

# COMPETITIVIDADE DO BIODIESEL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS NA REGIÃO MATOPIBA

*Biodiesel competitiveness: challenges and perspectives in the  
MATOPIBA Region*

*Competitividad del biodiesel: desafíos y perspectivas en la  
Región MATOPIBA*

DOI: 10.48075/igepec.v28i1.31952

Fernando Silva Lima  
Instituto Federal do Maranhão

Waldecy Rodrigues  
Universidade Federal do Tocantins

Nilton Marques de Oliveira  
Universidade Federal do Tocantins

# COMPETITIVIDADE DO BIODIESEL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS NA REGIÃO MATOPIBA

*Biodiesel competitiveness: challenges and perspectives in the MATOPIBA Region*

*Competitividad del biodiesel: Desafíos y Perspectivas en la Región MATOPIBA*

Fernando Silva Lima<sup>1</sup>  
Waldecy Rodrigues<sup>2</sup>  
Nilton Marques de Oliveira<sup>3</sup>

**Resumo:** Este artigo tem como principal objetivo analisar a viabilidade e competitividade sistêmica do biodiesel na região do MATOPIBA, tendo como base a aplicação da metodologia Viable System Model (VSM) no contexto da área de estudo selecionada. É relevante analisar como a competitividade do biodiesel MATOPIBA pode tornar mais viável em um contexto cada vez mais dinâmico e complexo, onde há atualmente uma grande dependência excessiva da soja como principal matéria-prima. A metodologia utilizada neste estudo se baseou na aplicação do Viable System Model (VSM) por meio do uso do software VSMoD®. Com base nos resultados encontrados, foi possível identificar opções de matérias-primas pouco exploradas, como o sebo bovino e o algodão, que podem ser consideradas alternativas viáveis para a produção de biodiesel. O estudo identificou que a produção de biodiesel na região do MATOPIBA é fortemente dependente da soja, impactando negativamente a cadeia alimentar e a competitividade do setor. Assim, considera-se que é necessário diversificar as matérias-primas para reduzir essa dependência.

**Palavras-chave:** Biodiesel. Modelo de Sistema Viável. MATOPIBA. Brasil.

**Abstract:** *This article's main objective is to analyze the systemic viability and competitiveness of biodiesel in the MATOPIBA region, based on the application of the Viable System Model (VSM) methodology in the context of the selected study area. It is relevant to analyze how the competitiveness of MATOPIBA biodiesel can become more viable in an increasingly dynamic and complex context, where there is currently a great excessive dependence on soy as the main raw material. The methodology used in this study was based on the application of the Viable System Model (VSM) through the use of the VSMoD® software. Based on the results found, it was possible to identify little explored raw material options, such as beef tallow and cotton, which can be considered viable alternatives for the production of biodiesel. The study considered that biodiesel production in the MATOPIBA region is heavily dependent on soybeans, which negatively impacts the food chain and the competitiveness of the sector. Therefore, it is considered necessary to diversify raw materials to reduce this dependence.*

**Keywords:** *Biodiesel. Viable System Model. MATOPIBA. Brazil.*

**Resumen:** *El principal objetivo de este artículo es analizar la viabilidad sistémica y la competitividad del biodiesel en la región de MATOPIBA, a partir de la aplicación de la metodología del Modelo de Sistemas Viables (VSM) en el contexto del área de estudio seleccionada. Es importante analizar cómo la competitividad del biodiesel MATOPIBA puede volverse más viable en un contexto cada vez más dinámico y complejo, donde actualmente existe una gran dependencia excesiva de la soja como principal materia prima. La metodología utilizada en este estudio se basó en la aplicación del Modelo de Sistema Viable (VSM) mediante el uso del software VSMoD®. A partir de los resultados encontrados se pudo identificar opciones de materias primas poco exploradas, como el sebo bovino y el algodón, que pueden considerarse alternativas viables para la producción de biodiesel. El estudio consideró que la producción de biodiesel en la región de MATOPIBA depende fuertemente de la soja, lo que impacta*

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA). E-mail: fernando.silva@ifma.edu.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Tocantins (UFT). E-mail: waldecy@terra.com.br

<sup>3</sup> Universidade Federal do Tocantins (UFT). E-mail: niltonmarques@uft.edu.br

*negativamente la cadena alimentaria y la competitividad del sector. Por ello, se considera necesario diversificar las materias primas para reducir esta dependencia.*

**Palabras clave:** *Biodiesel. Modelo de Sistema Viable. MATOPIBA. Brasil.*

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais produtores e exportadores mundiais de produtos agrícolas e deve continuar expandindo sua produção nas próximas décadas, mantendo-se como um dos principais fornecedores de alimentos, fibras e bioenergia para consumo interno e externo, com o crescimento da demanda mundial por alimentos, o país ampliou sua área produtiva através da criação da última fronteira agrícola do mundo (SUELA et al., 2023).

Nesse sentido, o MATOPIBA composto pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, é uma área pertencente ao Cerrado brasileiro, que é o segundo maior bioma da América do Sul, com vegetação nativa que varia de densas formações de dossel a campos naturais abertos (De Miranda et al., 2014). Esta região inclui sete tipos de formações savânicas, três tipos de pastagens, além de florestas secas e matas altas (Ribeiro; Walter, 2008).

Além disso, o cerrado é uma biodiversidade com uma alta taxa de endemismo que inclui aproximadamente 4.800 espécies únicas de plantas ou vertebrados (Myers et al., 2000; Françoso et al., 2015). Seus serviços ecossistêmicos incluem alimentos, fibras e outros bioprodutos (por exemplo, óleos, resinas) (Lahsen et al., 2016). Da mesma forma, os serviços de ciclagem de água do Cerrado são cruciais para a formação de chuva, meios de subsistência e agricultura em todo o país (Oliveira et al., 2019; Hunke et al., 2015; Spera et al., 2016; Leite-Filho et al., 2019; Oliveira e Rodrigues, 2020). Segundo Rodrigues e Barbosa (2012) e Rodrigues e Melo (2017), a rica biodiversidade do cerrado brasileiro, associada à sua extensão territorial, de mais de dois milhões de km<sup>2</sup>, confere a este bioma diferentes possibilidades de aproveitamento econômico.

Sendo assim, matérias-primas vêm sendo utilizadas ao longo dos anos para atender o mercado nacional e internacional de alimentos e biocombustível. No que diz respeito ao biocombustível, percebeu-se que entre 2021 e 2022 várias matérias-primas foram produzidas nesta região e destinadas ao mercado de biodiesel, como óleo de soja, outros materiais graxos, óleo de palma, gordura bovina, óleo de algodão e óleo de fritura (ANP, 2022).

Pode-se dizer que a soja é a principal matéria-prima para a produção de biodiesel no Brasil, ao passo que, na Região do MATOPIBA, tem sido um importante contribuinte para o desenvolvimento do setor como um todo. Por outro lado, diversos estudos, como o de Blanco et al. (2021), têm apontado que a expansão da soja na região vem promovendo impactos socioambientais tanto para as comunidades agroextrativistas, que vivem da agricultura tradicional, quanto para o bioma Cerrado (bioma local) que vem sofrendo com a perda de biodiversidade, desmatamento intenso e técnicas agrícolas agressivas que afetam os recursos naturais, como água e solo.

Há preocupações sobre a dependência elevada da soja no MATOPIBA para a produção de biodiesel. A nível mundial, os recursos petrolíferos não comestíveis estão ganhando popularidade porque estão prontamente disponíveis em muitas partes do globo, particularmente em terrenos baldios impróprios para cultivos alimentares. Tais recursos possuem diversas vantagens em comparação aos óleos comestíveis, como: i) eliminação da competição alimentar; ii) redução do desmatamento; iii) maior eficiência e economia; iv) produção de subprodutos úteis; e v) maior sustentabilidade. (Benti, et al. 2023).

