

## Biodiesel e Bioquerosene: O Papel da Embrapa Agroenergia





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Agroenergia  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Documentos 21***

## **Biodiesel e Bioquerosene: O Papel da Embrapa Agroenergia**

Manoel Teixeira Souza Júnior  
Guy de Capdeville  
Marcia Mitiko Onoyama Esquiagola  
Daniela Tatiane de Souza  
Gilmar Souza Santos  
João Ricardo Moreira de Almeida  
Richardson Silva Lima  
Rossano Gambetta

Embrapa Agroenergia  
Brasília, DF  
2017

**Embrapa Agroenergia**  
Parque Estação Biológica (PqEB)  
Av. W3 Norte (final)  
CEP 70770-901 Brasília, DF  
Fone: (61) 3448-4246  
Fax: (61) 3448-1589  
[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac/](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/)

**Comitê Local de Publicações**

Presidente: *Alexandre Alonso Alves*

Secretaria-executiva: *Marcia Mitiko Onoyama Esquiagola*

Membros: *André Pereira Leão, Bruno Galvás Laviola, Emerson Leo Schultz, Luciane Chedid Melo Borges, Maria Iara Pereira Machado Rosana Falcão, Sílvia Belém Gonçalves.*

Supervisão editorial e revisão de texto: *Luciane Chedid Melo Borges*

Normalização bibliográfica: *Maria Iara Pereira Machado*

Editoração eletrônica: *Maria Goreti Braga dos Santos*

Foto da capa: *Arquivo Embrapa*

**1<sup>a</sup> edição**

Publicação digitalizada (2017)

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Agroenergia

---

Biodiesel e bioquerosene: o papel da Embrapa Agroenergia /  
Manoel Teixeira Souza Júnior ... [et al.] – Brasília, DF: Embrapa  
Agroenergia, 2017.

34 p. ; il. color. – (Documentos / Embrapa Agroenergia, ISSN  
2177-4439 ; v. 21)

Disponível no endereço eletrônico: <http://www.embrapa.br/agroenergia/publicacoes>

1. Biodiesel - Embrapa Agroenergia. 2. Bioquerosene - Embrapa  
Agroenergia. I. Souza Júnior, Manoel Teixeira. II. Série.

CDD 22. - 338.9

---

© Embrapa 2017

# **Autores**

**Manoel Teixeira Souza Júnior**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF.

**Guy de Capdeville**

Agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF.

**Marcia Mitiko Onoyama Esquiagola**

Engenheira de alimentos, doutora em Engenharia de Produção, analista da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF.

**Daniela Tatiane de Souza**

Economista, doutora em Engenharia de Produção, analista da Embrapa Gestão Territorial, Campinas, SP.

**Gilmar Souza Santos**

Economista, doutor em Engenharia de Produção, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

**João Ricardo Moreira de Almeida**

Biólogo, doutor em Microbiologia Aplicada, pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF.

**Richardson Silva Lima**

Analista de sistemas, mestre em Informática,  
analista da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF.

**Rossano Gambetta**

Engenheiro químico, doutor em Engenharia  
Química, pesquisador da Embrapa Agroenergia,  
Brasília, DF.

# Apresentação

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) foi criado em 13 de janeiro 2005, com a publicação da Lei 11.097, que dispõe sobre a introdução desse biocombustível na matriz energética brasileira, altera leis afins e dá outras providências. Já a Embrapa Agroenergia foi criada pouco mais de um ano depois, mais exatamente no dia 24 de maio de 2006.

Pouco mais de uma década se passou desde a criação do PNPB e da Embrapa Agroenergia. O biodiesel se consolidou na matriz energética do Brasil, e a Embrapa Agroenergia é hoje uma unidade de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) totalmente estabelecida e em pleno funcionamento.

Na Embrapa Agroenergia trabalhamos focados no desenvolvimento de soluções tecnológica inovadoras para a conversão eficiente e sustentável de biomassa em biocombustíveis, produtos químicos e materiais de origem de renovável. O modelo de negócios desta jovem unidade de PD&I é focado na geração de ativos pré-tecnológicos e tecnológicos para inserção no mercado de inovação. Para tanto, adotamos um modelo de inovação aberta, que nos permite negociar as tecnologias desenvolvidas, além de cooperar com instituições e empresas públicas e privadas, visando ao desenvolvimento e à

transferência de nossas soluções tecnológicas para o cliente que dela mais necessita.

Desde o seu primórdio, a história da Embrapa Agroenergia esteve fortemente atrelada ao desenvolvimento científico e tecnológico da cadeia de produção e uso de biodiesel. Diversos foram os temas correlatos a esse setor tratados em projetos de PD&I executados pela Embrapa Agroenergia, sozinha ou em parcerias com instituições públicas e privadas.

Ao fechar da primeira década de existência do PNPB e da Embrapa Agroenergia, veio a necessidade de fazer um estudo detalhado da ação dessa Unidade junto a esse setor. Uma reflexão que nos permitisse identificar os acertos e os erros desta primeira década, e, consequentemente, melhor analisar os cenários futuros e as estratégias a serem abraçadas para manter a Embrapa Agroenergia e o setor de biodiesel em sintonia, em sincronia, em sinergia, na nova década que se iniciava. Essa reflexão e análise gerou este documento que agora apresento e que acrediito irá e muito contribuir para a continuidade dos nossos trabalhos nesse tema e nesse setor.

Tivemos que agregar a essa análise o bioquerosene, outro importante biocombustível que competirá com o biodiesel pelas oleaginosas e pelos óleos por elas produzidos. Essa codependência das mesmas matérias-primas exigiu de nós avaliação conjunta desses biocombustíveis.

A intenção que temos com este documento é basicamente contribuir para a discussão e, consequentemente, para o progresso desse setor tão importante para a sustentabilidade do nosso país e do mundo, que é o setor dos biocombustíveis. Boa leitura!

*Manoel Teixeira Souza Junior*

Chefe-Geral da Embrapa Agroenergia de  
01/09/2011 a 16/10/2016

# **Sumário**

<b>Biodiesel e Bioquerosene: O Papel da Embrapa Agroenergia .....</b>	9
<b>Introdução .....</b>	9
<b>O panorama do setor de biodiesel no Brasil e no mundo.....</b>	11
<b>O panorama da PD&amp;I em biodiesel e bioquerosene na Embrapa Agroenergia.....</b>	17
<b>Considerações do painel de especialistas .....</b>	26
<b>Conclusões .....</b>	29
<b>Referências .....</b>	33



# **Biodiesel e Bioquerosene: O Papel da Embrapa Agroenergia**

---

*Manoel Teixeira Souza Júnior*

*Guy de Capdeville*

*Marcia Mitiko Onoyama*

*Daniela Tatiane de Souza*

*Gilmar Souza Santos*

*João Ricardo Moreira de Almeida*

*Richardson Silva Lima*

*Rossano Gambetta*

## **Introdução**

Em 2015, a Embrapa Agroenergia constituiu um Grupo de Trabalho (GT) para coordenar as ações internas da UD atreladas ao “Observatório de Estudos e Tendências” (<https://www.embrapa.br/web/agropensa/observatorio>) da Embrapa. Esse GT recebeu o nome de GT – Agropensa Agroenergia. A meta definida para esse GT foi de elaboração de dois estudos prospectivos por ano, em temas direta ou indiretamente relacionados ao macrotema “Tecnologia Agroindustrial, da Biomassa e Química Verde”, que é o principal macrotema trabalhado pela Embrapa Agroenergia. Nesse contexto, o primeiro tema escolhido para desenvolvimento de estudo prospectivo foi “Biodiesel/Bioquerosene de Aviação”.

