

**CENÁRIOS SOBRE A PRODUÇÃO DE BIODIESEL E DE ETANOL  
EM 2030 NO BRASIL SEGUNDO O  
INDC (INTENDED NATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTIONS)**

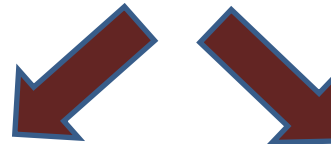


**ETANOL**



**BIODIESEL**

# BIOCOMBUSTÍVEIS



**BIOQUEROSENE**

# ETANOL

## PRODUTIVIDADE

Etanol substituiu entre 1975-2015  
2,51 bilhões de barris de gasolina

## CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO

Reservas provadas de petróleo e condensados (incluindo o Pré-Sal) em 2015:

10,52 bilhões de barris (critério SEC), ou  
13,28 bilhões de barris (critério SPE/WPC).

## RENOVAÇÃO DOS CANAVIAIS

## MATERIAL POPAGATIVO

Por ser RENOVÁVEL, no ritmo atual, 127 milhões de barris serão substituídos sem a necessidade de novos investimentos a cada ano.

## PRÉ DISPOSIÇÃO PARA INVESTIMENTO E ADOÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS

## Consumo de Etanol Combustível no Brasil



Fonte: Calculado pela DATAGRO a partir de dados da ANP

**PRODUÇÃO DE 2015**  
**30 Bi de Litros**



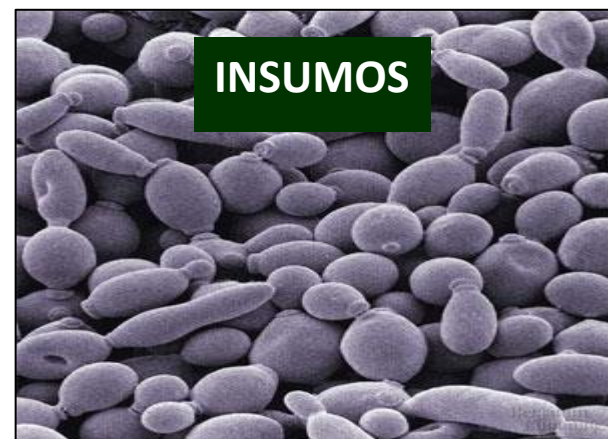
**Viável Economicamente**

**≠**



**Subsidiado pelo Governo**

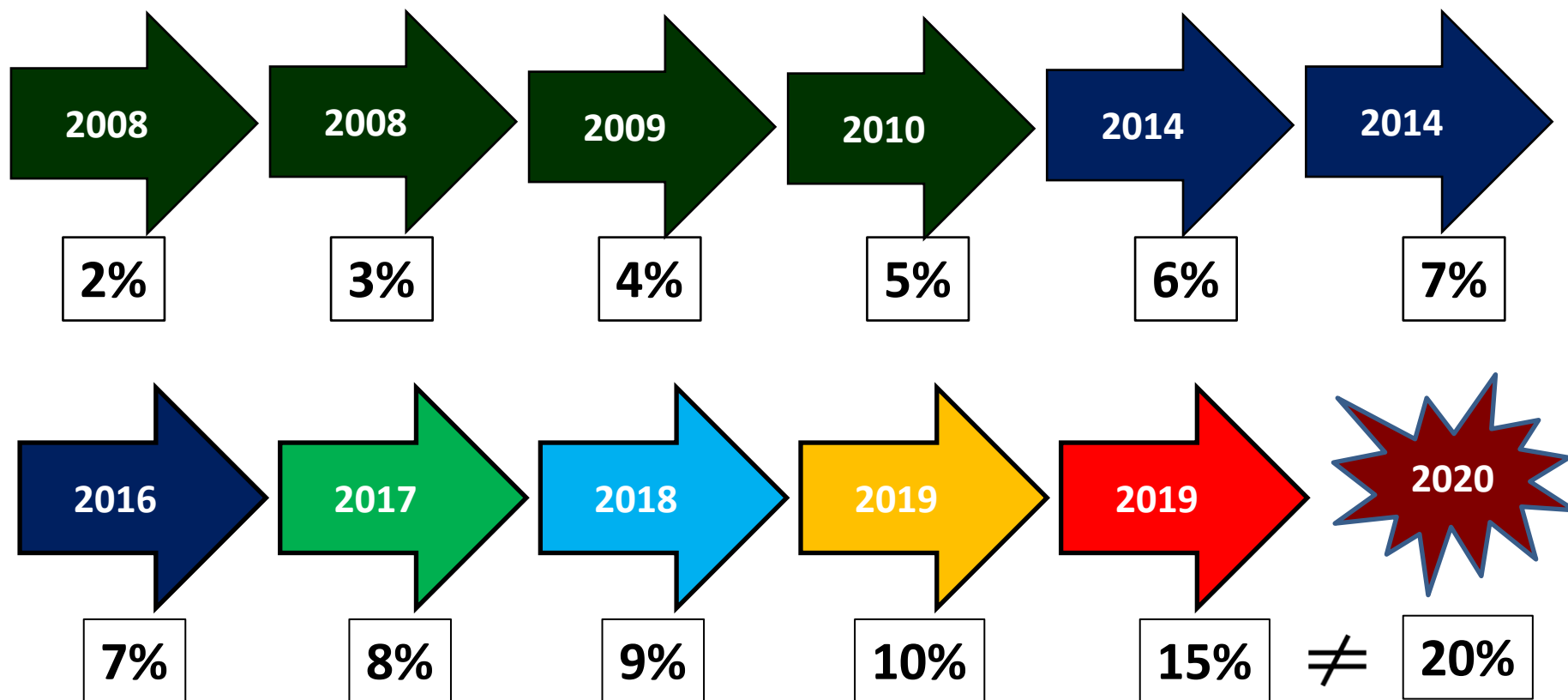
**Quais as alternativas?**



# BIODIESEL

# BIODIESEL

## PÓS PNPB E PLANO NACIONAL DE AGROENERGIA

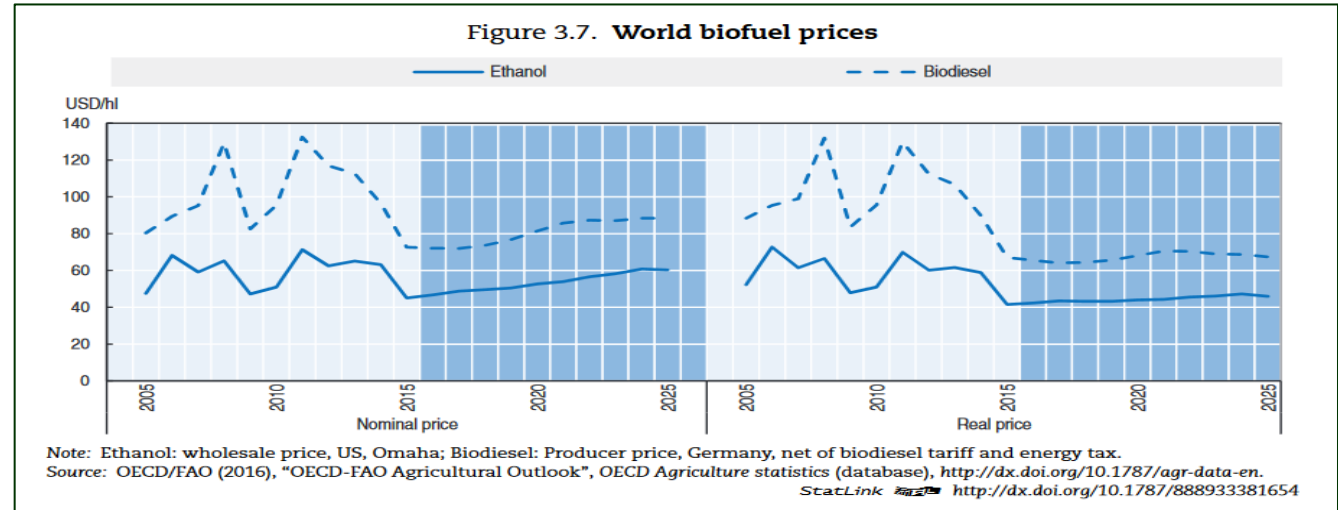
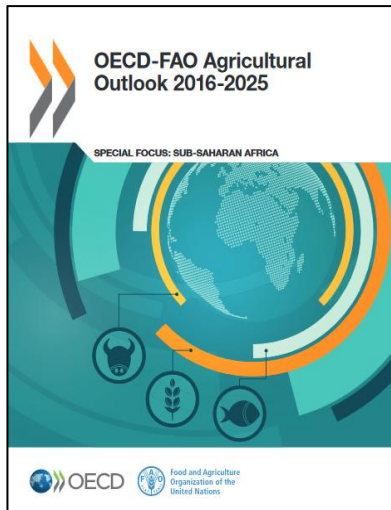