Este estudo foi motivado pela ausência de pesquisas recentes que avaliem a viabilidade do biodiesel na região do MATOPIBA. Diante da dependência excessiva

da soja como matéria-prima para a produção de biodiesel e de seus impactos na cadeia alimentar e na competitividade do setor no mercado nacional e internacional, como é o caso dos estudos realizados por Pousa et al. (2007), Finco e Doppler (2010), Sorda et al. (2010), César (2012), Antunes (2013), Zonin et al. (2014), Silva (2015), Oliveira et al. (2019), César et al. (2019), Barreiros et al. (2020) e Murta et al. (2021), os quais em seus estudos destacaram que certas oleaginosas não comestíveis oferecem benefícios em termos de crescimento, matéria-prima e adaptabilidade.

Diante desse entendimento, este estudo buscou abordar a diversificação de matérias-primas de fontes disponíveis na região, como sebo bovino e óleos não comestíveis, como alternativa para reduzir a dependência da soja na produção de biodiesel e, ao mesmo tempo, reduzir a concorrência com o setor de alimentos. Dadas as condições favoráveis para a produção de matérias-primas renováveis na região do MATOPIBA, é importante analisar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias no contexto global, o marco regulatório no Brasil e a dinâmica do setor em nível nacional e regional para viabilizar e tornar o biodiesel mais competitivo no cenário nacional e internacional. Isto posto, pergunta-se: como a competitividade do biodiesel MATOPIBA pode tornar mais viável em um contexto cada vez mais dinâmico e complexo?

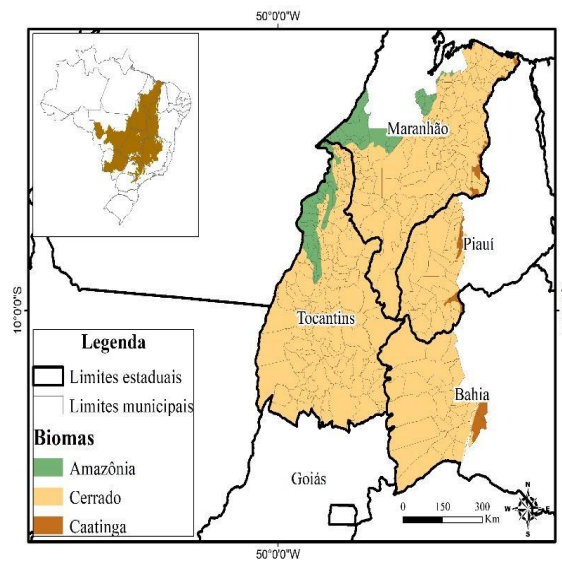
Assim, o objetivo central deste artigo é analisar a viabilidade e competitividade sistêmica do biodiesel na região do MATOPIBA, tendo como base a aplicação da metodologia Viable System Model (VSM) no contexto da área de estudo selecionada.

## **2 – MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 – SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

Figura 1 mostra área de estudo selecionada. Para tanto, levou-se em consideração o Decreto nº 8.447/2015, que dispõe sobre o Plano de Desenvolvimento Agrário do MATOPIBA. Ver Figura 1.

Figura 1 - Localização do MATOPIBA - 2016



Fonte: Embrapa (2015) e IBGE (2016a).

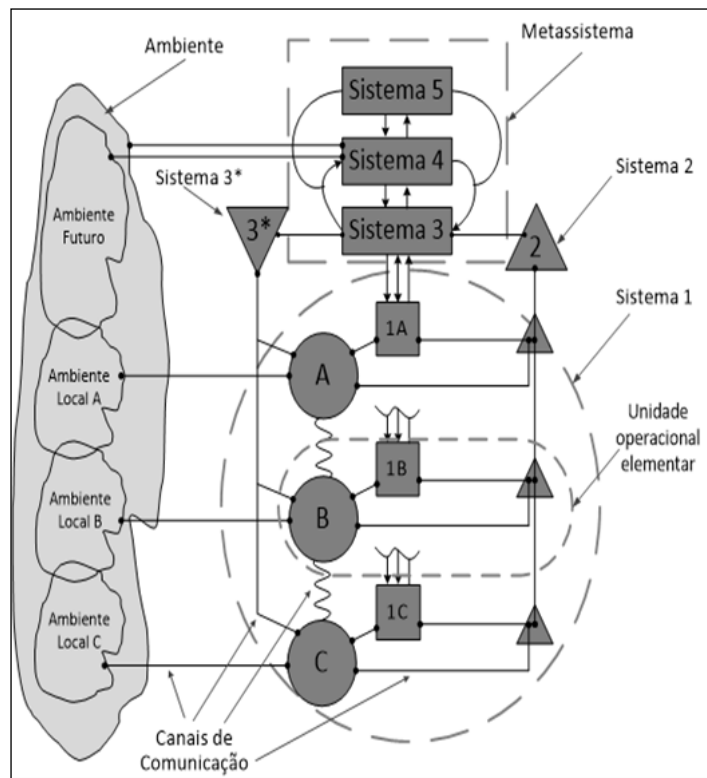
Nessa região existe uma diversidade de matérias primas (óleos e gorduras animais) que podem ser aproveitadas para a produção de biodiesel. Contudo, mais de 80% da produção deste biocombustível é predominantemente de soja, evidenciando a falta de aproveitamento pleno das demais matérias primas locais no setor.

## 2.2 – APLICAÇÃO DO VIABLE SYSTEM MODEL (VSM)

Ao utilizar o VSM como lente analítica, é possível compreender a competitividade sistêmica e identificar oportunidades de melhoria na estrutura organizacional do biodiesel no MATOPIBA. Por meio da análise dos sistemas funcionais, busca-se otimizar a competitividade sistêmica, diversificando matérias-primas, promovendo parcerias público-privadas, colaborando com instituições acadêmicas e recomendando estratégias de desenvolvimento local e regional. O modelo VSM emerge como uma ferramenta robusta para aprimorar a gestão do biodiesel no MATOPIBA em um ambiente caracterizado por mudanças contínuas e complexidade crescente.

A aplicação do viable system model (VSM) desdobra-se em uma série de sistemas ou funções denominadas por Beer (1985) como Sistema 1 (Operacional), Sistema 2 (Coordenação), Sistema 3 (Controle), Sistema 4 (Estratégia) e Sistema 5 (Política). Cada um desses sistemas desempenha papéis distintos dentro da organização, e há, também, interações complexas entre esses sistemas internos e o ambiente externo, conforme ilustrado na Figura 2 do estudo.

Figura 2 - Viable System Model (VSM)



Fonte: Rizzoli e Schlindwein (2013).

Na aplicação da metodologia do VSM, foi necessário utilizar o software VSMoD® que foi desenvolvido para facilitar o estudo de problemas complexos por meio do Modelo de Sistemas Viáveis (PÉREZ RÍOS, 2008).

Após a aplicação do software VSMoD®, a análise e interpretação dos dados foram conduzidas em três etapas: 1) Reconhecimento do biodiesel regional como uma organização; 2) Desdobramento vertical de recursos; e 3) Sistema em foco Indústria de biodiesel do MATOPIBA: o caso da Granol de Porto Nacional - TO.

- Reconhecimento do biodiesel regional enquanto organização: essa etapa envolveu a identificação dos diversos componentes da entidade, como a produção de matéria-prima e a fabricação de biodiesel a partir de diferentes fontes, todos integrados no sistema VSM. Para tanto, inicialmente foi necessário levantar dados sobre a matéria-prima disponível no local por meio de dados de produção e balanço de oferta e demanda de grãos da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), Sistema de Recuperação Automática (SIDRA) que realiza o Levantamento Trimestral de Abate Animal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), bem como no painel dinâmico de produtores de biodiesel da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

Para aprofundar a compreensão dos papéis, atividades e interações entre esses componentes, foram realizadas entrevistas com partes interessadas em vários níveis, incluindo representantes de instituições políticas, econômicas e sociais. A seleção dos entrevistados considerou representantes ligados ao Comitê Nacional de Política de Biocombustíveis (RenovaBio) e setores público e privado do mercado de biocombustíveis. Embora estudos anteriores tenham demonstrado resultados significativos com um número menor de entrevistados, este estudo optou por

entrevistar oito representantes, abrangendo os envolvidos na formulação da Política RenovaBio e o setor do MATOPIBA (Quadro 1).