Esta Nota Técnica é o relatório final desse primeiro exercício de observatório de estudos e tendências realizado na Embrapa Agroenergia pelo supracitado GT. O propósito central deste estudo foi angariar e

organizar informações tanto do ambiente externo quanto do interno à UD, que servissem para orientar a equipe da Embrapa Agroenergia na tomada de decisões quanto à pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) nesse tema em curto, médio e longo prazos.

Primeiramente, o GT realizou um levantamento de informações sobre a demanda e a oferta futura de biodiesel. Mais especificamente, o objetivo foi analisar os cenários e as perspectivas para o mercado de biodiesel, matérias-primas e insumos/coprodutos relacionados.

As fontes utilizadas foram principalmente estudos realizados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE); Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP); Organization for Economic Cooperation and Development/Food and Agriculture Organization of the United Nations (OECD/ FAO); Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa); Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove) e também pela Embrapa.

De modo geral, as informações obtidas contemplaram um horizonte temporal até o ano de 2024, maior período abrangido pelos estudos levantados. Em relação ao bioquerosene de aviação, não foram encontrados estudos que delineassem cenários futuros para esse biocombustível. Assim, a análise do ambiente externo esteve centrada, em grande medida, em biodiesel.

Posteriormente, o GT realizou uma análise da carteira de projetos da Embrapa Agroenergia, no tema biodiesel/bioquerosene de aviação entre 2008 e 2015. As fontes utilizadas são os dados de projetos registrados no Sistema de Gestão da Embrapa (SEG).

Por fim, o GT organizou um painel de especialistas no tema da Embrapa Agroenergia, visando angariar maiores contribuições para o estudo prospectivo.

O presente documento estrutura-se em cinco partes, além dessa introdução. A segunda e a terceira partes evidenciam a análise feita

para os ambientes externo e interno, respectivamente. A quarta parte mostra uma síntese para os principais pontos abordados no painel de especialistas. A última parte ilustra as conclusões desta nota técnica.

## O panorama do setor de biodiesel no Brasil e no mundo

O Brasil criou em 2005, por meio da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). O PNPB é um programa interministerial do Governo Federal que teve como objetivo inicial a implementação no Brasil do processo de produção e uso sustentável do Biodiesel. Em 2015, o PNPB completou 10 anos de existência, tendo colhido, nessa primeira década, diversas experiências que viabilizaram a inclusão desse biocombustível na matriz energética do País.

A oferta de biodiesel no Brasil, segundo a EPE, é apresentada na Tabela 1, em um cenário de curto (2015), médio (2019) e longo (2024) prazos. Estima-se que a produção de biodiesel evolua de 3,55 mil toneladas equivalentes de petróleo (tep) em 2015 (4,359 milhões de litros) para 4,528 mil tep em 2024 (5,623 milhões de litros).

**Tabela 1.** Evolução da oferta de biodiesel no Brasil (mil tep).

Discriminação	2015	2019	2024
Produção de petróleo	134.090	183.705	270.030
Petróleo bruto	129.328	178.603	263.844
Líquidos de gás natural	1.213	1.212	1.658
<b>Biodiesel</b>	<b>3.550</b>	<b>3.890</b>	<b>4.528</b>
Energia excedente	11.373	50.622	116.487

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2015).

A principal causa do aumento da produção do biodiesel é explicada pelas mudanças no marco regulatório. A Medida Provisória n. 647

estabeleceu que o volume de biodiesel adicionado ao diesel fóssil fosse alterado de 5% para 6% em 1º de julho de 2014 e, posteriormente, para 7% em 1º de novembro de 2014.

No estudo da EPE, a projeção para a demanda de biodiesel equivale ao consumo obrigatório por esse combustível. Assim, tem-se na Figura 1 uma demanda de biodiesel em 2024 que será equivalente a 5,62 milhões de litros. Essa projeção considerou como premissa que a mistura obrigatória permanecerá em 7% até o ano de 2024. Ressalta-se que essa é uma estimativa pessimista, pois a mistura de biodiesel ao diesel deve chegar a 10% até o ano de 2019 (conforme autorização do governo brasileiro).

A Lei 13.263, de 23 de março de 2016, determinou um aumento no percentual mínimo de adição de biodiesel ao diesel tradicional de 7% para 10% ao longo dos próximos 3 anos. O percentual será aumentado gradativamente, de forma que o índice de biodiesel no diesel passará de 7% para 8% até março de 2017, 9% até março de 2018 e 10% até março de 2019. Além disso, autorizou-se o uso facultativo da mistura de biodiesel em percentual superior ao obrigatório no transporte público e ferroviário, na navegação interior, em equipamentos e veículos destinados à extração mineral e à geração de energia elétrica, bem como em tratores e veículos agrícolas.

Por outro lado, a capacidade instalada de comercialização de biodiesel em março de 2015 não deve ser alterada (Figura 1).

Convém destacar que a demanda por biodiesel depende totalmente do nível de vendas de diesel, dada a sua mistura obrigatória. Assim, os fatores que afetam a demanda por óleo diesel também afetam o consumo de biodiesel no Brasil.

Em relação à capacidade de processamento, nota-se que a capacidade instalada poderia aumentar para de 7,507 milhões de litros em 2015 para 7,876 milhões de litros em 2024. Já o balanço nacional entre a capacidade instalada e a demanda obrigatória mostra-se positivo até 2024, restando uma capacidade adicional de 3,148 e 2,254 milhões de litros, em 2015 e 2024, respectivamente (Tabela 2).