Art. 4º da Lei nº 13.033/14

- B20 para veículos rodoviários
- B30 para veículos ferroviários ou de uso agrícola e industrial
- Até B100 para fins experimentais ou específico, mas sujeito à prévia anuência da ANP



# PROJEÇÕES DE PRODUÇÃO E MERCADO PARA BIOCOMBUSTÍVEIS NO MUNDO



- Queda no preço de etanol e biodiesel em 2015
  - Preço elevado das matérias primas
  - Baixo preço do petróleo
- Há expectativa de recuperação de preços até 2025
- A demanda é direcionada principalmente pela mistura mandatória
- Expansão do etanol será modesta (116 BL – 128 BL)
- Expansão de Biodiesel 31 BL – 41 BL (EUA, Arg, Brasil, Indonésia)
- Biocombustíveis avançados não decolarão no período
- Nos EUA etanol estará limitado pela mistura, biodiesel crescerá
- Etanol 2G não estará disponível

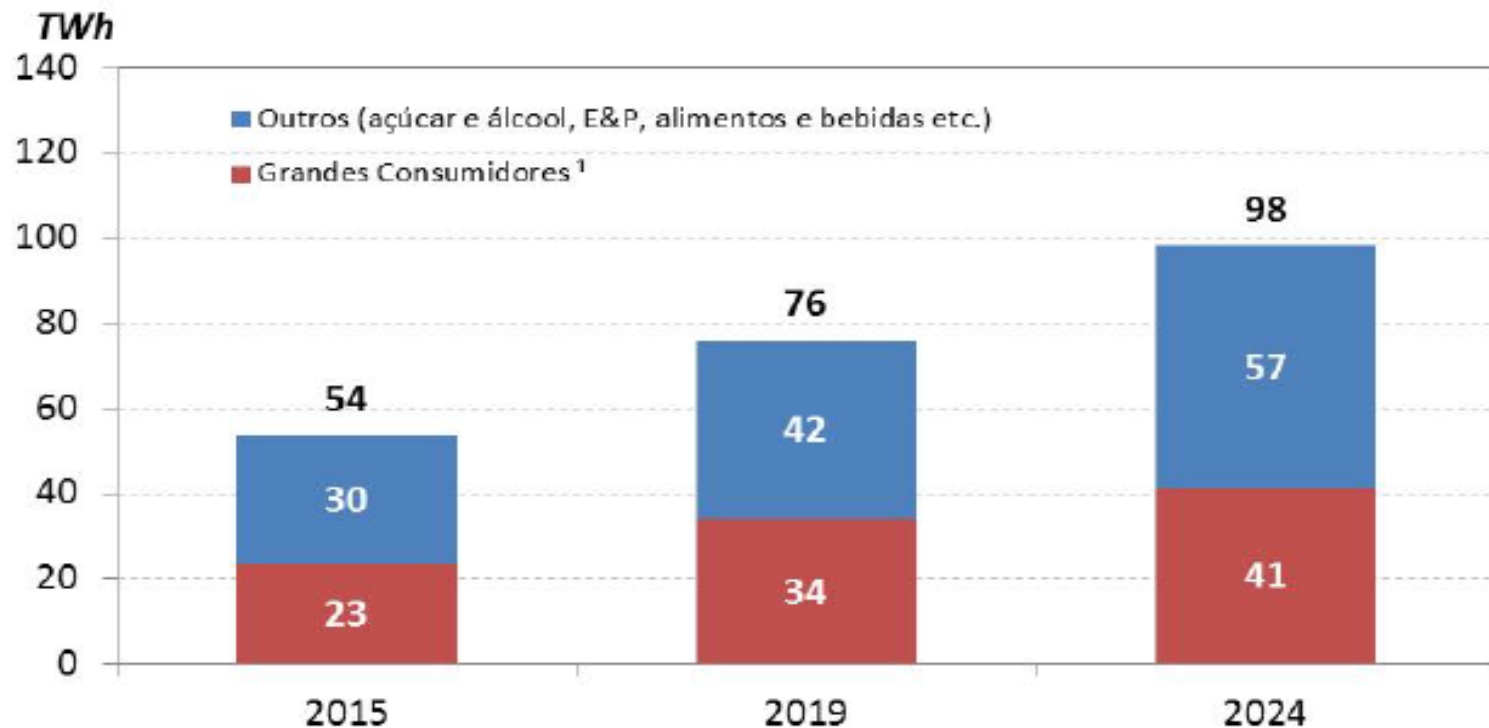


# EXPECTATIVAS PARA CO-GERAÇÃO/AUTOPRODUÇÃO

Ministério de Minas e Energia

Empresa de Pesquisa Energética

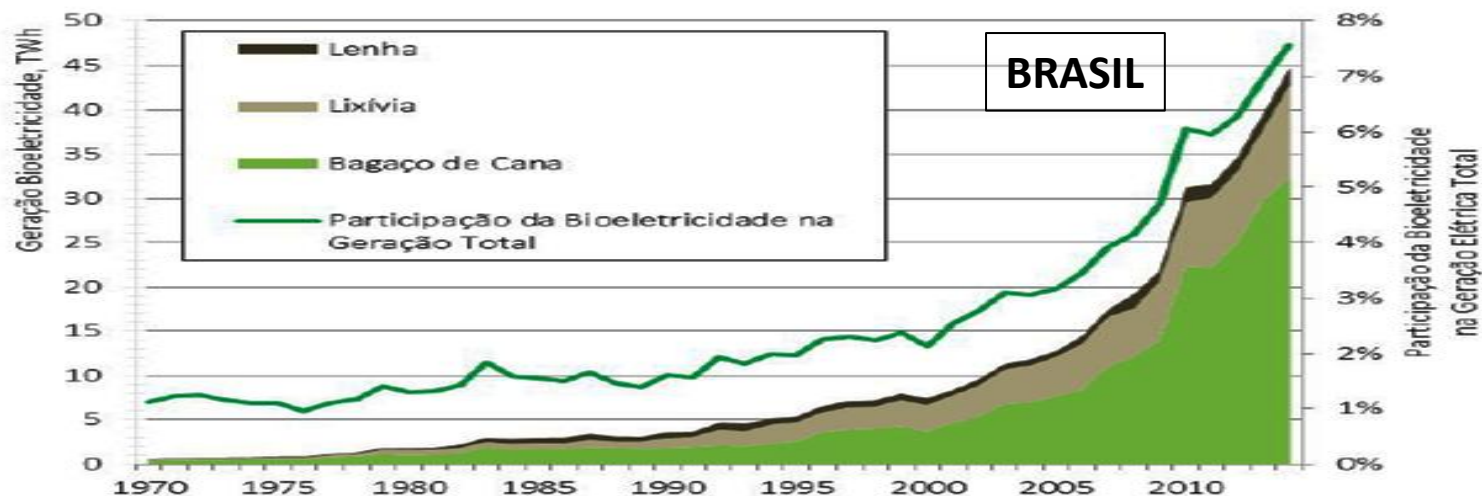
Gráfico 7 – Autoprodução de energia elétrica



Nota: (1) Autoprodução concentrada nos segmentos de siderurgia, petroquímica e papel e celulose.