Observa-se, por exemplo, que Mayangsari, Novani e Hermawan (2014) examinaram o cluster industrial Batik Solo na Indonésia, usando entrevistas qualitativas com apenas três representantes do setor público para explorar áreas de coordenação e produtividade, aplicando o VSM para implementar melhorias. Da mesma forma, Sgroi e Modica (2022) realizaram um estudo na Itália, utilizando entrevistas qualitativas com cinco empresários para diagnosticar desafios econômicos e explorar modelos de negócios para sustentar atividades agropecuárias. Embora estudos similares tenham usado um número reduzido de entrevistados com resultados significativos, o presente trabalho optou por oito participantes, incluindo agentes da política de biocombustíveis e representantes locais do MATOPIBA (Quadro 1).

Quadro 1 - Descrição dos atores políticos, econômicos e sociais das organizações e instituições entrevistadas no MATOPIBA, Brasil – 2023

<b>Organizações e Instituições</b>	<b>Representantes das Organizações e Instituições do território do Estado do Tocantins</b>
Políticas	Secretaria de Políticas Agrárias do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)
	Secretaria da Agricultura, Pecuária e Aquicultura (SEAGRO)
	Superintendência de Biocombustíveis e de Qualidade de Produtos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)
	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Agroenergia)
Econômicas	Representante da Fabricação de Biodiesel em Porto Nacional - TO
	Especialistas em Implantação de Usinas de Biodiesel
Sociais	Associação dos Produtores de Biocombustíveis do Brasil
	União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene (Ubrabio)

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Para tanto, foram conduzidas oito entrevistas, agendadas com antecedência de 6 a 8 dias, com duração média de 1h a 1h30 cada, realizadas entre abril e maio de 2022. Com base nas entrevistas e análise dos componentes do sistema, a missão, visão e valores da organização de biodiesel regional foram definidos. A missão reflete seu propósito, a visão delinea o futuro desejado e os valores orientam suas ações. Adicionalmente, foram identificados elementos do ambiente em que o biodiesel do MATOPIBA se insere. Por fim, avaliou-se como as funções e atividades de diferentes níveis de recursão interagem, com destaque para a influência da disponibilidade de matéria-prima na produção da usina de biodiesel e seu impacto no produto final.

- Desdobramento vertical de recursão: com base na competitividade do biodiesel do MATOPIBA, estruturou-se uma análise em três níveis hierárquicos: a) Nível 0: Avaliação da competitividade do biodiesel MATOPIBA, considerando políticas governamentais; b) Nível 1 e 2: Avaliação da disponibilidade de matérias-primas e dos componentes envolvidos na produção de biodiesel a partir da soja, subdivididos em detalhes; c) Nível 3: Análise da produção de biodiesel no MATOPIBA com base em matérias-primas e componentes identificados nos níveis anteriores.

- Sistema em foco Indústria de biodiesel do MATOPIBA: o caso da Granol de Porto Nacional - TO: Envolveu a análise dos sistemas e níveis de recursão que



compõem a produção de biodiesel. Cada sistema abrange um conjunto específico de componentes, sendo que o Sistema 5 define políticas energéticas, enquanto o Sistema 1 foca nos detalhes da produção de biodiesel. Com base nas etapas anteriores, a missão, visão e valores da organização foram revisados ou definidos, considerando a diversificação de insumos para reduzir a dependência de uma única matéria-prima.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 – RECONHECIMENTO DO BIODIESEL REGIONAL COMO UMA ORGANIZAÇÃO

Na Tabela 1, visualiza-se os estados do MATOPIBA e suas matérias-primas produzidas. É possível perceber que a produção de biodiesel na região entre 2019 e 2021 foi baseada principalmente em algodão, soja e sebo bovino. Embora haja potencial de gordura bovina e algodão na região, a soja é a principal fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel na região.

Tabela 1 - Comparativo entre a produção de matéria-prima e produção de biodiesel na Região MATOPIBA entre 2019 e 2021

<b>Tipo</b>	<b>Produção de Matéria-Prima</b>	<b>Produção de Biodiesel Por Matéria-Prima (Em Metros Cúbicos)</b>
<b>TOCANTINS</b>	2019-2021	2019-2021
<b>Algodão em caroço</b>	52,0	3532
<b>Amendoim</b>	1,5	0
<b>Milho</b>	2595,4	0
<b>Soja</b>	7.107,1	336365
<b>Abate bovino (por cabeça)</b>	183.285	5823
<b>PIAUI</b>	2019-2021	2019-2021
<b>Algodão</b>	115,0	1791
<b>Milho</b>	4.291,2	0
<b>Soja</b>	5.282,6	79171
<b>Abate bovino (por cabeça)</b>	0	93
<b>MARANHÃO</b>	2019-2021	2019-2021
<b>Algodão</b>	227,7	0
<b>Milho</b>	4.544,4	0
<b>Soja</b>	6415,9	0
<b>Abate bovino (por cabeça)</b>	67645	0
<b>BAHIA</b>	2019-2021	2019-2021
<b>Algodão</b>	2758,2	68102
<b>Amendoim</b>	2,8	0
<b>Mamona</b>	66,7	0
<b>Milho</b>	4887,3	0
<b>Soja</b>	12960	500936
<b>Abate bovino (por cabeça)</b>	2327124	255240

Fonte: Conab (2022); IBGE, (2022) e ANP, (2022). Adaptado pelo autor.

Embora a Bahia seja um dos principais estados produtores de mamona no Brasil, não houve registro de produção de biodiesel a partir dessa cultura na região. Percebeu-se que o Maranhão é um grande produtor de algodão, mas ainda não houve uma produção de biodiesel a partir dessa cultura no MATOPIBA no período analisado.

Os levantamentos do site da ANP indicam que o biodiesel do MATOPIBA é primariamente derivado da soja, uma vez que, mais de 80% da matéria-prima utilizada em sua produção provém desse recurso, no qual compete diretamente com a produção de óleos comestíveis, tanto no mercado nacional quanto no internacional.

De acordo com Benti et. al (2023), os óleos comestíveis (girassol, soja, níger, soja, palma, linhaça e óleo de gergelim) respondem por aproximadamente 95% da produção de biodiesel, resultando em sério desequilíbrio na cadeia alimentar humana e combustível. O biodiesel será comercialmente inviável em comparação com os combustíveis derivados do petróleo. Segundo o autor, para evitar esses cenários, é necessário o uso de oleaginosas não comestíveis na fabricação comercial do biodiesel. Numerosos pesquisadores têm investigado opções para o uso de óleos não comestíveis de baixo custo como matéria-prima para biodiesel (Yadav, 2016).

Ainda diante do levantamento, a análise também revela que a produção de biodiesel na região começou a empregar outras fontes de matérias-primas que não estão relacionadas ao setor alimentício, como óleo de fritura usado, sebo bovino e outros materiais gordurosos. Essas alternativas podem representar uma opção viável para usar produtos não comestíveis na região em questão.