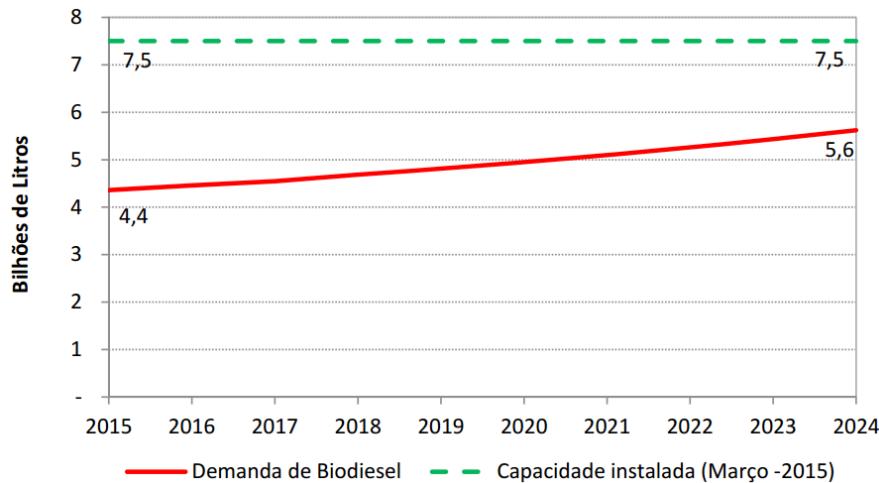


Figura 1. Demanda por biodiesel entre 2015 e 2024 (bilhões de litros).

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2015).

Verifica-se que as regiões Norte, Nordeste e Sudeste não serão autossuficientes em 2015, condição que deve perdurar até 2024, caso não haja a instalação de novos empreendimentos regionais. A explicação para a não autossuficiência em 2015 é dada pela paralização das atividades de várias pequenas empresas, que não conseguiram oferecer o biodiesel a preços competitivos nos leilões em 2013 e 2014 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2014).

Tabela 2. Capacidade de processamento e consumo obrigatório de biodiesel (milhões de litros).

Região	2015 (milhões de litros)			2024 (milhões de litros)		
	Capacidade Instalada	Obrigatório	Balanço	Capacidade Instalada	Obrigatório	Balanço
Norte	0,191	0,473	-0,282	0,242	0,642	-0,400
Nordeste	0,476	0,670	-0,194	0,476	0,906	-0,430
Sul	2,653	0,812	1,842	2,887	1,049	1,838
Sudeste	1,044	1,829	-0,785	1,044	2,252	-1,208
Centro-Oeste	3,143	0,576	2,567	3,228	0,774	2,454
<b>Brasil</b>	<b>7,507</b>	<b>4,359</b>	<b>3,148</b>	<b>7,876</b>	<b>5,623</b>	<b>2,254</b>

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2015).

Por outro lado, a capacidade ociosa prevista (29% em 2024) poderá ser aproveitada, caso se confirme uma tendência de exportação desse produto aos mercados internacionais, principalmente União Europeia. De fato, em 2013, o Brasil exportou biodiesel pela primeira vez para Espanha, Bélgica e Países Baixos. Verifica-se que, no período considerado, a capacidade industrial instalada será suficiente para atender ao consumo interno e exportar excedentes. Ressalta-se, entretanto, que o preço da matéria-prima poderá ser um fator limitante para a expansão de uso do biodiesel (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2014).

Em consonância com os resultados da EPE, a Embrapa Agroenergia realizou uma estimativa para a quantidade que poderia ser demandada de biodiesel (B10), caso ocorra uma mudança no marco regulatório que viabilize a porcentagem de 10% de mistura de biodiesel no diesel até o ano de 2024. Essa estimativa tomou como base dados fornecidos pela Empresa de Pesquisa Energética (2015) e pelo Mapa (BRASIL, 2015).

Nesse sentido, na Tabela 3 são apresentadas estimativas para a quantidade de biodiesel (B10 e B20) que poderia ser produzida em 2024. Considerou-se que a produção total de combustível seja a soma entre a previsão de óleo diesel e biodiesel para o ano de 2024 (69,623 milhões de litros), uma quantidade mantida constante no período de análise. A previsão para 2024 de biodiesel (B7) foi dada pela EPE. Assim, as produções de biodiesel B10 e B20 poderiam atingir 8,041 e 16,026 milhões de litros em 2024, respectivamente. Mas como visto, mesmo em 2024, o País não teria capacidade instalada (7,876 milhões de litros) para atingir essa quantidade de B10 (8,041 milhões de litros).

**Tabela 3.** Projeções para o biodiesel (B10 e B20) em milhões de litros (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015).

Tipo	B7 (2024)	B10 (2024)	B20 (2024)
Óleo diesel	64,000	61,582	53,597
Biodiesel	5,623	8,041	16,026
Total de combustível	69,623	69,623	69,623

Fonte: Elaborado com base em Empresa de Pesquisa Energética (2015).

Em relação à produção mundial, na Tabela 4 compara-se o nível de produção e consumo de biodiesel em economias distintas. A União Europeia, em especial a Alemanha, os Estados Unidos e o Brasil são os maiores produtores de biodiesel. A Argentina, grande produtor de oleaginosas, também constitui importante produtor desse biocombustível. Nota-se que a produção mundial entre 2014 e 2024 poderia ter um incremento de 8,335 milhões de litros, totalizando 38,569 milhões de litros em 2024.

**Tabela 4.** Produção e consumo de biodiesel em países distintos (milhões de litros).

País	Produção		Consumo	
	2014	2024	2014	2024
Estados Unidos	5,795	4,723	6,770	6,633
Brasil*	4,359	5,623	4,359	5,623
Argentina	2,636	2,923	1,136	1,429
Indonésia	2,298	6,789	1,620	5,638
União Europeia	12,028	13,120	12,750	13,452
<b>Mundo</b>	<b>30,234</b>	<b>38,569</b>	<b>29,963</b>	<b>38,297</b>

Fonte: Organisation for Economic co-Operation and Development (2015) e Empresa de Pesquisa Energética (2015).

\* Dados extraídos da Empresa de Pesquisa Energética (2015); Produção = Demanda.

Em 2014, o Brasil foi o segundo maior produtor e consumidor de biodiesel, com praticamente toda sua produção destinada ao consumo interno. Nesse ano, o País exportou apenas 35 mil toneladas de biodiesel para a União Europeia, praticamente a mesma quantidade de 2013 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015).

Na Tabela 5, está ilustrada a participação das matérias-primas no total produzido de biodiesel. Nota-se que o óleo de soja representa atualmente 77% do total das matérias-primas destinadas para a produção de biodiesel. As gorduras animais vêm em segundo lugar, sendo responsável por 20% e as demais matérias-primas (óleo de algodão, óleo de palma, óleo de fritura usado e demais) completam os 3% restantes. O pico da participação do óleo de soja foi em 2012,

quando essa participação foi de 82% sobre o total produzido de biodiesel.

