oriente na Colômbia. Apesar da diversidade de culturas utilizadas como matéria-prima para a produção do biodiesel.

No caso brasileiro, de 48 unidades produtoras de biodiesel, 37 delas têm o selo de combustível social para o ano de 2017. Ou seja, o 77% das unidades produtoras adquirem a matéria-prima de agricultores familiares, seja individual ou em cooperativa. Segundo o MDA são 72.382 famílias fornecedoras de matéria-prima no âmbito do selo de combustível social. Onde o valor de aquisição da matéria prima representa o 33% de agricultores individuais e o 67% de agricultores em cooperativas. No que se refere à Colômbia, não se aplica a atribuição do SCS, política não inserida no seu programa de biodiesel. Porém, o 36% de empregos gerados pelo setor no Brasil são atribuídos à agricultura familiar, e, só um 4% de empregos gerados na Colômbia são procedentes do pequeno produtor.

Em relação à situação em termos de valor do biodiesel, na Colômbia o preço do biodiesel é 25% maior comparado com Brasil. Fato constatado pelos subsídios do biodiesel que o Brasil tem inserido na cadeia produtiva deste biocombustível.

A comparação no Quadro 14, será direcionada à produção de dendê como uma das matérias-primas de relevância na produção de biodiesel, pois é a principal matéria-prima na Colômbia, e uma das matérias-primas que fundamentou a criação do PNPB no Brasil.

**Quadro 14 – Comparação da pesquisa “in situ”.**

<b>Variável</b>	<b>Brasil</b>	<b>Colômbia</b>
<b>Local de produção</b>	Estado de Pará	Estado do Meta
<b>Área plantada (ha)</b>	130.000	221.090
<b>Incremento na área plantada período 2005-2015</b>	53.1%	76.8%
<b>Expansão</b>	Microrregião de Tomemaçu	21 Municípios o 75% do Estado
<b>Principais empresas</b>	Agropalma Biopalma Belém Bioenergia	Manuelita Aceites y energia Guaicaramo Aceites Morichal Extractora la Paz
<b>Relação produtor/empresa</b>	Acordo contratual de parceria	Parcerias produtivas
<b>Estrutura produtiva</b>	Agricultura familiar (1431 famílias) Mediano e Grande produtor	Pequeno produtor (participação insignificante) Grande e mediano produtor (244 dendeicultores)
<b>Visão da estrutura produtiva</b>	Incrementar o poder e a monopolização das empresas privadas. Garantir a seguridade dos plantios do pequeno produtor.	Incrementar o poder e a monopolização das empresas privadas.
<b>Culturas do produtor/agricultor familiar</b>	Cultivo de dendê junto com pimenta, maracujá, mandioca, pimentão, açai, coco, entre outras	Exclusivamente dendê e alguns criação de gado
<b>Tipo de mão de obra</b>	Familiar Assalariada Contratação sazonal	Assalariada Contratação sazonal
<b>Componente ambiental/ Uso da terra</b>	Delimita sua expansão em áreas de terras agrícolas degradadas.	Deu-se a instauração do dendê em bacias hidrográficas e algumas zonas de bosques tropicais e sistemas de floresta primária.
<b>Influência nas decisões do governo</b>	Estímulos e créditos Benefícios fiscais	Incentivos tributários e financeiros. Estimulo de produção e comercialização
<b>Comércio internacional</b>	Tratados comerciais com empresas estrangeiras	Tratados comerciais com empresas estrangeiras Expansão dos mercados de exportação

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

O cultivo de dendê é apoiado por uma política agrícola nas duas regiões dos países, onde predominam os créditos, subsídios e isenções fiscais para a safra e sua matriz energética - neste caso o biodiesel -, com base na demanda do mercado nacional e internacional e a disponibilidade de terras e recursos naturais. Esta agenda de política agrícola alcançou a significativa expansão do cultivo do dendê principalmente na Colômbia.

O interesse do governo colombiano por fomentar o cultivo de dendê está relacionado com dois motivos principais. O primeiro, é a preocupação global pela disponibilidade de energia. Por tanto, na última década tem sido um ponto importante na política do país, que optou por diversificar a matriz energética através dos bicomustíveis. O segundo motivo, se relaciona com o processo de articulação da Colômbia aos mercados internacionais, que começou nos finais do século XX, com os tratados de livre comércio com outros países, especialmente com os Estados Unidos.

No Pará, as estratégias estatais para a extensão do dendê estão ligadas com a política de biodiesel, sustentadas pelo Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) e a lei 11.097/2005. A ênfase foi dirigida a agricultores familiares na região Norte. Esta política social e econômica, em que a propagação do dendê depende em grande medida do cumprimento de agricultores familiares. Embora os agricultores com mais recursos estejam fazendo muito bem, o progresso de muitos outros é menos certo. Apesar disso, no transcurso do tempo o PNPB encontra dificuldades no seu desenvolvimento nesta região, pois, a pequena participação do dendê na indústria do biodiesel é um indício de falhas no programa. Em curto prazo, essa expansão da cultura, que antes era para suprir as necessidades energéticas, agora é mais importante em novos empreendimentos do segmento de alimentos e de óleo-químico.

Estratégias de desenvolvimento econômico visam à inclusão social, principalmente de pequenos produtores, sobretudo em comunidades com demandas sociais fortes. O que possibilita - entre aspas - a geração de emprego e renda no campo, tendo como fundamento o fato da importância dos países em promover políticas para o fortalecimento econômico e social da população rural.

Mas em países como a Colômbia, principalmente no estado do Meta, esta inclusão tem sido afetada pela criação de alianças entre empresas privadas e produtores, onde, na maioria dos casos, o pequeno produtor é influenciado de maneira negativa, gerando um conflito na aquisição da terra, e o grande e o mediano produtor

são beneficiados. Além do mais, além de enriquecer alguns, a pobreza não diminui, muito menos o desenvolvimento rural é encorajado. No Pará, de fato a inserção da agricultura familiar, através de parceria com empresas, facilita a apropriação de terras que não exige violência direta nem título de propriedade, mas o comando do uso da terra é da empresa por meio destes contratos.

Em relação ao componente ambiental, a política da Colômbia parte da premissa de que o biodiesel contribui para reduzir a poluição ambiental, mas é importante levar em conta os efeitos adversos do uso da terra quando as culturas energéticas são cultivadas. É preciso que se estabeleçam normativas que controlem a expansão agrícola em áreas vulneráveis do país. Transições e mudanças no uso da terra são observadas dentro do departamento de Meta ao longo do tempo, o que geralmente tem sido considerado uma questão ambiental local, implicando em repercussões no curso da água e na transformação direta de florestas primárias, savanas e pastagens nativas para dar lugar à expansão do dendezeiro e deslocamento da pecuária que leva ao desmatamento indireto em outros lugares.

No caso brasileiro, um dos maiores temores são os efeitos adversos que podem ter sobre a floresta amazônica paraense. Entretanto, a expansão do dendê que ocorrendo na Amazônia é pouca, além de que é proibida em áreas de terras agrícolas marginais ou degradadas fora das áreas de vegetação nativa intacta, áreas de conservação e reservas para quilombolas retirados e grupos indígenas. Uma expansão significativa da fronteira agrícola significaria um prejuízo para a floresta amazônica e para as terras de populações nativas. Sem embargo de acordo a quantidade de terras aptas para o cultivo de dendê, este representa somente 37% do total.

No Quadro 15, são apresentados os principais problemas, conflitos, gerados pela implantação do Programa nos dois países.