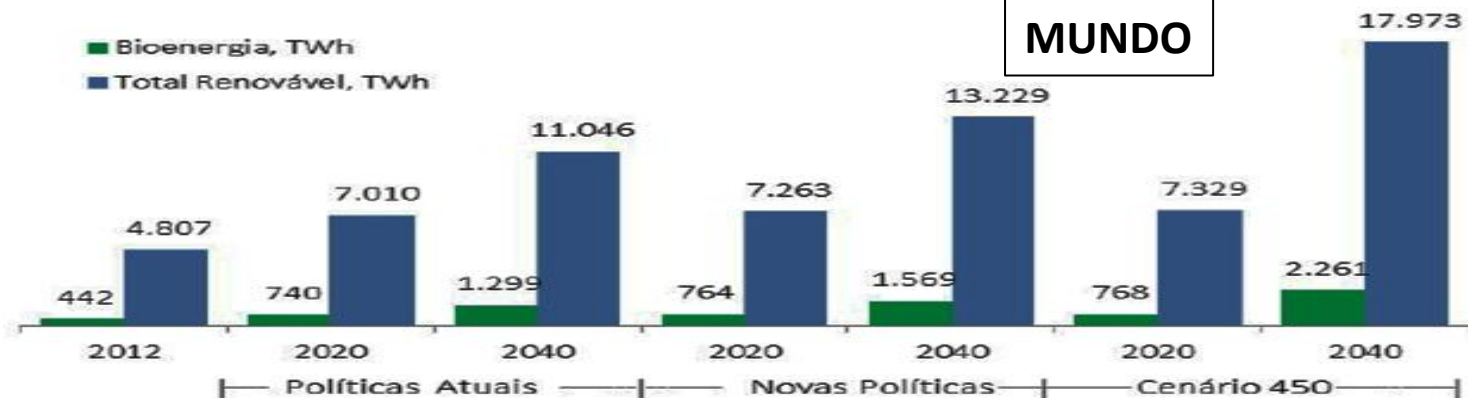
Fonte: EPE

# OFERTA DE BIOELETRICIDADE E DE ENERGIA DE BASE RENOVÁVEL



**Figura 1** Evolução da oferta de bioeletricidade, em TWh, e evolução da participação da bioeletricidade na geração total, de 1970 a 2014, no Brasil

Fonte: Elaborado a partir de EPE, 2015a.



**Figura 6** Geração elétrica de base renovável total e a biomassa no mundo, em 2012 e nos cenários Novas Políticas, Políticas Atuais e Cenário 450.

Fonte: Adaptado de IEA, 2014.