**Tabela 5.** Produção de biodiesel por matéria-prima (m<sup>3</sup>).

Matéria-prima	2010	2012	2013	2014	2015	% sobre total em 2015
Óleo de soja	1.960.822	2.041.667	2.142.990	2.551.813	1.234.090	77%
Gorduras animais	330.574	481.231	611.215	731.935	326.596	20%
Óleo de algodão	57.458	123.247	65.960	81.666	18.485	1%
Óleo de fritura usado	4.751	17.827	30.667	25.949	9.534	1%
Outras	32.835	53.511	66.664	28.475	20.538	1%
<b>Total</b>	<b>2.386.438</b>	<b>2.718.954</b>	<b>2.917.495</b>	<b>3.419.838</b>	<b>1.609.242</b>	<b>100%</b>

Fonte: Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (2015).

Em relação à disponibilidade futura de matéria-prima, não há perspectivas de uma mudança significativa na matriz de matérias-primas no horizonte decenal. A EPE (2015) assumiu que o óleo de soja continuará sendo a matéria-prima mais utilizada na produção de biodiesel.

Há expectativa de que, em longo prazo, o óleo de palma (dendê) possa vir a ter uma contribuição mais significativa na oferta de biodiesel, ultrapassando a gordura animal (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS, 2015). É importante citar também a iniciativa da Amyris, empresa norte-americana que está realizando testes de bioquerosene de forma sistemática, usando como matéria-prima a cana e não fontes oleaginosas.

Em termos mundiais, a Organisation for Economic co-Operation and Development (2014) mostrou que a porcentagem de biodiesel produzido a partir de óleo vegetal foi de 80% em 2013. Em 2023, essa porcentagem deverá ser de 76%. A porcentagem de biodiesel produzida a partir de outras fontes (óleo de cozinha usado e gordura animal) deverá expandir-se de 18% em 2013 para 21% em 2023.

## **O panorama da PD&I em biodiesel e bioquerosene na Embrapa Agroenergia**

A Embrapa Agroenergia foi criada em 24 de maio de 2006, tendo a inauguração da sua sede ocorrido em dois momentos: inicialmente, em dezembro de 2010 foi inaugurada a parte relativa à área de apoio, e, finalmente, em maio de 2012 foram inaugurados os laboratórios. Entre 2008 e 2012, os trabalhos de PD&I da Embrapa Agroenergia foram conduzidos utilizando a infraestrutura de outras Unidades Decentralizadas (UD) da Embrapa, em especial a Embrapa Cerrados e a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. O tema biodiesel esteve presente nas ações de PD&I da Embrapa Agroenergia desde o início. O tema biocombustíveis de aviação começou a receber mais atenção pela UD a partir de 2012, com participação desta nos trabalhos que levaram à publicação do livro “Roadmap for sustainable aviation biofuels for Brazil” (CORTEZ, 2014).

Para um melhor entendimento de como os projetos relacionados ao tema Biodiesel/Bioquerosene de aviação estão distribuídos nas linhas de pesquisa desenvolvidas na Embrapa Agroenergia, esses foram classificados em três grandes pilares, identificados como Biomassa, Transformação da Biomassa e Produto. Na Tabela 6, encontra-se a listagem dos projetos de acordo com os respectivos pilares.

**Tabela 6.** Projetos versus pilares Biomassa, Transformação da Biomassa e Produto.

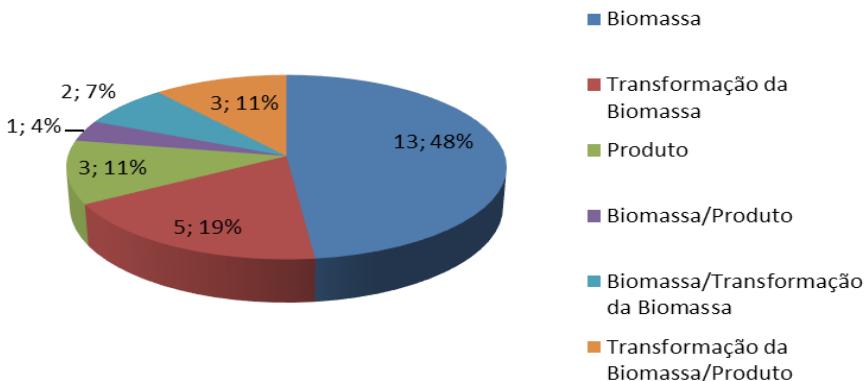
Projeto	Pilares
Dinamização do banco ativo de germoplasma de dendê ( <i>Elaeis guineensis</i> ) da Embrapa e apoio ao melhoramento genético	Biomassa
Pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) em palmáceas para a produção de óleo e aproveitamento econômico de coprodutos e resíduos	Biomassa
Estratégias quantitativas e biotecnológicas no melhoramento genético de pinhão-manso para a produção de biodiesel	Biomassa
<i>Ensuring Food and Energy Supply using Multi-use Agroforestry Models in Northeast Brazil</i>	Biomassa
Desenvolvimento e validação de estratégia de genotipagem-por-sequenciamento baseada em captura de sequências para palma de óleo ( <i>Elaeis spp.</i> )	Biomassa
Eficiência de floculantes na concentração de microalgas marinhas e seus efeitos sobre a extração de pigmentos, açúcares, lipídeo e qualidade do biodiesel produzido	Biomassa
Pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) em pinhão-manso ( <i>Jatropha curcas</i> L.) para a produção de biodiesel	Biomassa
<i>Jatropha curcas</i> : pesquisa aplicada e tecnológica em características de planta	Biomassa
Recursos genéticos de palma de óleo e caiauá: novas estratégias de conservação, avanço no conhecimento e uso sustentável da diversidade genética	Biomassa
Desenvolvimento e modelagem de sistemas de produção de oleaginosas na reforma de canavial para produção sustentável de biodiesel na Região Centro-Sul	Biomassa
Melhoramento genético do dendêzeiro assistido por Biotecnologias Visando Aumento de Produtividade, Redução do Crescimento e Resistência ao Amarelecimento Fatal	Biomassa
Conservação, caracterização e documentação de espécies nativas e exóticas com potencial de uso em agroenergia	Biomassa
Pré-melhoramento do babaçu	Biomassa

Continua...