**Quadro 15 – Problemas e conflitos pela implantação do programa no Brasil e na Colômbia.**

<b>Problema/Conflito</b>	<b>Brasil</b>	<b>Colômbia</b>
<b>Social</b>	Concentração fundiária	Concentração fundiária
	Perda de terras para a produção de alimentos	Perda de terras para produção de alimentos
	Perda da produtividade do agricultor familiar	
	Transformação do agricultor familiar em trabalhadores para o capital	Transformação do pequeno produtor em trabalhadores para o capital
		Expulsão violenta dos Pequenos produtores
		Migração da população
<b>Ambiental</b>	Perda da autonomia dos agricultores	Perda da autonomia dos agricultores
	Expansão da fronteira agrícola	Expansão da fronteira agrícola
		Desmatamento
		Impacto nos recursos hídricos e na biodiversidade

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise global da pesquisa indica que a evolução dos programas do biodiesel no Brasil e na Colômbia, desde sua implantação até o presente, foi semelhante e convergente. Em primeiro lugar, nos dois casos, foram políticas implementadas com uma visão estratégica de longo prazo, embora expostas às tendências do mercado e à flutuação dos interesses entre o setor privado e os governos nacionais. Em segundo lugar, também emerge da pesquisa que ambos os programas foram adaptados gradualmente, com vista a salvaguardar a independência energética nacional e, paralelamente, expandir a produção e o consumo do biodiesel em seus territórios por motivos sociais, ambientais e econômicos. Os dois programas priorizam o mercado interno, com vistas à produção de cultivos alternativos em áreas rurais, no caso do Brasil, como uma via de desenvolvimento para as populações pobres que nelas habitam. Assim, se registra uma tendência à ampliação das áreas de plantio e à intensificação da produção.

A pesquisa mostra, também, que um dos principais diferenciais entre os programas é o uso das matérias-primas para a produção do biocombustível pois, como descrito ao longo do texto, o Brasil utiliza uma maior diversidade de matérias-primas e valoriza a utilização de subprodutos e resíduos como no caso do óleo de soja, óleo de algodão e gordura bovina, embora involuntariamente, em grande consonância com os modernos conceitos da Economia Circular. Na Colômbia, predomina uma única matéria prima, a palma.

Com a introdução dos programas de biodiesel, logrou-se fomentar o setor em ambos os países. O Brasil possui um programa definido com o firme objetivo de promover a inserção social, com a possibilidade do aumento da renda e emprego dos pequenos agricultores e do incentivo à pluriatividade agrícola. Na Colômbia, o objetivo social das diretrizes do programa visa desenvolver o território rural, assim como no Brasil, gerando emprego e renda no campo.

Com a utilização da análise bivariada, foram identificados indicadores com correlações de acordo à natureza das suas dimensões: econômica, social e ambiental, a partir da produção de biodiesel. Assim, a relação de cada uma das variáveis mostra, na sua maioria, uma forte correlação, que explica os efeitos positivos que a produção do biodiesel tem sobre a redução de emissões de CO<sub>2</sub>, a geração de emprego e renda, no IDH, nas reduções nas importações, na capacidade instalada e na participação no

PIB. Fazendo uma conexão com os indicadores e comprovando as modificações nos valores ao longo do período 2009-2017. Os gráficos de correlação proporcionaram uma avaliação visual, como parte da análise estatística, e permitiram observar de forma individual, bem como conjunta, o comportamento e tendência dos dados. O uso da mistura de biodiesel ao diesel permitiu que tanto o Brasil quanto a Colômbia reduzissem as emissões de GEE com efeitos positivos sobre o clima e a saúde pública. Os indicadores apontam para geração de renda na fase agrícola e sistemático aumento de emprego com aumento da produção de biodiesel, o que permite inferir melhoria para condições da agricultura familiar no Brasil e pequenos produtores na Colômbia. Ressalta-se, então que o programa brasileiro e o programa colombiano, permitem expor, que a traves da alternativa energética como é o biodiesel, é possível contribuir no aumento da participação de energia renovável na matriz energética nacional e global, como o estabelecido na meta 7.2 do ODS 7.

De acordo com especialistas do setor, e com a recopilação de informação documental, os programas de biodiesel, tanto no Brasil bem como na Colômbia, apresentam oportunidades e fortalezas importantes para o desenvolvimento e posicionamento do setor em nível nacional, tais como o apoio governamental, a capacidade instalada para a produção, o fortalecimento da economia rural, diversidade de matérias-primas e valorização de resíduos e subprodutos, principalmente no Brasil, a quantidade de terra disponível para cultivo, e a tecnologia *matura*. Mas, também, apresenta ameaças e debilidades, tais como, a diminuição dos preços do petróleo, a concorrência com o óleo diesel, a interferência da produção agrícola no equilíbrio ambiental e a concorrência da produção de biodiesel com mercados já estabelecidos, que têm que se afrontar mediante a criação de estratégias que viabilizem o setor.

Pese aos resultados positivos dos indicadores de geração de emprego e renda pela produção de biodiesel, confrontando com a pesquisa *in situ* à sustentabilidade social do programa de biodiesel na Colômbia não acompanha esses resultados, quando é produzido a partir de óleo de dendê. Pois, na região de estudo, se cria um território de concentração e centralização de terras por parte das empresas e do grande produtor, reforçando que a estrutura agrária continua desigual. Porém, as políticas agrárias propostas para a produção de dendê na região, concebem o campo como um espaço econômico, que abandona a unidade produtiva camponesa, e forma-se um campo sem camponeses, posto que estes se metamorfoseiam, paulatinamente,

em trabalhadores para o capital. No Pará de acordo ao campo a unidade familiar continua junto com a produção de dendê, gerando na maioria dos casos renda fixa ao agricultor familiar. As unidades familiares associadas aos projetos de agricultura familiar de dendê não perdem a propriedade jurídica da terra, e as pessoas tampouco se tornam assalariadas das empresas. Em suma, continuam proprietárias da terra como meio de produção e força produtiva. Porém, quem determina e comanda os usos dessa terra são as empresas, em que a terra, por meio destes contratos entre partes “juridicamente iguais” vive em comum acordo.

A luz dos problemas e conflitos pela implantação dos programas nos dois países num contexto local evidenciado na pesquisa “*In Situ*”, o maior desafio enfrentado pelo programa de biodiesel, se encontra na fase agrícola, que pode comprometer a sustentabilidade social dos programas. Onde no caso brasileiro, se observou que a integração do dendê com a agricultura familiar resulta em relações sociais e econômicas assimétricas que provocaram a subordinação da produção, o endividamento e a especialização agrícola. Pois, a cultura do dendê se tornou a principal atividade, que também produz uma diminuição e abandono da produção de outras culturas principalmente as alimentares, porque o agricultor familiar já não sente a necessidade de cultivar e vender, enquanto a produção de dendê proporciona uma renda maior. Além de um mero aumento de renda também está em jogo o tempo no trabalho no dendezal que afasta os produtores das culturas alimentares. No caso colombiano, se evidencia o deslocamento do pequeno produtor do seu território, perde o direito de propriedade, e se converte num trabalhador para a empresa, assim, seu papel na cadeia de produção do dendê é a de ser inserido como um empregado ou como um aliado dos grandes produtores. Da mesma maneira que no caso brasileiro, com a expansão do dendê, os pequenos produtores diminuem ou deixam de produzir culturas alimentares e a possibilidade de decidir sobre o que querem cultivar, ao ponto de não ter produção necessária para o sustento próprio e da região.