Nesse sentido, conforme Benti et. al. (2023), a produção de biodiesel a partir de óleos não comestíveis e vegetais é bastante simples e oferece diversas vantagens ambientais em comparação com o diesel derivado do petróleo. Como exemplo, tem-se o uso de biodiesel em motores a diesel, o qual é vantajoso para operações diárias devido à sua compatibilidade com o meio ambiente. Diante dessa constatação, foram conduzidas entrevistas com representantes ligados aos diferentes setores envolvidos na produção de biodiesel no MATOPIBA: produtores de soja, indústrias de processamento de óleo, empresas de biocombustíveis, agricultores, órgãos governamentais entre outras com bojetivo de mapear o reconhecimento da identidade e propósito do biodiesel do MATOPIBA como organização para definir a missão, visão e valores do setor para sociedade como um todo, como mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - Missão, Visão e Valores do Biodiesel enquanto organização no MATOPIBA, Brasil - 2023

Missão	Produzir biocombustível competitivo e de qualidade a partir de diferentes fontes de óleo. Promover a inclusão social. Reduzir a dependência de combustíveis fósseis. Mitigar as mudanças climáticas. Contribuir para a melhoria da qualidade do ar e para a saúde pública.
Visão	Consolidar no mercado de combustíveis. Elevar sua participação para 15% em volume nos próximos anos. Alcançar a mistura de B20 em breve. Promover externalidades positivas como geração de emprego, renda e benefícios ambientais para toda a sociedade. Oferecer biocombustível a preços competitivos para ampliar ainda mais sua participação no mercado de combustíveis. contribuir para a redução da dependência de combustíveis fósseis e mitigação das mudanças climáticas.
Valores	Promover o desenvolvimento econômico de comunidades rurais e a promoção de emprego e renda por meio da agricultura familiar. Adotar práticas sustentáveis em toda a cadeia produtiva, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa e promovendo a preservação do meio ambiente. Promover a inovação e a modernização dos processos produtivos, contribuindo para a competitividade do setor. Consolidar como uma alternativa competitiva aos combustíveis fósseis, especialmente quando consideramos os benefícios socioambientais que ele oferece. Oferecer empregos diretos e indiretos em toda a cadeia produtiva, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social das comunidades envolvidas.

Elaborado pelo autor a partir das entrevistas realizadas (2023).

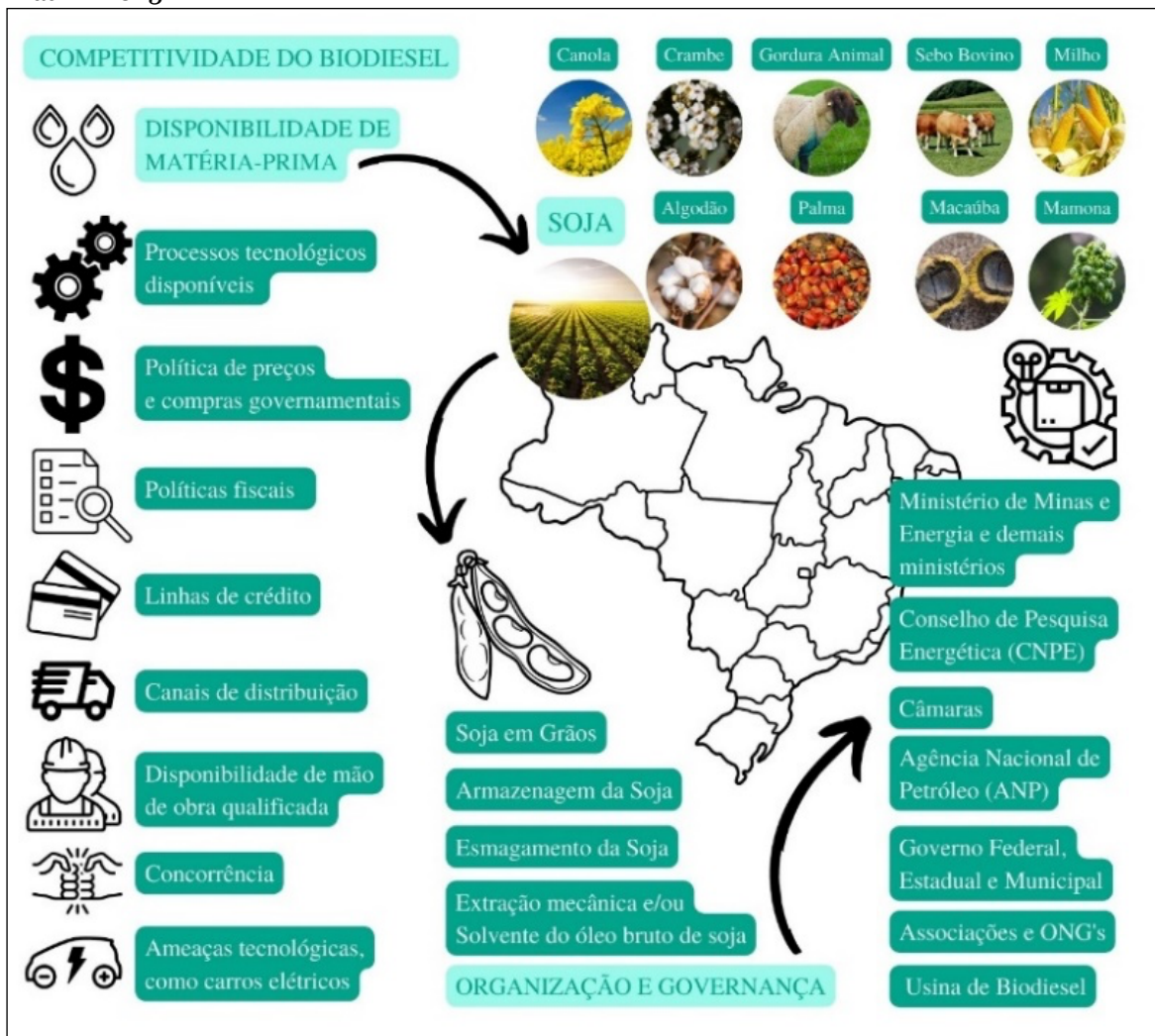
Conforme Quadro 2, a entrevista possibilitou definir a missão do MATOPIBA enquanto região produtora de biodiesel, indicando seus objetivos para o cumprimento de sua missão como organização perante a sociedade. Nota-se também que a definição da visão é uma projeção do que se pretende com a utilização do biodiesel no futuro. Por fim, os valores são os princípios fundamentais que orientam as ações da organização e o comportamento desejado de seus colaboradores. No caso do biodiesel, os valores estão alinhados à inclusão social, responsabilidade socioambiental, fortalecimento da cadeia produtiva, competitividade e geração de empregos.

Após definir o conceito e a finalidade do biodiesel no MATOPIBA, constatou-se que a disponibilidade de matéria-prima é um fator crucial que afeta a capacidade de produção das usinas de biodiesel que, por sua vez, implica na disponibilidade do produto. Esse fator é influenciado pelo ambiente em que o biodiesel é produzido, as atividades em outros níveis da cadeia produtiva e a regulação da ANP. A produção de outras culturas, como a soja e o algodão, pode reduzir a produção de biodiesel em razão de condições climáticas adversas, e a ANP estabelece requisitos para a produção de biodiesel que podem limitar a disponibilidade de outras matérias-primas. Portanto, a disponibilidade de matéria-prima é um fator crítico que afeta a produção de biodiesel no MATOPIBA.

### 3.2 – DESDOBRAMENTO VERTICAL DE RECURSÃO

Na aplicação do software VSMoD®, o desdobramento vertical da complexidade foi estruturado nos quatro níveis recursivos, desde a produção de matéria-prima até a produção de biodiesel, tendo como pressuposto a competitividade do setor, conforme a figura a seguir.

Figura 3 - Níveis de Desdobramento vertical da produção de biocombustível na região do MATOPIBA, Brasil – 2023



Elaborado pelo autor com baseado na aplicação do VSM (2023).

Com a aplicação do VSM na produção de biodiesel, percebe-se que o Ministério de Minas e Energia (MME) desempenha papel crucial, incentivando a produção de biodiesel e definindo metas conforme a Lei n. 8.171/1991. O Ministério Público também supervisiona normas ambientais e metas de emissões de gases na recepção.

A soja prevaleceu como a matéria-prima mais competitiva na região, superando outras como sementes, fertilizantes, entre outros. Por outro lado, a região tem diversidade de matérias-primas para biodiesel, incluindo soja, girassol, entre outras. A estrutura insumo-produto da cadeia global do biodiesel de soja é observada no nível intermediário, em que a produção de biodiesel depende da safra da soja. Fábricas que produzem óleos vegetais também extraem biodiesel usando os mesmos

processos. Em geral, a análise destaca a importância da matéria-prima na competitividade e abre oportunidades para investidores na região.