**Tabela 6.** Continuação.

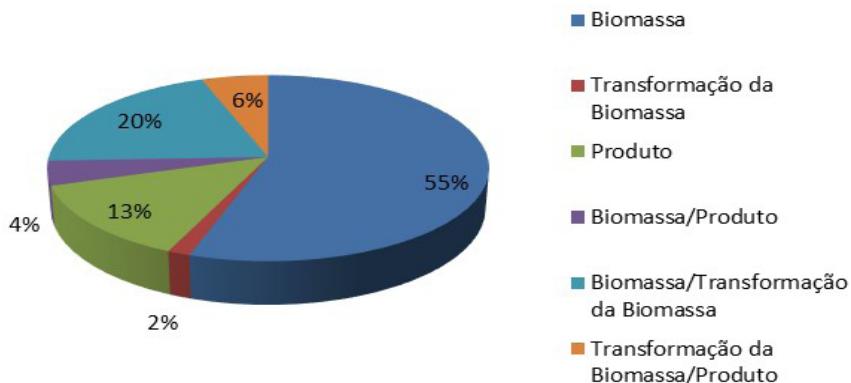
Projeto	Pilares
Utilização de microalgas cultivadas em meio suplementado com vinhaça e gás carbônico para produção de biocombustíveis e coprodutos	Biomassa
Estratégias genômicas e agregação de valor para a cadeia produtiva de dendê	Biomassa / Transformação da Biomassa
Desenvolvimento de métodos analíticos para identificação e monitoramento de compostos químicos de valor agregado produzidos a partir da bioconversão de glicerina	Produto
Desenvolvimento tecnológico do sistema produtivo sustentável da macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.) no Pantanal de Mato Grosso Sul	Transformação da Biomassa
Seleção de microrganismos para produção de químicos a partir da glicerina bruta gerada na produção de biodiesel	Transformação da Biomassa
Destoxificação da torta de pinhão-manso ( <i>Jatropha curcas</i> ) para aplicação em ração animal visando à sustentabilidade da cadeia produtiva de biodiesel	Transformação da Biomassa
Destoxificação da torta de pinhão-manso ( <i>Jatropha curcas</i> L.)	Transformação da Biomassa
Desenvolvimento de condicionadores de solo e fertilizantes de liberação lenta a partir de coprodutos e resíduos da indústria de óleos e biodiesel	Transformação da Biomassa
Desenvolvimento de processo de produção de biodiesel por rota enzimática	Transformação da Biomassa / Produto
Aproveitamento da glicerina coproduto da produção de biodiesel para obtenção de químicos visando agregar valor à cadeia produtiva do dendê	Transformação da Biomassa / Produto
Destoxificação de tortas/farelos da cadeia do biodiesel através de compostagem associada ao cultivo de cogumelos	Transformação da Biomassa/ Produto
Desenvolvimento e validação de métodos inovadores para a garantia da qualidade do biodiesel e de suas misturas ao diesel	Produto
Sistema produtivo de biodiesel a partir de misturas de óleos vegetais virgens e usados	Produto

Na Figura 2, apresenta-se a distribuição dos projetos, nos pilares supracitados, considerando um total de 27 projetos no tema Biodiesel/Bioquerosene de aviação.



**Figura 2.** Distribuição dos projetos nos pilares Biomassa, Transformação da Biomassa e Produto.

Observando a Figura 2, um total de 67% dos projetos implementados pela Embrapa Agroenergia, desde o ano de 2008 até o momento atual, estão primordialmente relacionados com trabalhos nos pilares de Biomassa e Transformação da Biomassa. Com relação à representatividade desses projetos, considerando o aspecto de recursos financeiros captados (referem-se somente aos projetos liderados pela Unidade). Na Figura 3, está apresentada a distribuição dos pilares com base no quantitativo de recurso financeiro captado. Observando o gráfico, um total de 75% do recurso financeiro captado está alocado em projetos classificados nos pilares Biomassa e Biomassa/Transformação da Biomassa.



**Figura 3.** Distribuição financeira nos pilares Biomassa, Transformação da Biomassa e Produto em Projetos liderados pela Unidade.

Dividindo os projetos apenas nos pilares, considerando um *split* 50%/50% nos pilares mistos, tem-se: 67% no pilar da biomassa, 18% no pilar de produto e 15% no pilar de transformação de biomassa. Nota-se que projetos unicamente dedicados à transformação da biomassa aparecem com apenas 2% dos recursos captados.

Considerando o novo modelo de identificação de resultados e formas de entrega em projetos da Embrapa, difundido e implantado na empresa no período de 2013 a 2014, bem como tendo como referência apenas os projetos identificados na Tabela 6, na Figura 4 apresentamos a ocorrência de tipos de resultados dos projetos no tema Biodiesel/Bioquerosene de aviação.

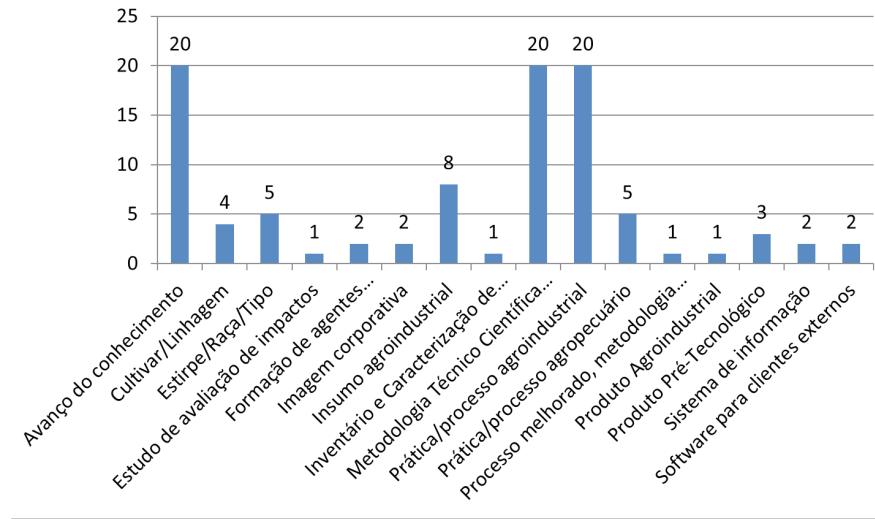


Figura 4. Tipos de resultados dos projetos no tema Biodiesel/Bioquerosene de aviação.

A Embrapa classifica seus tipos de resultados em duas categorias institucionais, a saber: Resultados do Processo de Produção e Resultados de Processos Transversais. Na Tabela 7, relacionamos os resultados com as respectivas categorias em que se enquadram.

**Tabela 7.** Resultados e definições (simplificadas) versus categorias institucionais de classificação de resultados na Embrapa.