Observa-se uma série de riscos ambientais que, inevitavelmente, acarretam degradação dos recursos naturais, com impactos principalmente na poluição da água e intensificação da atividade agrícola. Esses riscos podem ser reduzidos com um planejamento responsável do país para incluir a dinâmica dos territórios e seus ecossistemas. Como grande fator de contribuição para a sustentabilidade ambiental do biodiesel destaca-se a oportunidade de redução das emissões de GEE como o evidencia o indicador de GEE evitados. À medida que se promova a substituição do

óleo diesel pelo biodiesel produzido nos países. Embora no processo produtivo de cultivos como o dendê para a produção de óleo para biodiesel, se apresentem conflitos ambientais como o observado no campo, em torno ao rápido processo da expansão da fronteira agrícola a partir da substituição de culturas de ciclo curto, o desmatamento de áreas florestais e a colonização de ecossistemas de savana; além, da transformação e fragmentação dos ecossistemas e os problemas na quantidade e qualidade da água; enfraquecem esse potencial de redução de GEE que apresenta o biocombustível.

A indústria de biodiesel, nos dois países, como observado em campo, demonstra que estão direcionados ao cumprimento dos objetivos com que os programas foram criados, aplicando novas tecnologias para melhorar a eficiência do processo e a qualidade do produto, realizando programas de gestão social que incluam ao agricultor familiar e ao pequeno produtor, e elaborando tecnologias e programas que permitam reduzir os impactos industriais no meio ambiente. Na observação dessas duas empresas analisadas, pode se dizer que são empresas que já atuam fortemente no setor e que tem grandes possibilidades de crescimento e inovação.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R.; MAGALHÃES, R. **The Access of Family Farmers to Biodiesel Markets: partnerships Between Big Companies and Social Movements**. IIED, London, 2008.
- ACHEAMPONG, M.; CANSU, F.; KAPPLER, B.; NEUBAUER, P. In: **Pursuit of Sustainable Development Goal (SDG) number 7: Will biofuels be reliable?**, (7), 2016.
- ÁLVAREZ, P. **Mercado de tierras en Colombia: ¿Acaparamiento o seguridad alimentaria? Primera edición**. Bogotá. 40 p, 2012.
- ÁLVAREZ, P. **El acaparamiento, extranjerización de tierras y el modelo agroindustrial de la Orinoquía: Acaparamiento de tierras, fenómeno mundial con presencia en Colombia**. Revista SEMILLAS, 2015.
- ALVES, V.; FIOROTTI, A.; TOLENTINO, L.; CAROLINO, J. **Um panorama do biodiesel no Brasil e no mundo: Esforços para a ampliação do setor e desafios, Congresso Energia**. Disponível em: <http://www.congressoenergia.com.br>, 2015.
- AMAYA, A. **Análise das Potencialidades e Barreiras Referentes ao Desenvolvimento e à Implantação do Biodiesel a Partir de Óleo de Palma na Colômbia, 2009**. Disponível em: <Http://Www.Teses.Usp.Br/Teses/Disponiveis/86/86131/Tde-15092010-142637/Pt-Br.Php>. Acesso em: 12 de abril 2017.
- ANDRADE, R. **Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e os desafios da nação**. Técnica de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Sociais (Disoc) do Ipea, 2017. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/180413\\_desafios\\_da\\_nacao\\_artigos\\_vol2\\_cap35.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/180413_desafios_da_nacao_artigos_vol2_cap35.pdf)
- ANEC. **Agência Nacional de Estatísticas, 2015**. Disponível em: <http://www.anec.com.br/pt-br/servicos/estatisticas>. Acesso em: 12 de julho 2018.
- ANP. **Agência Nacional de Petróleo e Gás**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>, 2017.
- APROBIO. **Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil, 2016**. Disponível em: <https://aprobio.com.br/categoria/noticias-do-mercado/>. Acesso em: 20 junho 2018.
- AQUINO, S. **Estratégias empresariais e efeitos locais: a integração de pequenos agricultores à indústria fabricante de papel e celulose** ». Revista Ideas especial, p.158-197, 2013.
- ASNER, G.; ELMORE, A.; OLANDER, L.; MARTIN, R.; HARRIS, A. **Grazing systems, ecosystem responses and global change**. Annual Review of Environmental and Resources. v. 29. p. 261-299, 2004.
- BACKHOUSE, M. **Green grabbing — the case of palm oil expansion in so-called degraded areas in the eastern Brazilian Amazon**. In: Dietz, K., Engels, B., Pye, O., Brunnengräber, A. (Eds.), *The Political Ecology of Agrofuels*. Routledge, Abingdon, p. 167–185, 2015.
- BNDES - **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social**. Formação do mercado de biodiesel no Brasil. BNDES setorial. Rio de Janeiro, 2007.

- BANCO MUNDIAL. **Producto Interno Bruto – PIB, 2016**. Disponível em: <https://datos.bancomundial.org/>. Acesso em 23 de Novembro 2017.
- BECKER, B. **Recuperação de áreas desflorestadas da Amazônia: será pertinente o cultivo da Palma de Óleo (dendê)**,2010. Disponível em: <http://journals.openedition.org/>. Acesso 25 de setembro 2018.
- BENASSULY, M. **O uso agrícola do território e a integração da agricultura familiar no agronegócio do biodiesel de dendê-baixo Tocantins (PA)**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, 2016.
- BERTZKY, M; KAPOS, V; SCHARLEMANN, J. **Indirect Land Use Change from biofuel production: implications for biodiversity**. Joint Nature Coservation Committee. p. 1-31, 2011.
- BICALHO, T.; BESSOU, C.; PACCA, S. **Land use change within EU sustainability criteria for biofuels: The case of oil palm expansion in the Brazilian Amazon**. v. 89. p. 588-597, 2016.
- BIODIESELBR. **Usinas de biodiesel adquiriram R\$ 4 bi da agricultura familiar em 2015**. Disponível em: [www.biodieselbr.com.br](http://www.biodieselbr.com.br). Acesso em: 29 de Junho 2016.
- BRITO, J. **Agronegócio do dendê na Amazônia paraense: Análise da microrregião de Tomé-Açu**. SINGA, 2017.
- CARVALHO, A.; NAHUM, J. **Período do Dendê na Amazônia Paraense**. In: (org) NAHUM, J. S. Dendeicultura e dinâmicas territoriais do espaço agrário na Amazônia Paraense. Belém: GAPTA/UFPA, 2014.
- CASTIBLANCO, C.; HORTÚA, S. **El paradigma energético de los biocombustibles y sus implicaciones: panorama mundial y el caso Colombiano**. Disponível em: <http://www.bdigital.unal.edu.co/33806/1/33718-151111-1-PB.pdf>, 2012.
- CASTIBLANCO, C.; ETTER, A.; AIDE, T. **Oil palm plantations in Colombia: A model of future expansion**. *Environ Sci Policy*. August). p.172–83, 2013.
- CASTIBLANCO, C.; ETTER, A.; RAMIREZ, A. **Impacts of oil palm expansion in Colombia: What do socioeconomic indicators show?**, *Land use polic*, v. 44, p. 31–43, 2015.
- CASTRO, A. M.; VALE LIMA, S.; VELOSO, J. **O complexo agroindustrial do biodiesel no Brasil: competitividade das cadeias produtivas de matérias-primas**. Brasília: Embrapa, 2010.
- CEBALLOS, M. **El desplazamiento forzado en Colombia y su ardua reparación**. Universidad EAFIT (Medellín). p.1-20, 2013.
- CESAR, A.; OTAVIO, M.; BATALHA, B. **Brazilian biodiesel: The case of the palm’s social projects**. *Energy Policy*. v.56. p. 165-174, 2013.
- CHANG, W.; JIANGHWANG, J.; WU, W. **Environmental impact and sustainability study on biofuels for transportation applications**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. v. 67. p. 277-288, 2017.