Considerando o levantamento no painel dinâmico de biodiesel da ANP (2022) sobre a capacidade de armazenamento da produtora de biodiesel no Tocantins em 2021, de 140.698 m<sup>3</sup>, percebeu-se que houve uma utilização superior da capacidade de armazenamento de biodiesel do produto de aproximadamente 6%, uma vez que a empresa produziu 148.698 m<sup>3</sup> de biodiesel.

Em termos de competitividade, percebeu-se também que a capacidade tancagem de biodiesel sediada em Porto Nacional, Estado do Tocantins, é superior à capacidade de armazenamento de todas as produtoras instaladas nos Estados de Ceará (2.640m<sup>3</sup>); Mato-Grosso do Sul (141.045m<sup>3</sup>); Minas Gerais (40.752m<sup>3</sup>); Piauí (14.400m<sup>3</sup>); Rio de Janeiro (38.400m<sup>3</sup>); Rondônia (6.000m<sup>3</sup>); Santa Catarina (66.656m<sup>3</sup>) e São Paulo (133.611m<sup>3</sup>). Para tanto, a indústria utilizou 142.981m<sup>3</sup> de matéria-prima, sendo que 119.688 foram provenientes do óleo de soja, 18.257m<sup>3</sup> dos materiais graxos, 4.454m<sup>3</sup> de óleo de dendê, 376 m<sup>3</sup> de gordura bovina, 57m<sup>3</sup> de óleo fritura usado.

Diante dos resultados do estudo sobre a competitividade do biodiesel, constatou-se que a produção de biodiesel na região é fortemente dependente da soja como matéria-prima, o que acaba gerando concorrência com a indústria alimentícia e afetando negativamente a cadeia produtiva de alimentos no futuro. Além disso, também é importante mencionar que foi identificada uma tendência de diversificar as matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel a partir do sebo bovino na região, como mostra o Tabela 3.

Tabela 3 – Brasil: comparativo de volumes de sebo bovino e óleo de soja utilizados na produção de biodiesel entre 2018 a 2022 (por m<sup>3</sup>)

<b>ANO</b>	<b>Sebo Bovino (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% (Sebo Bovino)</b>	<b>Óleo de Soja (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% (Óleo de soja)</b>
2018	94.865	21%	211.271	47%
2019	122.119	22%	252.741	45%
2020	81.316	13%	316.445	51%
2021	57.720	10%	347.285	59%
2022	74.220	10%	417.692	57%

Fonte: Conab (2022); IBGE, (2022) e ANP, (2022). Adaptado pelo autor.

Percebe-se, de acordo com a na tabela supracitada, que o comparativo apresentado reflete a utilização de duas matérias-primas, sebo bovino e óleo de soja, na produção de biodiesel ao longo de diferentes anos. Os dados demonstram os volumes absolutos de cada matéria-prima utilizada, bem como a proporção percentual que cada uma representa em relação ao total utilizado para a produção de biodiesel.

Conforme a Tabela 3, é possível observar como a utilização de sebo bovino e óleo de soja varia ao longo dos anos. Por exemplo, em 2018, o óleo de soja representou 47% do total, enquanto o sebo bovino foi responsável por 21%. Essa proporção foi mudando nos anos seguintes, com o óleo de soja aumentando sua participação, atingindo 59% em 2021, enquanto o sebo bovino recuou para 10%.

Essa variação nas proporções entre as matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel indica uma dinâmica de diversificação. À medida que o óleo de soja amplia sua participação, nota-se que a produção de biodiesel está se tornando mais dependente dessa matéria-prima específica. A diversificação das matérias-primas é

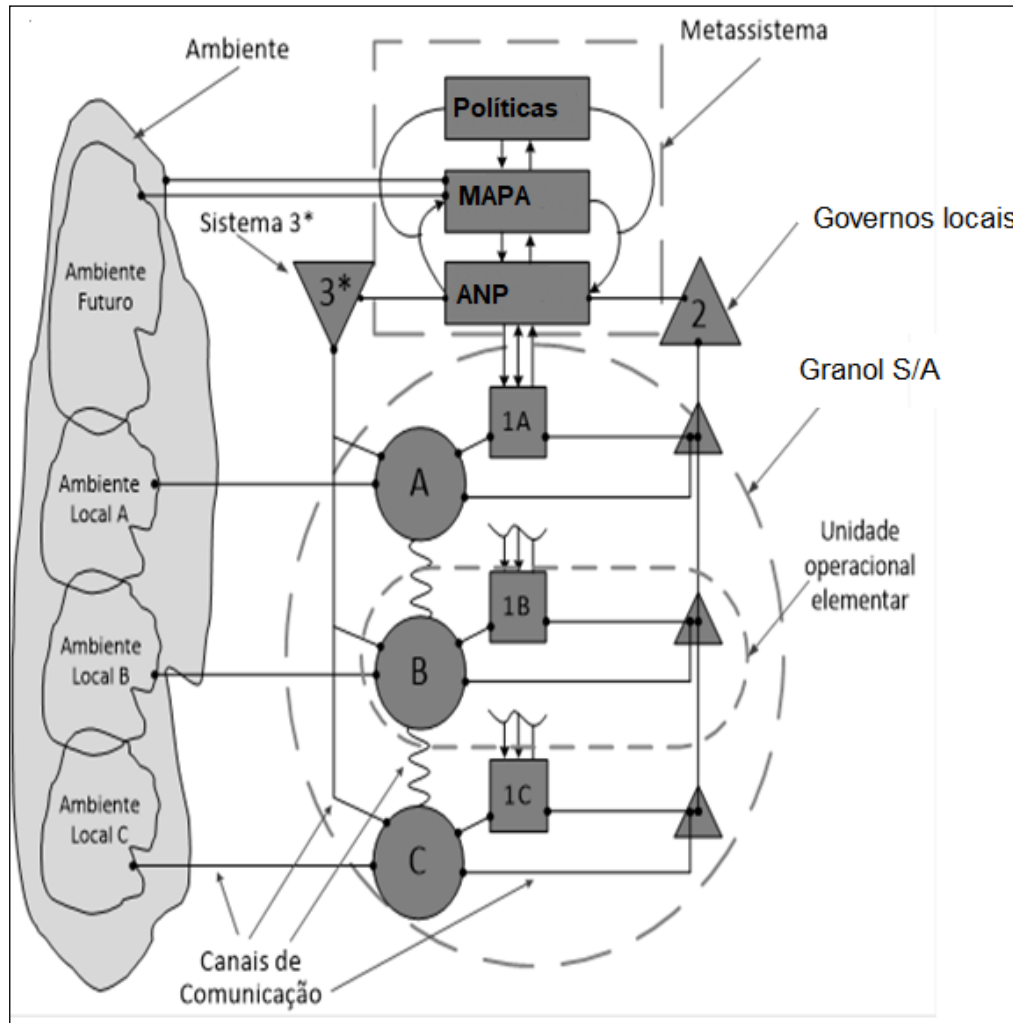
importante para garantir a segurança da cadeia de suprimentos, reduzir a vulnerabilidade a flutuações de mercado e preços, e promover a sustentabilidade ambiental.

Em suma, a tabela do comparativo de volumes de sebo bovino e óleo de soja fornece uma visão clara das mudanças ao longo do tempo na proporção de uso de sebo bovino e óleo de soja na produção de biodiesel, destacando a importância da diversificação das matérias-primas para a sustentabilidade e competitividade do setor de biodiesel.

### **3.3 – SISTEMA EM FOCO INDÚSTRIA DE BIODIESEL DO MATOPIBA: O CASO DA GRANOL DE PORTO NACIONAL - TO**

Após realizar o desdobramento vertical do sistema de interesse, o estudo delineou a estrutura da competitividade do biodiesel, concentrando-se na indústria de biodiesel no MATOPIBA. Na dimensão horizontal, a análise focou no sistema em estudo e sua gestão. A Figura 4 apresenta o ambiente local com as matérias-primas e desafios futuros à esquerda, enquanto à direita mostra os canais de comunicação que auxiliam a gestão a lidar com a complexidade, incluindo a indústria e a produção de biodiesel.