Categoria	Tipo de Resultado <sup>1</sup>
Processo de Produção	<p><b>Avanço do conhecimento</b> – Conhecimentos que representam avanços incrementais para o desenvolvimento de soluções de P&amp;D passíveis de aplicação em sistemas produtivos, bem como estabelecem novos paradigmas conceituais ou nova fundamentação na fronteira do conhecimento.</p> <p><b>Cultivar/linhagem</b> – Podem ser qualificadas como: cultivar gerada; em desenvolvimento; matriz com proteção requerida; registro requerido; registrada; protegida; lançada; indicada.</p> <p><b>Estirpe/raça/tipo</b> – Estirpe/Raça/Tipo resultantes do desenvolvimento e caracterização de animais de uma mesma espécie ou estirpe de microrganismo.</p> <p><b>Formação de agentes multiplicadores<sup>2</sup></b> – Envolve a utilização de recursos humanos e materiais condizentes com as atividades fim da Embrapa e suas Unidades, com orientação de pesquisador qualificado. Deve ser estabelecida por meio de convênios firmados com instituições de ensino e pesquisa, podendo as tarefas relacionadas serem executadas na Embrapa ou fora, de acordo com o especificado no termo de convênio.</p> <p><b>Insumo agroindustrial</b> – Ativos tecnológicos que se constituem em matéria-prima ou produto desenvolvido ou adaptado para uso em cadeias produtivas do agronegócio. Por exemplo: vacinas; sementes e mudas; fertilizantes; inoculantes e outros bioproductos, entre outros.</p> <p><b>Inventário e caracterização de diversidade genética</b> – Caracterização de sistemas naturais e agrícolas, para fins de uso sustentável dos recursos e o planejamento de paisagens sustentáveis. Estudos de caráter socioeconômico e cultural voltados ao reconhecimento e à priorização de territórios e suas comunidades, bem como a caracterização de atividades relacionadas às diversas formas de uso e ocupação da terra.</p>

Continua...

**Tabela 7.** Continuação.

Categoria	Tipo de Resultado <sup>1</sup>
	<p><b>Metodologia técnico científica em P&amp;D, TT ou comunicação</b> – Desenvolvimento de novas ou avanço incremental em metodologias científicas, considerando também novas metodologias para transferência de tecnologia, comunicação e processos correlatos.</p>
	<p><b>Prática/processo agroindustrial</b> – Conjuntos encadeados de operações utilizadas em nível comercial ou industrial na agroindústria, aplicável às escalas de bancada, de planta-piloto ou para uso em escala comercial.</p>
	<p><b>Prática/processo agropecuário</b> – Conjunto de procedimentos e/ou técnicas utilizadas na produção agropecuária, florestal e manejo de recursos hídricos, pesqueiros, faunísticos e florísticos.</p>
	<p><b>Produto Agroindustrial</b> – Ativos tecnológicos, desenvolvidos ou adaptados para produção pelas agroindústrias / biorrefinarias, empregando práticas / processos industriais inovadores ou convencionais de biomassa, destinados ao consumidor final.</p>
	<p><b>Produto Pré-Tecnológico</b> – Produtos que permitem caracterizar, mapear e/ou identificar potenciais ativos de inovação voltados para o melhoramento genético e para a geração de novos produtos.</p>
	<p><b>Software para clientes externos</b> – São softwares desenvolvidos pela Embrapa, destinados para uso por terceiros (parceiros, produtores rurais, empresas, órgãos de governo, institutos de pesquisa, universidades, cooperativas).</p>
Processo transversal	<p><b>Estudo de avaliação de impactos</b> – Refere-se à aplicação de metodologias para avaliar os impactos econômicos, sociais, ambientais e institucionais das tecnologias geradas e transferidas pela Embrapa, e dos posicionamentos institucionais assumidos, bem como a apresentação e divulgação dos resultados dessas avaliações.</p>

Continua...

**Tabela 7.** Continuação.

Categoria	Tipo de Resultado <sup>1</sup>
	<b>Imagen corporativa</b> – Ações, eventos e instrumentos desenvolvidos e utilizados visando fortalecer ou consolidar a imagem da empresa junto a seus públicos.
	<b>Processo melhorado, metodologia ou estudo técnico, organizacional e gerencial</b> – Referem-se a ações de melhoria incremental, baseadas em diagnósticos e/ou estudos e que são aplicadas a um processo/metodologia gerencial, administrativo ou técnico, que vão resultar em avanços significativos ou numa versão atualizada, sem alterar a concepção original do processo/metodologia.
	<b>Sistema de informação<sup>3</sup></b> – Conjunto de programas de computador, procedimentos, regras e qualquer documentação associada pertinente à operação de um sistema de informação e/ou disponibilização de informações geradas/coletadas/sistematizadas/analisadas em estudos, diagnósticos, zoneamentos, monitoramentos, mapeamentos.

Dessa forma, dos 16 tipos de resultados listados na Tabela 7, 75% estão relacionados a resultados da categoria Processo de Produção e 25% estão relacionados a Processos Transversais. Isso se relaciona diretamente ao fato de a Embrapa Agroenergia fortalecer ações que possam se desdobrar em entregas finalísticas para os projetos de pesquisa que desenvolve.

<sup>1</sup> As definições apresentadas na Tabela 7, bem como seus exemplos completos, podem ser consultadas na Lista Geral de Tipos de Resultados e suas Formas de Entrega, versão vigente, que é disponibilizada pelo Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD) na Intranet da Embrapa (<http://intranet.embrapa.br>).

<sup>2</sup> Atualmente, esse tipo de resultado é denominado “Apoio à formação de estudantes de graduação e pós-graduação”.

<sup>3</sup> Atualmente, esse tipo de resultado é denominado “Sistema de informação ou análise”.

## Considerações do painel de especialistas

O painel de especialistas é uma ferramenta de prospecção tecnológica em que um grupo de especialistas em determinada área do conhecimento se reúne para debater um tema em questão. Dentro do âmbito do Agropensa-Agroenergia, realizou-se um painel de especialistas sobre o tema biodiesel e bioquerosene de aviação em 19 de novembro de 2015. O painel foi formado pelos pesquisadores e analistas mais envolvidos com o assunto dentro da Unidade. As questões iniciais que nortearam o painel foram:

- Quais seriam as biomassas/coprodutos empregadas no curto, médio e longo prazo para a produção de biodiesel e bioquerosene de aviação?
- Quais seriam as rotas tecnológicas empregadas no curto, médio e longo prazo para produção de biodiesel e bioquerosene de aviação em nível nacional e internacional?
- Quais as oportunidades abertas para o biodiesel e bioquerosene de aviação no País e em nível internacional?

A síntese dos principais pontos abordados no painel de especialistas é apresentada abaixo. Espera-se que as observações e conclusões possam servir como orientações para a estratégia de pesquisa futura na Embrapa Agroenergia.

Em relação à **biomassa**, parece haver um consenso de que para o País é estratégico diversificar as fontes de matéria-prima. Importante salientar que essa demanda de diversificação de matéria-prima para a produção de biodiesel tem origem em diferentes setores do governo e não da iniciativa privada ligada ao setor de produção e uso de biodiesel. Assim, a diversificação visa prioritariamente promover a inclusão social e regional, com foco principalmente na agricultura familiar e nas regiões Norte e Nordeste.