- CHANTHAWONG, A.; DHAKAL, S. **Stakeholders perceptions on challenges and opportunities for biodiesel and bioethanol policy development in Thailand.** v. 91. p.189-206, 2016.
- CHEN, H.; ZHANG, Y. P. **New biorefineries and sustainable agriculture : Increased food , biofuels , and ecosystem security.** v. 47. p. 117-132, 2015.
- CLAVIJO, O. **Estructura de incentivos en el sector palmicultor colombiano: potencialidades y limitantes del cambio técnico.** Bogotá (Colombia). UNAL-IDEA, 2016.
- COBULOGLU. H.; BUYUKTAHTAKIN, E. **Food vs. biofuel: An optimization approach to the spatio-temporal analysis of land-use competition and environmental impacts.** *Applied Energy.* v.140. p. 418-434, 2015.
- CONAB. **Companhia nacional de abastecimento, 2015.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso 15 de maio 2018.
- CUELLAR, M. **Impacto del Programa de Biodiésel en el mercado del aceite de palma en Colombia, 2010.** Disponível em: <http://www.usergioarboleda.edu.co/civilizar/economia/edicion-5/N.5%20ART.4.pdf>. Acesso em 24 de setembro 2017.
- DANE. COLOMBIA. **Necesidades Básicas Insatisfechas – NBI, 2016.** Disponível em: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticassociales>. Acesso em: 12 junho 2018.
- DA-SILVA, E.; NAVGANTES-ALVES, L. **A ocupação do espaço pela dendecultura e seus efeitos na produção agrícola familiar na Amazônia oriental.** *Confins*, 2017. Disponível em: <http://confins.revues.org/11843>. Acesso em 13 de setembro 2018.
- DEMIRBAS, A. **Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections.** *Energy Conversion and Management.* v.49. p. 2106–2116, 2008.
- DEMIRBAS, A. **Política, econômica e ambiental impactos de biofuels: A review.** *Applied Energy.* v. 86. p. 108-117, 2009.
- DIAS, M.P. **Sustainable future for Biodiesel in Brazil: perspectives for 2030.** Tese de doutorado em Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, 2016.
- DIAS, M. A.; HADDAD, A.; VIANNA, J.A. **Pathway to Energy and Food Security with Biodiesel.** *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment*, 2016.
- DOMINGOS, A.; SILVEIRA, M.; FERREIRA, L.; BORENSTEIN, D. **The Emergence of the Biodiesel Industry in Brazil: Current Figures and Future Prospects.** *Energy Policy*, v. 44. p. 395-405, 2012.
- DUFÉY, A; STANGE, D. **Estudio regional sobre la economía de los biocombustibles en 2010: temas clave para los países de América Latina y el Caribe.** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2010.
- EMBRAPA. **Zoneamento Agroecológico do Dendeczeiro para as Áreas desmatadas da Amazônia Legal.** Rio de Janeiro, 2010.

- ENCINAR, J.; GONZALEZ, J.; RODRIGUEZ, J.; TEJEDOR, A. **A biodiesel fuels from vegetable oils: transesterification of *Cynara cardunculus***. Oils with etanol. Energy and Fuel. v. 16. p. 443-450, 2002.
- EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de expansão de energia, 2017**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-pde>.
- FEDEBIOCOMBUSTIBLES (2015). **Cifras informativas del sector de biocombustibles – Biodiesel**. Disponível em: <http://www.fedebiocombustibles.com/nota-web-id-488.htm>. Acesso em: 20 de abril 2018.
- FEDEBIOCOMBUSTIBLES (2017). **Cifras informativas del sector de biocombustibles – Biodiesel**. Disponível em: <http://www.fedebiocombustibles.com/nota-web-id-488.htm>. Acesso em: 20 de abril 2018.
- FEDEPALMA. **Desempeño del sector palmero colombiano, 2015**. Disponível em: [http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/18072016\\_Desempen%CC%83o\\_sector\\_2015\\_2015.pdf](http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/18072016_Desempen%CC%83o_sector_2015_2015.pdf). Acesso em: 20 de abril 2018.
- FEDEPALMA. **Anuario estadístico 2015: Principales cifras de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia**. Bogotá, 2016.
- FEDEPALMA. **Desempeño del sector palmero colombiano, 2017**. Disponível em: [http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/18072016\\_Desempen%CC%83o\\_sector\\_2015\\_2017.pdf](http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/18072016_Desempen%CC%83o_sector_2015_2017.pdf). Acesso em: 20 de abril 2018.
- FGV. Fundação Getúlio Vargas. **O biodiesel e sua contribuição ao desenvolvimento brasileiro**. Ubrabio – União Brasileira do Biodiesel, p. 2-36, 2016.
- FOLEY ET AL. **Global Consequences of Land Use**. American Association for the Advancement of Science. p.1-6, 2005.
- GARCÍA, H.; CALDERÓN, L. **Evaluación de la política de Biocombustibles en Colombia**. Outubro, 2012. Disponível em: <http://www.fedesarrollo.org.co>. Acesso em: 08 de abril 2017.
- GARCIA, E. **La producción de palma aceitera y los peligros para la biodiversidad en el Meta, 2013**. Disponível em: <https://es.slideshare.net/EmilyKalvin/la-produccion-de-palma-aceitera-y-los-peligros-para-la-biodiversidad-en-el-meta-egg>. Acesso em: 18 de julho 2018.
- GASPARATOS, A.; STROMBERG, P.; TAKEUCHI, K. **Biofuels, ecosystem services and human wellbeing: putting biofuels in the ecosystem services narrative**. Agriculture, Ecosystems and Environment. v. 142, p. 111–128, 2011.
- GERMAN, L.; SCHONEVELD, G.; PACHECO, P. **The Social and Environmental Impacts of Biofuel Feedstock Cultivation: Evidence from Multi-Site Research in the Forest Frontier**. Resilience Alliance. p.1-9, 2011.
- GLASS, G. **O relatório, Expansão do dendê na Amazônia brasileira: elementos para uma análise dos impactos sobre a agricultura familiar no nordeste do Pará**. Centro de Monitoramento de Agrocombustíveis da ONG Repórter Brasil, 2013.
- GONZÁLEZ-CÁRDENAS, A. **La agroindustria de la palma de aceite en América**. Palmas, 37(Especial Tomo II), p. 215-228, 2016.