Figura 4 - Competitividade sistêmica do biodiesel na Região MATOPIBA na perspectiva do Viable System Model (VSM)



Fonte: Elaboração própria.

A Figura 4 delinea a estrutura organizacional da competitividade do biodiesel no MATOPIBA. Destaca-se na região a presença da Granol Indústria Comércio e Exportação SA, única produtora de biodiesel no MATOPIBA, em operação situada em Porto Nacional, Tocantins, com capacidade de produção é de 800m<sup>3</sup>/dia. Identificou-se que a logística de transporte do óleo bruto para a indústria de biodiesel requer planejamento quando há necessidade de fornecimento de óleo bruto pelas unidades mais próximas, como em Cariri - TO e Luís Eduardo Magalhães-BA, e unidades mais distantes, como Barreiras-BA e Porto Franco- MA. Em 2022, não se observou a utilização de matérias-primas adicionais, como algodão, girassol, canola, amendoim ou mamona, nas unidades extratoras próximas à produtora de biodiesel do MATOPIBA.

Entre os pontos fracos da região, apurados nas entrevistas, estão os canais de distribuição, a disponibilidade de mão de obra qualificada, a concorrência e as ameaças tecnológicas, como carros elétricos. Diante das informações levantadas, foram identificados alguns pontos críticos no desdobramento horizontal de recursão na produção de biodiesel, os quais são importantes serem pontuados:

- A dependência excessiva da soja ao longo dos anos, o que pode tornar a produção vulnerável às oscilações de preço e disponibilidade dessa

matéria-prima, além de limitar a diversificação do portfólio de produtos do biodiesel;

- A necessidade de integração ou expansão de outras matérias-primas, como algodão e sebo bovino, por exemplo;
- Pouca adaptação à sustentabilidade social dada a dependência da soja ao longo dos anos.

Aplicando a análise das entrevistas pelo VSM, constatou-se os seguintes desafios:

- Políticas públicas (sistema 5): apresenta o desafio direto que é a necessidade de reformular as políticas governamentais para diversificar as matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel. Isso é importante porque a produção de biodiesel no Brasil é predominantemente baseada no óleo de soja, o que torna o setor vulnerável a flutuações de preços e escassez de matéria-prima. Além disso, há o desafio indireto de falta de incentivos e financiamento para pesquisa e desenvolvimento, o que pode dificultar a inovação e a melhoria da eficiência da produção;
- Inteligência Estratégica (sistema 4): constata-se o desafio direto que é a falta de informações precisas e atualizadas sobre o mercado e a concorrência, o que pode dificultar a identificação de oportunidades. É importante avaliar novas matérias-primas e tecnologias que possam ser utilizadas na produção de biodiesel, como forma de aumentar a competitividade do setor e reduzir a dependência de uma única matéria-prima;
- Controle e regulação (Sistema 3): trata-se do controle da ANP, onde fica evidente que existem desafios no que diz respeito ao cumprimento das regras e normas no âmbito do sistema em foco (produção de biodiesel). Essas regulamentações, implementadas pela ANP) buscam assegurar o monitoramento da quantidade e sustentabilidade ao longo de todo o processo de produção e distribuição de biodiesel;
- Controle e regulação (Sistema 3\*): se refere ao sistema de auditoria, que realiza uma avaliação das atividades desenvolvidas pelo sistema em foco (produção de biodiesel), à luz das normas e regras implementadas pela ANP). Durante uma análise realizada neste estudo, tornou-se evidente que os desafios associados a esse sistema recaem sobre entidades ou profissionais independentes e especializados em auditoria. Esses desafios incluem a necessidade de um conhecimento técnico detalhado das operações de produção de biodiesel, bem como das normas e regulamentações do setor. Além disso, garantir o acesso a informações relevantes pode ser uma tarefa complexa, principalmente no acesso a dados sigilosos da empresa;
- Coordenação (sistema 2): São os governos locais diante das dificuldades em coordenar as áreas do setor para garantir a eficiência e produtividade na produção de biodiesel desde o cultivo de matéria-prima até ao consumidor final. É importante estabelecer uma coordenação efetiva entre os diferentes atores da cadeia produtiva, incluindo produtores de matéria-prima, industriais de processamento, distribuidores e consumidores finais, para garantir a eficiência e a qualidade do produto final. Isso inclui também a colaboração com



instituições de pesquisa e desenvolvimento para promover a inovação e a melhoria contínua dos processos;

- Operacional (sistema 1): Constatou-se os elevados custos de produção devido a ineficiências na operação. Considerando uma entrevista realizada com um representante da indústria de biodiesel de Porto Nacional, é possível verificar que a cadeia produtiva da empresa é completa, desde o plantio da matéria-prima até a produção final do biodiesel. No entanto, para o biodiesel se manter competitivo, é importante considerar a aquisição do óleo vegetal de outros fornecedores para evitar a ociosidade da capacidade de produção do biodiesel. Além disso, é importante investir em tecnologia e inovação para melhorar a eficiência e reduzir os custos de produção.

Sobre o ambiente futuro (perspectivas) no que diz respeito à competitividade do biodiesel do MATOPIBA, constatou-se na aplicação do método VSM as seguintes tendências:

- Implementação de uma nova política governamental no Brasil favorável ao biodiesel do MATOPIBA, incentivando a produção e uso de combustível renovável sem riscos ao meio ambiente e à cadeia alimentar no futuro;
- Maior necessidade em investimento em novas tecnologias, dada principalmente por poucos projetos inovadores, refletidos em um baixo nível de patentes do Brasil, comparado com grandes produtores mundiais de biocombustíveis, como os EUA;
- Surgimento de outras normas e regulamentos rígidos para a produção de biodiesel, com o objetivo de garantir a qualidade e segurança do produto, além de fiscalizar o cumprimento dessas normas;
- Aprimoramento das regras e normas no processo de produção de biodiesel implementadas (ANP), que assegure a qualidade e integridade do setor;
- Novo cenário competitivo do setor, onde a garantia da conformidade, qualidade e eficácia das atividades de produção de biodiesel, assim como a promoção da transparência, confiança e sustentabilidade serão elementos essenciais enquanto fatores críticos de sucesso;
- Necessidade de uma maior coordenação por parte dos governos locais, buscando contribuir com o setor em todas as etapas da produção de biodiesel, desde o cultivo da matéria-prima até a entrega ao consumidor final;
- Constante busca para otimizar os processos de produção de biodiesel, inclusive com investimentos em novas tecnologias para melhor aproveitamento dos resíduos agropecuários e industriais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os sistemas analisados, é possível pensar em estratégias organizacionais que podem ser adotadas para expandir o sistema de biodiesel na região do MATOPIBA. Primeiramente, constatou-se que a produção de biodiesel no Brasil tem sido tradicionalmente baseada em matérias-primas que competem diretamente com a cadeia alimentar, como por exemplo, a soja. No entanto, há um crescente interesse na utilização de outras fontes de matéria-prima, como sebo bovino, por exemplo, que já está sendo utilizado para produção de biodiesel na região MATOPIBA. Esta utilização pode trazer benefícios, como a redução da dependência do uso da soja, além de maior sustentabilidade ao meio ambiente através da redução das emissões de gases de efeito estufa.

No entanto, identificou-se, também, alguns desafios em relação à diversidade de matérias-primas existentes no Brasil e na região MATOPIBA. Um deles é o investimento em inovação tecnológica, pois o setor de biocombustíveis no Brasil ainda apresenta uma baixa quantidade de participação de registros de patentes em relação ao Estados Unidos, que é o principal concorrente do biodiesel brasileiro, e que tem investido fortemente em pesquisa e inovação nessa área. Entende-se que o percentual de investimento em inovação tecnológica no Brasil em relação aos Estados Unidos, por exemplo, tende a ser uma das variáveis que justificam a concentração da produção de biodiesel a partir da soja em algumas regiões do país, como o MATOPIBA.