Essa assertiva justifica-se pelo espaço produtivo atualmente ocupado pela soja (como visto acima, 77% da produção nacional de biodiesel

é proveniente dessa fonte). A soja continua sendo a principal matéria-prima para a produção de biodiesel no País, em virtude da grande disponibilidade, escala de produção e rota tecnológica consolidada. Ao mesmo tempo, é muito grande o apelo à exploração de potencialidades distintas da biomassa em termos regionais, sob o ponto de vista social. Um exemplo disso seriam as potencialidades provenientes do cultivo da palma de óleo (do dendê) e da macaúba no Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil. Entretanto, sabe-se que, para algumas matérias-primas, o sucesso da diversificação da produção brasileira dependerá de ampla escala de produção e da consolidação da rota tecnológica, o que certamente coloca a necessidade de eleger matérias-primas que estejam em uma escala mais avançada de tecnificação. Além disso, dada à limitação quantitativa do corpo técnico interno, enfatizar algumas linhas de pesquisas-chave é necessário para evitar esforços em atividades que não sejam centrais para a Unidade.

Nesse sentido, dentro da estratégia de “diversificar, porém com foco”, estaria implícito:

- 1) Reconhecimento de que a soja é, e continuará sendo, ao menos em médio prazo, a principal fonte de matéria-prima para o biodiesel no País.
- 2) Existência de potencialidades e disponibilidades distintas das regiões em ofertar biomassa, o que evidentemente incentiva a diversificação produtiva regional.

Na diversificação de matérias-primas, pensa-se em trabalhar com aquelas de aplicação regional. Porém, além das limitações técnicas dessas biomassas, ressaltam-se as dificuldades i) de obtenção da própria matéria-prima e seus derivados, haja vista a localização da Unidade; ii) “competição” com área de atuação de outras Unidades da Embrapa; iii) dificuldades de gerir as redes dentro e fora da Embrapa. Dessa forma, fica claro que alguns desafios são da Embrapa e não da Embrapa Agroenergia.

Essas constatações em relação à biomassa foram corroboradas pelos especialistas presentes no painel e amparadas por outro consenso: a existência de grandes gargalos para adoção de outras matérias-primas que não a soja, como palma de óleo (por exemplo, origem regulatória, fitossanitária, custos de produção, falta de políticas públicas).

Em relação ao **aproveitamento de resíduos**, houve um consenso de que, entre os coprodutos/matérias-primas com potencial de reaproveitamento estão óleo de fritura, lodo de esgoto, resíduos da cadeia de dendê. Trata-se de cadeias produtivas (biodiesel, microalgas, dendê) com amplas potencialidades técnicas, ambientais e socioeconômicas de exploração. Destacou-se também no painel a necessidade de avaliar quais resíduos realmente teriam impacto para a Unidade, considerando quais resíduos seriam gerados pela cadeia. Ressaltou-se que existem vários resíduos e várias oportunidades para agregação de valor, mas aspectos como disponibilidade geográfica, quantidade, valor e possíveis produtos a serem gerados devem ser considerados antes de se iniciar trabalhos com resíduos.

Em relação às **rotas tecnológicas para produção de biodiesel**, houve uma convergência de opiniões sobre a dificuldade de mudar a rota de transesterificação, dado o estado de consolidação da mesma. Grande parte desse consenso parte do pressuposto de que os produtores de biodiesel não seriam favoráveis a mudanças nas rotas estabelecidas em suas usinas, uma vez que o processo existente já é bastante eficiente (alto rendimento e baixo custo). Uma nova rota tecnológica poderia acarretar maiores custos para os produtores e menor competitividade frente a outras fontes de energia. Em relação aos insumos do processo de produção de biodiesel, convém destacar que a unidade devota esforços em pesquisas envolvendo catalisadores enzimáticos desde 2013 para a produção de biodiesel. Apesar de essa rota ser consideravelmente mais cara no momento, pesquisadores chineses apresentaram uma nova tecnologia que permite reduzir de forma acentuada os custos de produção de catalisadores enzimáticos. Trata-se de um grande potencial que pode ser avaliado mais cuidadosamente, especialmente considerando outros usos dos catalisadores enzimáticos.

Em relação ao **bioquerosene de aviação**, as oportunidades para a Embrapa Agroenergia estariam na etapa anterior à obtenção dos hidrocarbonetos. A Unidade, embora não tenha experiência nessa tecnologia, possui recursos humanos de elevada qualificação capazes de adquiri-la. Nesse caso, seria necessário optar por mudar o foco das pesquisas em andamento.

No que se referem aos **estudos transversais**, grande ênfase foi dada à necessidade de a Embrapa Agroenergia reforçar sua atuação em estudos sobre cadeias produtivas/valor, bem como em estudos que possibilitem avaliações prévias ou acompanhamento da viabilidade técnico-econômica e social dos projetos e tecnologias. Ademais, houve um consenso de estudos sobre prospecção tecnológica e cenários.

Por fim, um ponto em que não houve convergência entre os especialistas foi em relação às pesquisas envolvendo **pinhão-manso/destoxificação**. Embora alguns especialistas tenham ressaltado que a Unidade deveria continuar as pesquisas envolvendo a destoxificação de torta de pinhão-manso/algodão, outros especialistas mostraram-se contrários a isso. O argumento em favor da continuidade de pesquisas com pinhão-manso deve-se ao fato de a Embrapa Agroenergia já ter empreendido muito esforço e recursos para desenvolver uma nova cultivar. Além disso, sob o ponto de vista econômico, é fundamental o aproveitamento integral da biomassa para a viabilidade de uma nova cadeia produtiva, como o pinhão-manso. Sendo assim, a Unidade não deveria descontinuar projetos dessa linha e, sobretudo, envolvendo a destoxificação. Por outro lado, o argumento contrário à continuidade dessas pesquisas deve-se à reduzida demanda por parte do mercado atualmente.

## Conclusões

Este estudo prospectivo levantou informações para subsidiar o posicionamento estratégico da Embrapa Agroenergia na área de biodiesel e bioquerosene de aviação nos próximos anos. No Brasil, o

biodiesel é produzido a partir de óleos vegetais, gorduras animais e óleos resíduais, utilizando a rota catalítica de transesterificação com metanol. A reação de transesterificação de óleos e gorduras dá origem a ésteres metílicos (biodiesel) e à glicerina (subproduto). A fonte de matéria-prima com maior participação é o óleo de soja (77%), seguida de longe pela gordura animal (20%) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS, 2015). Muitas das usinas de produção de biodiesel estão integradas ao processamento da própria soja, produzindo farelo de soja como produto principal e o óleo de soja como um subproduto.

A Embrapa Agroenergia entende que a cadeia de produção de biodiesel, embora jovem (pouco mais de 10 anos de existência), já se encontra bem consolidada no Brasil. Porém, fica claro que é estratégico continuar trabalhando na diversificação de biomassas para a produção de biodiesel. A necessidade de diversificação não decorre atualmente da falta de biomassa, ou seja, uma demanda direta do setor produtivo, mas decorre de uma preocupação do Governo Federal em promover a integração regional (principalmente na região Norte e Nordeste do País) e a integração social (de médios e pequenos produtores e da agricultura familiar). Embora se trate de uma demanda estratégica e social induzida pelo Estado, a Unidade, em decorrência de limitações de infraestrutura e de recursos humanos, precisa eleger biomassas principais para seu foco de atuação. Nas demais biomassas, a Embrapa Agroenergia pode atuar auxiliando outras Unidades Decentralizadas da Empresa. Hoje, a Unidade tem focado suas ações de pesquisa no tema diversificação de biomassas para produção de biodiesel em: microalgas, palma de óleo, pinhão-manso e macaúba.