- GONZALEZ, M.; VENTURINI, M.; POGANIETZ, W.; FINKENRATH, M.; REGIS, M. **Combining an accelerated deployment of bioenergy and land use strategies.** Review and insights for a post-conflict scenario in Colombia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. v. 73. p. 159-177, 2017.
- GUACCIARDI, C.; VIANNA, J. **Brazilian Biodiesel Policy: Social and Environmental Considerations of Sustainability.** *Energy*, 34 (5),645-654, 2009.
- HASAN, M.; RAHMAN, M. **Performance and emission characteristics of biodiesel – diesel blend and environmental and economic impacts of biodiesel production : A review**, v. 74. p. 938-948, 2017.
- HOMMA, A. et al. **Integração grande empresa e pequenos produtores de dendezeiro: o caso da comunidade Arauaí, município de Moju, Pará.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 40p, 2014.
- HORTÚA S. **Representaciones discursivas sobre la palma de aceite en Colombia: 2002-2012. Análisis crítico del discurso ACD desde una perspectiva ambiental.** IDEA-UNAL, 2016.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de julho 2018.
- IDEAM. **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.** Monitoreo de bosques y recursos forestales, 2017. Disponível em: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/bosques-recurso-forestal>. Acesso em: 15 de junho 2018.
- IGAC. **Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Geografía y Cartografía, 2018.** Disponível em: <https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/subdireccion-de-geografia-y-cartografia>. Acesso em: 12 de Outubro 2018.
- INPE. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2018.** Disponível em: [http://www.inpe.br/dados\\_abertos/](http://www.inpe.br/dados_abertos/). Acesso em: 25 de setembro 2018.
- IPEA. **Biocombustíveis no Brasil: Etanol e Biodiesel.** Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Brasília, 2010.
- IRENA. **International Renewable Energy Agency. Renewable Energy and Jobs. Annual Review.** p. 1-16, 2015.
- ISOLANI, K.; TONIN, J. **Produção de biodiesel no Brasil com o advento do Selo Combustível Social e os impactos na agricultura familiar,** *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 28, p. 157-171, 2013.
- JAVIER, L. **Fossil fuel depletion and socio-economic scenarios : An integrated approach,** 77, 2014.
- KNOTHE, G.; RAZON, L. F. **Biodiesel fuels.** V. 58, p. 36-59, 2017.
- KOÇAR, G.; CIVA, N. **An overview of biofuels from energy crops : Current status and future prospects.** v. 28. p. 900-916, 2013.
- KOIZUMI, T. **Biofuels and food security.** v. 52. p. 829-841, 2015.

- LASSO et al. **Biodiversidad de la cuenca del Orinoco**: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, 2010.
- LOMBANA, J.; VEGA, J.; HERRERA, S.; BRITTON, E. **Análisis del sector biodiesel en Colombia y su cadena de suministro**. Ed. Universidad del Norte, Barranquilla (Colombia), 2015.
- MAPA - **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2015.
- MATA, T.; CAETANO, N.; COSTA, C.; SIKDAR, S.; MARTINS, A. **Sustainability analysis of biofuels through the supply chain using indicators**. v. 3. p. 53-60, 2013.
- MDA. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Portaria nº 81, de 26 de novembro de 2014. **Dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos à concessão, manutenção e uso do Selo Combustível Social**. **Diário Oficial da União**. Poder Executivo, Brasília, DF, 10 de setembro de 2012, seção 1, nº 175, p. 63, 2014.
- MINAGRICULTURA. **Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural**, 2016. Disponível em: <https://www.minagricultura.gov.co/Paginas/default.aspx>. Acesso 12 de julho 2018.
- MIRANDA, H.; CARMO, E. **Agro E Biocombustíveis: o Cenário Brasileiro Atual e as Perspectivas Futuras**. Universidade Federal de Viçosa, 2009 Disponível em: [www.Uff.Br/.../Helisson%20de%20paiva%20mir](http://www.Uff.Br/.../Helisson%20de%20paiva%20mir). Acesso em: 08 de novembro 2016.
- MME - **Ministerio de Minas y Energía. Biocombustibles en Colombia**. 2017. Disponível Em: [Http://Www.Upme.Gov.Co/Docs/Biocombustibles\\_Colombia.Pdf](http://Www.Upme.Gov.Co/Docs/Biocombustibles_Colombia.Pdf). Acesso em: 14 de maio 2018.
- MOFIJUR, M.; ATABANI, A.; MASJUKI, H.; KALAM, M.; MASUM, B. **A study on the effects of promising edible and non-edible biodiesel feedstocks on engine performance and emissions production: A comparative evaluation**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, p. 391-404, 2013.
- MOLANO, A. Informes sobre Palma en Colombia. **El Espectador Viaje a la frontera con Venezuela Paramilitarismo y palma en el Catatumbo**. Bogotá: Espectador, 2012.
- MONTEIRO, C.; SILVEIRA, S.; LÈBRE, E.; YULWAMA, A. **Deforested and degraded land available for the expansion of palm oil for biodiesel in the state of Pará in the Brazilian Amazon**. v. 44. p. 867-876, 2015.
- MORONE, P.; COTTONI, L. **Biofuels: Technology, economics and policy issues**. *Unitelma*. p. 1-23, 2016.
- NAHUM, S; MALCHER A. T. C. **Dinâmicas territoriais do espaço agrário na Amazônia: a dendeicultura na microrregião de Tomé-Açu (PA)**, 2012, Disponível em: <http://confins.revues.org/7947>>. Acessado em: 12 de Junho 2018.
- NAHUM, S.; SANTOS, C. **A dendeicultura na Amazônia paraense. Geosp – Espaço e Tempo (Online)**. v. 20. p. 281-294, 2016.
- NAHUM, S.; SANTOS, C. **Agricultura familiar e dendeicultura no município de Moju, na Amazônia paraense**. *Revista Colombiana de Geografía*. v. 27. p. 50-66, 2018.
- NASCIMENTO, P.; ANDRÉ, P.; ARAUJO, E.; GUIMARÃES, C.; CAVALCANTE, J.; PEREZ, L. **Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à**

**implantação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte.** Instituto de saúde e sustentabilidade, p. 1-96, 2015.

NOGUEIRA, L. **“Does Biodiesel Make Sense ?”**Energy,v. 36(6), p. 3659–3666, 2011.

NOHLEN, D. et al. **Diccionario de ciencia política: teorías, métodos, conceptos.** México. Ed. Porrúa México and El Colegio Veracruz, v. 2, p. 785-1529, 2006.

O’CONNOR, D. et al. **Universality, integration, and policy coherence for sustainable development: early SDG implementation in selected OECD countries.** Washington: World Resources Institute, 2016.

OECD-FAO. **Agricultural Outlook 2015.** Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2015-en](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-en). Acesso em: 12 Julho 2018.

OECD.**The Cost of Air Pollution: Health Impacts of Road Transport,** OECD Publishing, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264210448-en>, 2014. Acesso 15 de Janeiro 2017.

OIL WORLD. **Oil World Statistic Update: 2017.** Germany, 2017.

OLMOS, A. **Conflictos ambientales asociados al aprovisionamiento y regulación hídrica, generados por la expansión de cultivos de palma africana. Zona Oriental Colombiana.** Bogotá (Colombia). UNAL-IDEA. p. 5-149, 2014.

PADULA, D; SILVEIRA, M; FERREIRA, L; BORENSTEIN, D. **The emergence of the biodiesel industry in Brazil: Current figures and future prospects.** Energy policy. v. 44. p. 395-405, 2012.

PARDO, L.; LAURANCE, W.; CLEMENTS, G.; EDWARDS W. **The impacts of oil palm agriculture on Colombia’s biodiversity: what we know and still need to know.** Tropical Conservation Science. v. 8. p. 828-845, 2015.

PEDROTI, P. **Os desafios do desenvolvimento e da inclusão social: o caso do arranjo político – institucional do programa nacional de produção e uso do biodiesel.** Brasília: Rio de Janeiro. IPEA, 2013.

PEREIRA, S.; BARBOSA, S.; ASSUNÇÃO, L. **Monocultivos de dendezeiros, capital transnacional e concentração de terras na Amazônia paraense.** Revista de geografia agrária. Edição especial. p. 165-195, 2016.

PETERS, J.; THIELMANN, S. **Promoting biofuels: Implications for developing countries.** v. 36. p. 1538–1544, 2008.

PNUD, **Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável,** 2016. Disponível em: <http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/ods.html>.

PONCE, H. **La matriz FODA: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones.** Escuela Superior de Comercio y Administración, 2007.