De acordo com os dados coletados, fica evidente que há dependência da soja para a produção de biodiesel MATOPIBA. No entanto, o estudo também conseguiu identificar algumas perspectivas importantes, entre elas a possibilidade de utilização de tecnologias de produção de biodiesel a partir de óleos não comestíveis, permitindo uma produção mais sustentável. Contudo, isso só será possível se forem implementadas políticas públicas que estimulem não somente a utilização do sebo bovino, como o plantio direto e a agricultura familiar de algumas matérias-primas, como a mamona.

Considerando as perspectivas e a viabilidade da competitividade sistêmica do biodiesel, é fundamental compreender que o resultado da implementação de novas políticas públicas depende crucialmente da interação, comunicação e colaboração entre as organizações e instituições ligadas ao setor. O objetivo é construir propostas que assegurem a viabilidade do setor em um ambiente cada vez mais competitivo.

Nesse contexto, percebe-se que a competitividade do biodiesel está diretamente associada a políticas públicas voltadas para ações, projetos e programas que priorizem a sustentabilidade da indústria de biocombustíveis e a segurança no abastecimento. Além disso, está intimamente ligada à defesa dos interesses do consumidor em relação a preço, qualidade e disponibilidade dos produtos. Um exemplo concreto é a Política Nacional de Biocombustíveis (Renovabio), estabelecida pelo governo federal, que priorizou a mistura de biodiesel ao diesel do que à forma como as empresas competem entre si.

Nesse sentido, a competitividade entre empresas é crucial para evitar a estagnação do setor em determinadas regiões. Atualmente, muitos produtores e a produção de biodiesel estão concentrados no Centro-Oeste e Sul do país, enquanto a maior parte do consumo ocorre no Sudeste.

Para promover um equilíbrio de produção e vendas entre as regiões, é fundamental implementar políticas que estimulem uma competição saudável entre

as empresas. No MATOPIBA, por exemplo, estados como Maranhão, Pará, Distrito Federal e Pernambuco se destacam como os principais compradores do biodiesel produzido na região, com a produtora de Biodiesel em Porto Nacional desempenhando um papel importante nesse contexto.

Dessa maneira, políticas que fomentem a competição entre as empresas têm o potencial de distribuir de forma mais equilibrada o desenvolvimento do setor de biodiesel.

Assim, o biodiesel de MATOPIBA pode se tornar mais competitivo no cenário nacional e internacional, desde que haja um percentual equilibrado de utilização de matérias-primas da região, dando preferência às não comestíveis, como, o sebo bovino e o óleo de fritura usado, para que o setor não fique totalmente dependente da produção de soja ou outros tipos de oleaginosas que competem diretamente com a cadeia alimentar. Conforme discutido anteriormente, foi observado que nos últimos anos a soja tem sido a principal matéria-prima utilizada na produção de biodiesel no MATOPIBA, o que suscita preocupações quanto ao possível comprometimento da cadeia alimentar no futuro.

Embora o uso de matérias-primas não comestíveis na produção de biodiesel tenha custos menores, também é preciso que agentes públicos e privados se articulem em torno da implementação de políticas inovadoras para inclusão de matérias-primas mais sustentáveis na região do MATOPIBA. Ao mesmo tempo, torna-se necessária a revisão de políticas de incentivo à produção de biocombustíveis no Brasil, para que haja um uso equilibrado de matérias-primas não comestíveis na produção de biodiesel no MATOPIBA.

Diante das constatações, este estudo traz à tona a resposta do que precisa ser feito para tornar o biodiesel MATOPIBA viável e mais competitivo:

Diversificar as fontes de matéria-prima para reduzir a dependência da soja e, assim, aumentar a produção de outras culturas, como o sebo bovino e o algodão;

A necessidade dos poderes público e privado investirem em tecnologias que permitam o uso de novas matérias-primas emergentes na região, tornando o biodiesel mais sustentável e econômico;

A reformulação das políticas públicas de incentivo à produção e ao consumo de biocombustíveis, como o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB)<sup>1</sup>, uma vez que, a soja para produção de biodiesel é predominante no local;

Estimular as políticas de incentivo público-privadas no planejamento da produção agrícola da região, levando em consideração as condições climáticas e a demanda por biodiesel.

No entanto, sem um comprometimento do poder público e privado para investir em infraestrutura na região e atrair um maior número de produtores de óleos vegetais e animais, especialmente no MATOPIBA, certamente o biodiesel permanecerá menos competitivo tanto no mercado nacional quanto no internacional, que impacta diretamente a capacidade dos produtores de biodiesel, considerando a atual capacidade ociosa existente.

Assim, recomenda-se um plano direcionado para o aprimoramento da competitividade do setor focado na exploração de diferentes matérias-primas, adotando um novo formato adaptado à realidade da agricultura familiar em cada região de maneira que evite a competição direta com a cadeia alimentar, o que pode fortalecer a competitividade do setor no âmbito nacional e internacional.

Nesse sentido, estabelecer um plano de aprimoramento da competitividade do biodiesel na região do MATOPIBA emerge como uma ferramenta essencial para orientar as políticas públicas. Essas ações ou programas, conduzidos por agentes

públicos em colaboração com o setor privado, não só têm o potencial de viabilizar o setor em si, mas também de impulsionar o desenvolvimento local e regional.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Painel dinâmico matéria-prima**. Ano 2022. Disponível em <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiOTlkODYyODctMGJjNSooMGlyLWJmMWh0NGJlNDgoZTg5NjBlIiwidCI6IjQoOTlmNGZmLTloYTYtNGIoMi1iN2VmLTEyNGFmY2FkYzkxMyJ9&pageName=ReportSection8aa0cee5b2b8a941e5e0%22>>. Acesso em 08 de janeiro de 2023.

ANTUNES, V. N. B. Análise de competitividade e eficiência da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil utilizando a MAP. **Revista Brasileira de Energia**, vol. 19, n. 119, p. 119-140, 2013.

BALAT, M. Potential alternatives to edible oils for biodiesel production - A review of current work. **Energy Conversion Manager**, 52, p. 1479-1492, 2011.

BALAT, M.; BALAT, H. Recent trends in global production and utilization of bio-ethanol fuel. **Applied Energy**, vol. 86, p. 2273-2282, 2009.

BARREIROS, T; YOUNG, A; CAVALCANTE, R; QUEIROZ, E. Impact of biodiesel production on a soybean biorefinery. **Renewable Energy**, vol. 159, 2020, p. 1066-1083, 2020.

BEER, S. **Diagnosing the System for Organizations**. Wiley: Chichester. 1985.

BENTI, N. E; ANESEYEE, A. B; GEFFE, C. A; WOLDEGIYORGIS, T. A; GURMESA, G. S; BIBISO, M; ASFAW, A. A; MILKI, A. W; MEKONNEN, Y. S. BIODIESEL PRODUCTION IN ETHIOPIA: Current status and future prospects. **Scientific African**, vol. 19, 2023.

BLANCO, L. de S; CARVALHO, F. T; SANTOS, J. L. A. dos; PEREIRA, V. H. M; DEVES, B. Di S. Agronegócio e suas repercussões no Matopiba. **OKARA: Geografia em Debate**, vol. 15, n. 2, p. 173-190, 2021.

BRASIL. **Decreto n. 9.888, de 27 de junho de 2019**. Dispõe sobre a definição das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis de que trata a Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, e institui o Comitê da Política Nacional de Biocombustíveis - Comitê RenovaBio. Presidência da República, Brasília-DF, de 27 de junho de 2019.

BRASIL. **Decreto nº 8.447, de 6 de maio de 2015**. Dispõe sobre o Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba e a criação de seu Comitê Gestor. Presidência da República, Brasília-DF, de 6 de maio de 2015.