Em termos de uso de resíduos e coprodutos em conexão com a cadeia de produção de biodiesel e com a nascente cadeia de produção de bioquerosene, a Embrapa Agroenergia deve estar atenta aos critérios de viabilidade de uso do resíduo e coprodutos, pois vários estão disponíveis, mas nem todos atendem critérios como disponibilidade industrial e territorial. Além disso, a Unidade precisa definir onde atuar principalmente, buscando cadeias de pequeno, médio ou grande porte.

Logo abaixo, elencam-se algumas demandas consideradas de alta, média e baixa prioridade para a Unidade:

- Sustentabilidade, no seu pilar ambiental, desenvolvendo estudos de validação de indicadores e de estabelecimento de métricas para os indicadores. A Unidade já possui uma iniciativa nessa linha por meio do fomento da análise de indicadores de sustentabilidade utilizando o Sistema Ambitec. Este trabalho, iniciado em 2013, customizou esse sistema para atender à realidade do macrotema agroenergia. Já foi realizada até o momento a análise *ex ante* de tecnologias constantes em 13 projetos da carteira de projetos da Unidade.
- Qualidade do biodiesel, métodos visando monitorar e também garantir a qualidade final do biocombustível. Os compromissos assumidos pelo Brasil na Agenda de Sustentabilidade da COP21 preveem a necessidade de aumentos continuados na mistura de biodiesel ao diesel. Esse aumento precisa acontecer com garantias da qualidade do biocombustível em conformidade com critérios definidos internacionalmente e nacionalmente. Limitações decorrentes de contaminação microbiana e de estabilidade no armazenamento precisam de especial atenção da pesquisa, com vistas a promover o desenvolvimento e a transferência do conhecimento e das tecnologias necessárias à garantia da qualidade do biodiesel.
- Existem diversas oportunidades de aumento da eficiência e da competitividade do setor de produção de biodiesel e bioquerosene mediante a diversificação de matéria-prima e a diversificação de produtos. O aproveitamento de resíduos e coprodutos, seja como matéria-prima para a produção do biocombustível (advinda de outras cadeias de produção, além da cadeia da soja e de produção animal), seja para a produção de bioproductos com maior valor agregado (utilizando os resíduos e coprodutos da cadeia de produção de biodiesel e bioquerosene), vem ao encontro desse conjunto de oportunidades. Essa diversificação pode ocorrer pelo aproveitamento de resíduos e coprodutos de outras cadeias de produção agrícola, agroindustrial e de resíduos urbanos, que ainda não estão relacionadas diretamente com a cadeia de produção desses biocombustíveis. Um exemplo seria a produção de “biocrude” a partir de lodo flotado oriundo de estações de tratamento de esgoto, com posterior refino para produção de biocombustíveis e de outros bioproductos de maior valor agregado.

- Aumento da eficiência da transformação da biomassa em biodiesel e bioquerosene, com foco na redução de custo de produção e/ou no aumento da produtividade. A produtividade média de soja no Brasil, responsável hoje por 75% do óleo utilizado para produção de biodiesel, é de aproximadamente 3 mil kg/ha, o que gera entre 500 L e 600 L de óleo por hectare. Tecnologias que permitam o aumento significativo da produção de óleo por hectare, conjuntamente ou de forma separada com tecnologias que possibilitem reduções no custo de produção do litro de óleo por hectare, certamente irão favorecer o aumento da competitividade desse setor.
- Diversificação das biomassas, atendendo demanda governamental. O Norte e Nordeste do Brasil, nas regiões onde não se produz soja, ainda não se encontram fortemente integrados ao PNPB. Entre as principais causas dessa não integração, está a falta de culturas oleaginosas capazes de atender à escala da demanda, com custo de produção competitivo. Uma maior integração dessas regiões do País ao PNPB constitui uma das prioridades do Governo Federal.

Uma dessas demandas estaria dentro do setor de aviação, que é fortemente dependente dos combustíveis líquidos derivados do petróleo em decorrência da densidade energética necessária para aplicações aeronáuticas. Além disso, o custo do querosene de aviação acarreta elevados custos operacionais para o setor, podendo os biocombustíveis ser uma oportunidade de ampliar a competitividade. Porém, esse novo desafio requer estudos estratégicos para a Unidade, dado o requerimento de mão de obra e integração das atividades.

Nesse sentido, o painel de especialistas corroborou a importância de a Unidade manter a atuação em linhas de pesquisa envolvendo biodiesel e bioquerosene de aviação. Contudo, como mostrado na seção anterior, a atuação da Unidade deveria focar em algumas linhas de pesquisa consideradas prioritárias, tendo em vista a demanda de mercado, o perfil das rotas tecnológicas atuais e o know-how já acumulado pela Embrapa Agroenergia.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. **Estatística**.

Brasília: MAPA, 2015. Disponível em: <[http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NCOyLTE=\\_>](http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NCOyLTE=_>)>. Acesso em: 22 set. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Benefícios ambientais da produção e do uso do biodiesel**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/camaras-setoriais-e-tematicas/beneficos-ambientais-biodiesel](http://www.agricultura.gov.br/camaras-setoriais-e-tematicas/beneficios-ambientais-biodiesel)>. Acesso em: 22 set. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio: Brasil 2014/2015 a 2024/2025**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/Proj\\_Agronegocio2016.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/Proj_Agronegocio2016.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2016.

CORTEZ, L. A. B. (Ed.). **Roadmap for sustainable aviation biofuels for Brazil: a flightpath to aviation biofuels in Brazil**. São Paulo: Blucher, 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). **Plano decenal de expansão de energia 2023**. Brasília, DF: Ministério das Minas e Energia, 2014. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pdee/forms/epeestudo.aspx>>. Acesso em: 22 set. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). **Plano decenal de expansão de energia 2024**. Brasília, DF: Ministério das Minas e Energia, 2015. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pdee/forms/epeestudo.aspx>>. Acesso em: 22 set. 2016.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2014-2023**. Disponível em <[https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH\\_AGLINK\\_2014](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH_AGLINK_2014)>. Acesso em: 22 set. 2016.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025**. Disponível em <[https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH\\_AGLINK\\_2014](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH_AGLINK_2014)>. Acesso em: 10 set. 2015.



---

*Agroenergia*

MINISTÉRIO DA  
**AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO**



CGPE 13933