POPP, J.; LAKNER, Z.; HARANGI-RÁKOS, M.; FÁRI, M. **The effect of bioenergy expansion: Food, energy, and environment.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, p. 559-578, 2014.

- POTTER, L. **Managing oil palm landscapes. A seven-country of the modern palm oil industry in Southeast Asia, Latin America and West Africa.** Bogor, Indonesia: CIFOR, p. 122, 2015.
- RAGIN, C. **Introduction to qualitative comparative analysis. The comparative political economy of the welfare state.** v. 299. p.300-309, 1994.
- RAPIAU, J. **La culture du palmier à huile, facteur de transformation des systèmes agricoles familiaux en Amazonie orientale: cas de la Microrégion de Tomé-Açu, premier pôle de production dans l'état du Pará, Brésil.** Dissertação de Mestrado, 2013.
- RATHMANN, R.; SZKLO, A.; SCHAEFFER, R. **Land use competition for production of food and liquid biofuels: An analysis of the arguments in the current debate.** Renewable Energy. p.14-22, 2010.
- REN 21. **Renewables Energy Policy Network for the 21<sup>st</sup>, Century Global Status Report – Paris, 2016.** Disponível em: <http://www.ren21.net>. Acesso 20 de março 2017.
- RICO, J.; SAUER, I. A. **Review Of Brazilian Biodiesel Experiences.** Renew Sustain Energy Rev. Elsevier. V. 45. p. 513–29, 2015.
- RINCÓN, L.; VALENCIA, M.; HERNÁNDEZ, V.; MATAALLANA, L.; CARDONA, C. **Optimization of the Colombian biodiesel supply chain from oil palm crop based on techno-economical and environmental criteria.** Energy Economics. v. 47. p. 154–167, 2014.
- ROEHE, G.; POHLMANN, C.; CIRNE, A.; SILVEIRA, M.; BOTTI, C.; AZEVEDO, D. **Prospective scenarios for the biodiesel chain of a Brazilian state,** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 14(4), p.1263-1272, 2009.
- ROJAS, J. **Transformaciones ambientales generadas por la expansión del cultivo de palma de aceite (Elaeis guineensis) en el departamento del Meta.** Bogotá (Colombia). UNAL-IDEA, 2016.
- RUEDA, A.; AHUMADA, M. **De la ficción Energética a la realidad de un negocio: Biodiésel de palma colombiano.** Bogotá: FEDEPALMA, 2013.
- SABOGAL, C. **Análisis espacial de la Correlação entre cultivo de palma de aceite y desplazamiento forzado en Colombia. Cuadernos de Economía.** v. 32. p. 683-718, 2013.
- SACHS, I. **A revolução energética do século XXI.** Estudos Avançados, p. 21 -38. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a03v2159.pdf>, 2007.
- SADEGHINEZHAD, E.; KAZI, S.; BADARUDIN, A., OON, S.; ZUBIR, M.; MOHAMMADMEHRALI. **A comprehensive review of bio-diesel as alternative fuel for compression ignition engines.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, p. 410-424, 2013.
- SALGADO, C. **Procesos de desvalorización Del campesinado y antidemocracia en el campo colombiano.** Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana. p.15-30, 2011.
- SALINAS, Y. **Expansión de La palma de aceite en Colombia.** En: Grupo semillas. La Colombia de los agrocombustibles. Bogotá. Afro Editores e Impresores Ltda, 2010.

- SAYER, J.; GHAZOUL, J.; NELSON, P.; KLINTUNI, A. **Oil palm expansion transforms tropical landscapes and livelihoods**. *Global Food Security*, p. 114-119, 2012.
- SERRANO, M. **Cultivo de palma africana redujo el 90% de aves en el Piedemonte llanero**. UNIMEDIOS, 2017. Disponível em: <http://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/cultivo-de-palma-africana-redujo-el-90-de-aves-en-el-piedemonte-llanero-1/>. Acesso em: 15 de julho 2018.
- SIGLO, P. E. L. **Energías renovables 2016 reporte de la situación mundial**, 2016.
- SILVA, J. **Avaliação do programa Nacional de produção e uso do biodiesel no Brasil–PNPB**, Revista Política Agrícola. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/763>, p. 18–31, 2013.
- SU, Y.; ZHANG, P.; SU, Y. **An overview of biofuels policies and industrialization in the major biofuel producing countries**, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.50, p. 991-1003, 2015.
- STATTMAN, S.; MOL, A. **Social sustainability of Brazilian biodiesel: The role of agricultural cooperatives**, *Geoforum*, v. 54, p. 282-294, 2014.
- TAMARIS-TURIZO, D.; LÓPEZ-ARÉVALO, H.; ROMERO, N. **Efecto de la estructura del cultivo de palma de aceite *Elaeis guineensis* (Arecaceae) sobre la diversidad de aves en un paisaje de la Orinoquía colombiana**. UNAL-Biología. p. 10-112, 2017.
- UNEP. **The emissions gap report - executive summary**, 2009. Disponível em: <http://uneplive.unep.org/theme/index/13-indcs>. Acesso 21 de setembro 2018.
- UNSAM. **Sostenibilidad de biocombustibles indicadores GBEP: un análisis de su relevancia y aplicabilidad en Argentina**. Centro de iDeAS –Buenos Aires, 2012.
- UPRA. **Unidad de Planificación Rural Agropecuaria** (2018). Departamento del Meta. Disponível em: <https://sites.google.com/a/upra.gov.co/presentaciones-upra/departamental/meta>. Acesso 12 de Junho 2018.
- VALENCIA, M. **O território do Desenvolvimento e o Desenvolvimento dos territórios: o Novo Rosto do Desenvolvimento no Brasil e na Colômbia**. Universidade de Brasília. CEPPAC, 2007.
- VEIGA, A.; FURLAN, J.; KALTNER, F. **Situação atual e perspectivas futuras da dendeicultura nas principais regiões produtoras: a experiência do Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. p. 23, 2000.
- VEIGA, A.; FURLAN, J.; KALTNER, F. **Políticas Públicas na Agroindústria do DENDÊ na Visão do Produtor**. Belém(PA): Embrapa Amazônia Oriental, 2005.
- VIANNA, J.; DUARTE, L.; WEHRMANN, M. **The limits of biodiesel of promoting social inclusion, energy, security, biodiversity protection and food security**. In: M. Sens, R. Mondardo (Org.) *Science and Technology for Environmental Studies*. Ed. Copiart, 2010.
- VIANNA, J.; DIAS, M. A.; HADDAD, A.; LOPES, M. **Opportunities and challenges for Biodiesel in the XXI century**. *BIOGAI*. p. 59-65, 2013.