BRASIL. **Lei n. 8.171, de 17 de janeiro de 1991**. Dispõe sobre a política agrícola. Presidência da República, Brasília-DF, de 17 de janeiro de 1991.

CÉSAR, A. da S. **A competitividade da produção do biodiesel no Brasil**: uma análise comparativa de mamona, dendê e soja. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), 2012, 246 f.

CÉSAR, A. da S; CONEJERO, M. A; RIBEIRO, E. C. B; BATALHA, M. O. Competitiveness analysis of “social soybeans” in biodiesel production in Brazil. **Renewable Energy**, Vol. 133, 2019, p. 1147-1157, 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Safra Brasileira de Grãos**. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília-DF, de Ano 2022. Disponível <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em 08 de abril de 2023.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA. **Composição do CNPE**. Ministério de Minas e Energia, Brasília-DF, de 24/12/2020. Disponível em <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe>>. Acesso 07 de abril de 2023.

MIRANDA, S. DO C. DE; BUSTAMANTE, M.; PALACE, M.; HAGEN, S.; KELLER, M.; FERREIRA, L. G. Regional variations in biomass distribution in Brazilian Savanna Woodland. **Biotropica**, vol. 46 (2), p. 125-138, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **MATOPIBA GeoWeb**. 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/bZSz8Y>>. Acesso em: 31/05/2016. Environmental Systems Research Institute – ESRI. IDW – ArcMap 10.3. 2016. Disponível em: <<http://goo.gl/gxk4E2>>.

FERRERO, G.O.; FABÁ, E.M.S.; EIMER, G.A. Biodiesel production from alternative raw materials using a heterogeneous low ordered biosilicified enzyme as biocatalyst. **Biotechnology for Biofuels**, 14, p. 1-11, 2021.

FINCO, M.V.A. AND DOPPLER, W. Bioenergy and sustainable development: the dilemma of food security and climate change in the Brazilian savannah. **Energy for Sustainable Development**, vol. 14, p. 194-199, 2010.

FRANÇOSO, R.D. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. **Natureza & Conservação**, vol. 13 (1), p. 35 40, 2015.

HUNKE, P; MUELLER, E. N; SCHRÖDER, B; ZEILHOFER, P. The Brazilian Cerrado: Assessment of water and soil degradation in catchments under intensive agricultural use. **Ecohydrol** , vol. 8(6):1154–80, 2015. doi:10.1002/eco.1573.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Trimestral do Abate de Animais. Ano 2022**. Disponível <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9203-pesquisas-trimestrais-do-abate-de-animais.html>>. Acesso em 08 de abril de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema IBGE de Recuperação Automática – Sidra**. 2016b. Disponível em: <<http://goo.gl/cto2oF>>.

LAHSEN, M.; BUSTAMANTE, M.M.C.; DALLA-NORA, E.L. Undervaluing and overexploiting the Brazilian Cerrado at our peril. **Environment**, vol. 58 (6), 2016.

LEITE-FILHO, A.T.; DE SOUSA PONTES, V.Y.; COSTA, M.H. Effects of deforestation on the onset of the rainy season and the duration of dry spells in Southern Amazonia. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, vol. 124 (10), 2019.

MAYANGSARI, L.; NOVANI, S.; HERMAWAN, P. Batik Solo Industrial Cluster Analysis as Entrepreneurial System: A Viable Co-creation Model Perspective. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, vol. 169, p. 281-288, 2015.

MURTA, A. L. S; DE FREITAS, M. A. V; FERREIRA, C. G; PEIXOTO, M. M. Da C. L. The use of palm oil biodiesel blends in locomotives: An economic, social and environmental analysis. **Renewable Energy**, vol. 164, p. 521-530, 2021.

MYERS, N; MITTERMEIER, R. A; MITTERMEIER, C. G; FONSECA & JENNIFER, G. A. B. da. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. *Nature Ecology & Evolution*, 1 (99) (2017), pp. 1-3, 10.1038/s41559-017-0099. **Nature**, vol. 403, p. 853-858, 2000. DOI:10.1038/35002501.

OLIVEIRA, F. C. De; LOPES, T. S.A; PARENTE, V; BERMANN, C; COELHO, S. T. The Brazilian social fuel stamp program: few strikes, many bloopers and stumbles. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, vol. 102, p. 121-128, 2019.

OLIVEIRA, T. J. A.; RODRIGUES, W. Vulnerabilidade e o desenvolvimento das regiões do agronegócio no Brasil (2007/2017). **Informe GEPEC**, vol. 24, n. 2, p. 232-248, 2020. DOI: 10.48075/igepec.v24i2.25044.

PÉREZ RÍOS, J. **Diseño y Diagnóstico de Organizaciones Viabes**: Un enfoque sistémico. Valladolid (España), ISBN 978-84-612-5845-1, 2008.

POUSA, G. P.A.G; SANTOS, A. L.F; SUAREZ, P. A.Z. History and policy of biodiesel in Brazil. **Energy Policy**, vol. 35, p. 5393-5398, 2007.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **As principais fitofisionomias do bioma Cerrado**, in: **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa, p. 151-212, 2008.

RIZZOLI, A., e SCHLINDWEIN, S. L. **O controle de agrotóxicos realizado pela CIDASC em Santa Catarina sob a perspectiva do Modelo do Sistema Viável (VSM)**. In: IX Congresso Brasileiro de Sistemas. Anais do IX Congresso Brasileiro de Sistemas. Palmas: Unitins, p. 125-145.

RODRIGUES, W.; BARBOSA, G. F. **Plantas medicinais: uma alternativa econômica para conservação do Cerrado brasileiro?** **Informe GEPEC**, vol. 16, nº 1, p. 160-175, 2012.

RODRIGUES, W.; MELO, J. A. Avaliação econômica de tecnologias de agricultura de baixo carbono em regiões de Cerrado. **Informe GEPEC**, vol. 21, n. 1, p. 82–100, 2017. DOI: 10.48075/igepec.v21i1.15871.

SGROI, F. MODICA, F. Long-term changes in business models in inland and mountainous areas for the promotion of sustainable food systems. **Journal of Agriculture and Food Research**, vol. 10, 2022.

SILVA, M. A.A; CORREA, R. A; TAVARES, M. G. de O; FILHO, N. R. A. A new spectrophotometric method for determination of biodiesel content in biodiesel/diesel blends. **Fuel**, vol. 143, p. 16-20, 2015.

SORDA, G; BANSE, M; KEMFERT, C. **An overview of biofuel policies across the world. Energy Policy**, vol. 38, p. 6977-6988, 2010.

SPERA, S. A; GALFORD, G. L; COE, M. T; MACEDO, M. N; MUSTARD, J. F. Land-use change affects water recycling in brazil's last agricultural frontier. **Global Change Biology**, vol. 22, (10), 2016. DOI: 10.1111/gcb.13298.

SUELA, A. G. L.; ZANETTI DE LIMA, C. .; WOLF, R.; MICHAEL TROTTER, I. Impact of gross domestic product growth on Brazilian native forests: a computable general balance analysis. **Informe GEPEC**, vol. 27, n.1, p.228-245, 2023.

SUELA, A. G. L.; SUELA, G. L.; BOTELHO, L. S.; TROTTER, I. M. Análise de impacto econômico e relações setoriais entre MATOPIBA e o restante do Brasil: uma abordagem por insumo-produto. **Informe GEPEC**, vol. 26, n.1, p. 62-86, 2022.

YADAV, A. K; KHAN, M. E; DUBEY, A. M; PAL, A. Performance and emission characteristics of a transportation diesel engine operated with non-edible vegetable oils biodiesel. **Case Studies in Thermal Engineering**, vol. 8, p. 236-244, 2016.

ZONIN, V. J; ANTUNES, J. A. V; LEIS, R. P. Multicriteria analysis of agricultural raw materials: a case study of BSBIOS and Petrobras Biofuels in Brazil. **Energy Policy**, vol. 67, p. 255-263, 2014.

Recebido em 20/09/2023.

Aceito em 22/02/2024.