- VICENTINI, V.; GOMES, R.; ARANDA, D.; REYES, Y. **Potential of biodiesel production from palm oil at Brazilian Amazon.** v. 50. p. 1013-1020, 2015.
- VIEIRA, A. **Integração camponesa ao monocultivo de dendê: subordinação e transformação do campesinato amazônico.** Belém, Dissertação Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável. Universidade Federal do Pará, 2015.
- VILLELA, A.; JACCOUD, D.; ROSA, L.; FREITAS, M. **Status and prospects of oil palm in the Brazilian Amazon.** v. 67. p. 270-278, 2014.
- WANDERLEY, M. **O mundo rural como um espaço de vida. Reflexões sobre a propriedade da terra, agricultura familiar e ruralidade.** Porto Alegre-RS: Editora da UFRGS, 2009.
- WETSTONE, G.; THORNTON, K.; HINRICHS-RAHLWES, R.; SAWYER, S.; SANDER, M.; TAYLOR, R.; HALES, D. **Renewables 2016 global status report 2016,** 2016.
- WICKE B. **Bioenergy production on degraded and marginal land: assessing its potentials, economic performance, and environmental impacts for different settings and geographical scales.** Tese de Doutorado. The Netherlands: Utrecht University, Faculty of Science, 2011.
- WISE. M.; DOOLEY, J.; LUCKOW, P.; CALVIN. K.; KYLE, P. **Agriculture, land use, energy and carbon emission impacts of global biofuel mandates to mid-century.** v.114. p. 763-773, 2014.
- YOUNG, E. **Biofuels and indirect land use change The case for mitigation.** October. Londres, 2011.
- ZAH, R.; RUDDY, T. **International trade in biofuels: an introduction to the special issue.** Journal of Cleaner Production. v. 17, 2009.
- ZAVALA, G. **Una visión general a las características del sector de la palma de aceite.** Palmas, 37(Especial Tomo II), p. 287-291, 2016.
- ZHOURI, A.; LASSCHEFSKI, K. **Desenvolvimento e Conflitos Ambientais.** Ed. UFMG, 2010.

## ANEXOS

### ANEXO 1- Formato das entrevistas para a coleta de dados primários



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CDS  
Campus Universitário Darcy Ribeiro  
CEP: 70.904-970 – Brasília – DF  
Fone (61) 3107-6000  
e-mail: [unbcds@cds.unb.com.br](mailto:unbcds@cds.unb.com.br) - SITE: [www.cds.unb.br/cds/](http://www.cds.unb.br/cds/)

#### **QUESTIONARIO DA DIMENSÃO AMBIENTAL**

Nome: \_\_\_\_\_  
Empresa/Instituição: \_\_\_\_\_  
Cargo: \_\_\_\_\_  
Telefone: \_\_\_\_\_

1. Você acredita que o cultivo e a expansão do óleo de palma causaram a destruição do ecossistema?
2. Houve ameaças de desmatamento devido à expansão das plantações de dendê na região?
3. O cultivo do dendê contribuiu para a mudança direta ou indireta no uso da terra na região?
4. Como a conservação do solo se afetou com as plantações de dendê?
5. O cultivo do dendê na região gerou a migração de espécies animais de seu ecossistema original?
6. Qual é a demanda de água do cultivo de dendê?
7. Que impactos a cultura do dendê gera nos ecossistemas, biomas ou ambientes aquáticos?
8. Como a qualidade da água é afetada no processo de adaptação, preparação e fertilização da terra?
9. O que está sendo feito para o gerenciamento eficaz da água nas plantações de dendê?
10. Qual é a quantidade de emissões de CO<sub>2</sub> e outros gases com a produção de biodiesel? Existe algum tipo de gerenciamento ou controle?
11. Como é o processo de gerenciamento de resíduos?
12. Como é o processo de tratamento dos efluentes? Para onde eles estão indo?
13. Qual o percentual de produção destino final da glicerina?
14. Qual o Catalizador e o álcool (etanol ou metanol) é usado na transesterificação?



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CDS  
Campus Universitário Darcy Ribeiro  
CEP: 70.904-970 – Brasília – DF  
Fone (61) 3107-6000  
e-mail: [unbcds@cds.unb.com.br](mailto:unbcds@cds.unb.com.br) - SITE: [www.cds.unb.br/cds/](http://www.cds.unb.br/cds/)

#### **QUESTIONARIO DA DIMENSÃO ECONÔMICA**

Nome: \_\_\_\_\_  
Empresa/Instituição: \_\_\_\_\_  
Cargo: \_\_\_\_\_  
Telefone: \_\_\_\_\_

1. Qual é a capacidade da planta de biodiesel da empresa?
2. Qual é a produção de biodiesel mensalmente?
3. Qual é o rendimento na produção de biodiesel?
4. Qual a contribuição da empresa para a produção nacional de biodiesel?
5. Como é a distribuição do biodiesel, para quais estados ele é direcionado?
6. A empresa possui acordos de parceria com pequenos, médios e grandes produtores?
7. Qual o número de empregos gerados com a produção de biodiesel?
8. Como você vê a oferta e a demanda do biodiesel neste momento, no estado do Pará?
9. Como a produção de biodiesel se afeta com a incerteza nos preços do petróleo?
10. Existem projetos para o crescimento, expansão e internacionalização do biodiesel?



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CDS  
Campus Universitário Darcy Ribeiro  
CEP: 70.904-970 – Brasília – DF  
Fone: (61) 3107-6000  
e-mail: [unbcods@cds.unb.com.br](mailto:unbcods@cds.unb.com.br) - SITE: [www.cds.unb.br/cds/](http://www.cds.unb.br/cds/)

### **QUESTIONARIO DA DIMENSAO INSTITUCIONAL**

Nome: \_\_\_\_\_  
Empresa/Instituição: \_\_\_\_\_  
Cargo: \_\_\_\_\_  
Telefone: \_\_\_\_\_

1. Quais fatores você considera se deve a explosão na centralidade e importância da questão dos biocombustíveis que está sendo experimentada em todo o mundo?
2. Qual é a sua percepção em relação à política do setor de biocombustíveis do atual governo em relação a anterior?
3. De 2004 até o presente, como você observa o desenvolvimento do setor de biocombustíveis e particularmente o do biodiesel?
4. Qual é a sua visão diante da dicotomia entre proteção ambiental e produção de energia que os biocombustíveis tiveram, como uma saída promissora para resolver os efeitos das mudanças climáticas e a sustentabilidade energética mundial?
5. Na cadeia produtiva do biodiesel, existem dois tipos de atores em nível nacional, como o setor privado e o público. Qual a sua visão desses atores em relação aos interesses que cada um deles possui no setor?
6. Você acredita que o estabelecimento de políticas fiscais e financeiras pelo governo nacional estimulará o investimento no setor?
7. Qual sua opinião sobre o selo combustível-social
8. Quais foram os incentivos e seus resultados, dados pelo governo para a cadeia produtiva do biodiesel? Que outro incentivo você acha que poderia ser implementado? Por quê?
9. Quais os benefícios que você vê na produção de biodiesel para a região?
10. Como você observa a incursão do dendê no mercado de biocombustíveis?
11. Como você vê a viabilidade econômica e técnica do setor com a produção de biodiesel a partir de matérias-primas alternativas?
12. Como você vê o papel dos grupos de pesquisa em instituições ou universidades no desenvolvimento da cadeia de produção de biodiesel?
13. O que é necessário para que a política de biocombustíveis seja consolidada de maneira coerente e alinhada com os interesses gerais do meio ambiente, sociedade e energia?
14. Sua indústria usa toda a capacidade de produção de biodiesel?
15. O que vc acha do sistema de leilões?



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CDS  
Campus Universitário Darcy Ribeiro  
CEP: 70.904-970 – Brasília – DF  
Fone: (61) 3107-6000  
e-mail: [unbcods@cds.unb.com.br](mailto:unbcods@cds.unb.com.br) - SITE: [www.cds.unb.br/cds/](http://www.cds.unb.br/cds/)

### **QUESTIONARIO DA DIMENSAO SOCIAL**

Nome: \_\_\_\_\_  
Empresa/Instituição: \_\_\_\_\_  
Cargo: \_\_\_\_\_  
Telefone: \_\_\_\_\_

1. Há quanto tempo se dedica às atividades de cultivo do dendê?
2. Quais eram suas atividades produtivas antes da dendeicultura? Continua com elas?
3. Possui terra própria para o cultivo?
4. Qual é o tamanho da sua propriedade?
5. Quantos hectares são plantados e destinados ao dendê?
6. Quantas pessoas trabalham na sua propriedade?
7. De que outras atividades você vive ou faz para subsistir enquanto você começa a colher o fruto do dendê?
8. Possui algum tipo de maquinário, individual ou coletivamente, que facilita a colheita do dendê?
9. Faz parte da associação de produtores?
10. Faz parte da integração de agricultores familiares às agroindústrias do dendê?
11. Qual é o tipo de incentivo que você tem para plantar dendê? Crédito para plantio, contratos de compra, legalização de títulos de propriedade, incentivos governamentais, entre outros?
12. Os contratos com as agroindústrias do dendê estipulam as condições para o recebimento do fruto, como entregá-la, como liquidar o preço, a periodicidade dos pagamentos?
13. Possui apoio técnico, administrativo, social, ambiental e político-institucional da agroindústria aliada?
14. Você acha que outra atividade seria melhor que o cultivo do dendê na região? Qual seria e por quê?
15. Que benefícios e oportunidades você sente que a atividade de dendê gerou na região?
16. Quais efeitos ou consequências você sente que a atividade do dendê gerou na região?
17. No tempo que você viveu na região, você viu mudanças importantes na economia local?
18. Qual é sua renda anual média atual?
19. Quais são os custos de produção e investimentos em adequação da terra para o plantio do dendê?
20. Quais são os custos de horas de trabalho, administração e supervisão do trabalho?
21. Qual a sua opinião sobre o selo combustível-social?

## ANEXO 2 – Resumo das entrevistas segundo o ator, local e instrumento.

**Quadro 16** – Resumo das entrevistas realizadas em campo na Colômbia.

Ator	Ano/local	Instrumento
Diretor técnico Fedebiocombustibles	2017/Bogotá	Diálogo aberto
Secretario técnico de la cadena de agroenergia	2017/Villavicencio	Entrevista semiestruturada
Administradora ambiental de recursos ambientales	2017/San Carlos de Guaroa	Entrevista semiestruturada
Profesional especializado en ambiente Cormacarena	2017/Acacias	Entrevista semiestruturada
Jefe de produccion planta Biodiesel Manuelita Aceites y energia	2017/San Carlos de Guaroa	Entrevista semiestruturada (online)
Delegado Gremial Fedepalma	2017/Villavicencio	Diálogo aberto
Produtor 1	2017/San Carlos de Guaroa	Entrevista semiestruturada
Produtor 2	2017/San Carlos de Guaroa	Entrevista semiestruturada
Produtor 3	2017/San Carlos de Guaroa	Entrevista semiestruturada
Produtor 4	2017/Acacias	Entrevista semiestruturada

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

**Quadro 17 – Resumo das entrevistas realizadas em campo no Brasil.**

<b>Ator</b>	<b>Ano/local</b>	<b>Instrumento</b>
Especializado em apoio a pesquisa da ANP	2018/Brasília	Diálogo aberto
Gerente da Indústria	2018/Belém	Diálogo aberto
Técnico agrícola da Secretaria de Meio ambiente e desenvolvimento	2018/Belém	Entrevista semiestruturada
Gerente da SMS Belém Bioenergia	2018/Belém	Diálogo aberto
Técnico ambiental Belém Bioenergia	2018/Tailândia	Diálogo aberto
Técnico em Agricultura familiar Belém Bioenergia	2018/Tailândia	Entrevista semiestruturada
Superintendente de Desenvolvimento Tecnológico BioPalma	2018/Belém	Diálogo aberto
Gerente da área técnica AGROPALMA	2018/Belém	Entrevista semiestruturada
Produtor 1 Comunidade Betel	2018/Tailândia	Entrevista semiestruturada
Produtor 2 Comunidade Betel	2018/Tailândia	Entrevista semiestruturada
Produtor 3 Comunidade Betel	2018/Tailândia	Entrevista semiestruturada
Produtor 4 Comunidade Cristo Rei	2018/Tomé-Açu	Entrevista semiestruturada

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

## ANEXO 3 – Análise estatística de correlação dos indicadores com a ferramenta SPSS

<b>GEE Evitadas Brasil</b>			
GEE Evitadas	Correlação de Pearson	1	,970
	Sig. (α)		,157
	N	3	3
Produção de biodiesel	Correlação de Pearson	,970	1
	Sig. (α)	,157	
	N	3	3
<b>GEE Evitadas Colômbia</b>			
GEE Evitadas	Correlação de Pearson	1	,996
	Sig. (α)		,056
	N	3	3
Produção de biodiesel	Correlação de Pearson	,996	1
	Sig. (α)	,056	
	N	3	3
<b>Número de empregos Brasil</b>			
Indicador empregos	Correlação de Pearson	1	,691
	Sig. (α)		,086
	N	7	7
Produção de biodiesel	Correlação de Pearson	,691	1
	Sig. (α)	,086	
	N	7	7
<b>Número de empregos Colômbia</b>			
Indicador empregos	Correlação de Pearson	1	-,845*
	Sig. (α)		,017
	N	7	7
Produção de biodiesel	Correlação de Pearson	-,845*	1
	Sig. (α)	,017	
	N	7	7
<b>Geração de renda Colômbia</b>			
Indicador de renda	Correlação de Pearson	1	,747
	Sig. (α)		,054
	N	7	7
Produção de biodiesel	Correlação de Pearson	,747	1
	Sig. (α)	,054	
	N	7	7
<b>Geração de renda Brasil</b>			
Indicador de renda	Correlação de Pearson	1	,883**
	Sig. (α)		,008
	N	7	7
Produção de biodiesel	Correlação de Pearson	,883**	1
	Sig. (α)	,008	
	N	7	7
<i>** La Correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).</i>			
<b>Redução Importações Brasil</b>			
Indicador redução de Importações	Correlação de Pearson	1	,278
	Sig. (α)		,594
	N	6	6
Produção de biodiesel	Correlação de Pearson	,278	1
	Sig. (α)	,594	
	N	6	6
<b>Redução Importações Colômbia</b>			
Indicador redução de Importações	Correlação de Pearson	1	,267
	Sig. (α)		,609
	N	6	6
Produção de biodiesel	Correlação de Pearson	,267	1
	Sig. (α)	,609	
	N	6	6
<b>Ociosidade Brasil</b>			
	Correlação de Pearson	1	-,958**

Indicador de ociosidade	Sig. ( $\alpha$ )		,001
	N	7	7
Produção de biodiesel	Correlação de Pearson	-,958**	1
	Sig. ( $\alpha$ )	,001	
	N	7	7
<i>**.</i> La Correlação es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).			
<b>Ociosidade Colômbia</b>			
Indicador de ociosidade	Correlação de Pearson	1	-,020
	Sig. ( $\alpha$ )		,966
	N	7	7
Produção de biodiesel	Correlação de Pearson	-,020	1
	Sig. ( $\alpha$ )	,966	
	N	7	7
<b>Participação no PIB Brasil</b>			
Indicador participação PIB	Correlação de Pearson	1	,966**
	Sig. ( $\alpha$ )		,0001
	N	7	7
Produção de biodiesel	Correlação de Pearson	,966**	1
	Sig. ( $\alpha$ )	,0001	
	N	7	7
<i>**.</i> La Correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).			
<b>Participação no PIB Colômbia</b>			
Indicador participação PIB	Correlação de Pearson	1	,746
	Sig. ( $\alpha$ )		,054
	N	7	7
Produção de biodiesel	Correlação de Pearson	,746	1
	Sig. ( $\alpha$ )	,054	
	N	7	7