# BIORREFINARIAS ATUAIS

## 1ª Geração



Cana-de-Açúcar



Açúcar



Etanol



Bagaço  
Co-geração



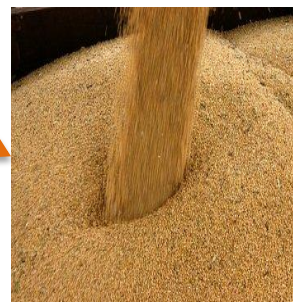
Soja



Biodiesel



Farelo



Glicerina





# BIOREFINARIAS DO FUTURO

## 2ª Geração

BIORREFINARIAS FLEX

DIVERSIFICAÇÃO DE MATÉRIA PRIMAS RENOVÁVEIS  
COM CARACTERÍSTICAS DE INTERESSE INDUSTRIAL

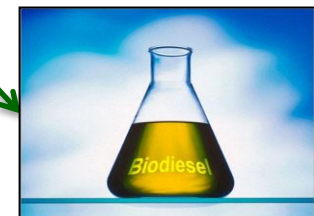
FOCO EM BIOCOMBUSTÍVEIS 1ª E 2ª GERAÇÃO

ROTAS TECNOLÓGICAS

INSUMOS

QUÍMICOS, MATERIAIS E POLÍMEROS

DIVERSIFICAÇÃO DE PRODUTOS DE BASE BIOLÓGICA  
QUÍMICOS, BIOCOMBUSTÍVEIS E BIOMATERIAIS



# **O QUE É NECESSÁRIO PARA UTILIZARMOS BIOMASSAS NA PRODUÇÃO DE BIOENERGIA**

## **1) DOMÍNIO TECNOLÓGICO**

- **Sistemas de Produção adaptados a diferentes ambientes**
- **Disponibilidade de Processos de Conversão**

## **2) ESCALA DE PRODUÇÃO**

- **Cultivares (sementes)**
- **Produtividade**

## **3) LOGÍSTICA**

- **Transporte, Proximidade do Mercado, Capacidade de Armazenamento.**

# BIOMASSAS TRADICIONAIS

## ➤ Materias Primas (requirements):

- Domínio Tecnológico
- Escala de Produção
- Logística



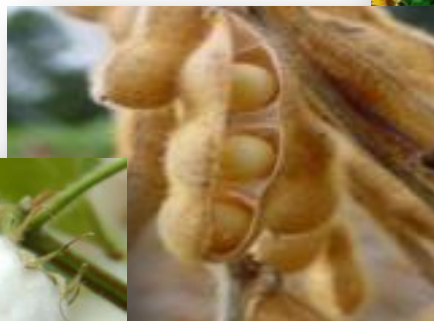
**Dendê**  
4.000 kg/ha



**Mamona**  
700 kg/ha



**Girassol**  
600 kg/ha



**Soja**  
500 kg/ha



**Algodão**  
450 kg/ha

**Produtividade de Óleo**



# BIOMASSAS POTENCIAIS

- Soja
- Mamona
- Girassol
- Algodão

In use



- Dendê (*Elaeis guineensis*)
- Macaúba (*Acrocomia aculeata*)
- Tucumã (*Astrocaryum* sp.)
- Babaçu (*Orbignya phalerata*)
- Inajá (*Maximiliana maripa*)
- Pinhão Manso (*Jatropha curcas*)
- Amendoim
- Canola
- Buriti
- Óleos Residuais
- Wild radish
- Crambe
- Resíduos Industriais
- Pequi

Under evaluation



Fonte: Bruno Laviola (Embrapa Agroenergia)



# Coeficientes Técnicos

## ➤ Coeficientes técnicos de oleaginosas tradicionais

Biomass	% Oil	Productivity (Kg/ha)	Oil Production (Kg/ha)
Soja	18	3.000	540
Algodão	20	1.900	360
Girassol	42	1.500	630
Amendoim	45	1.800	800
Mamona	47	1.500	705
Canola	40	1.300	500
Dendê	20	20.000	4.000



Fonte: Laviola e Alves (2011)

# Coeficientes Técnicos

## ➤ Coeficientes Técnicos de Oleaginosas Potenciais

Biomassa	% Óleo	Produtividade Potencial (Kg/ha)	Produção de Óleo (Kg/ha)
Macaúba	20	20.000	4.000
Inajá	20	17.500	3.500
Tucumã	20	12.000	2.400
Babaçu*	5	10.000	500
Soja	18	3.000	540



Source: Laviola e Alves (2011)

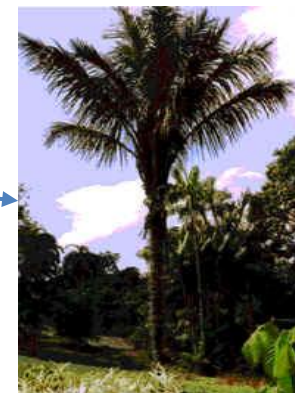
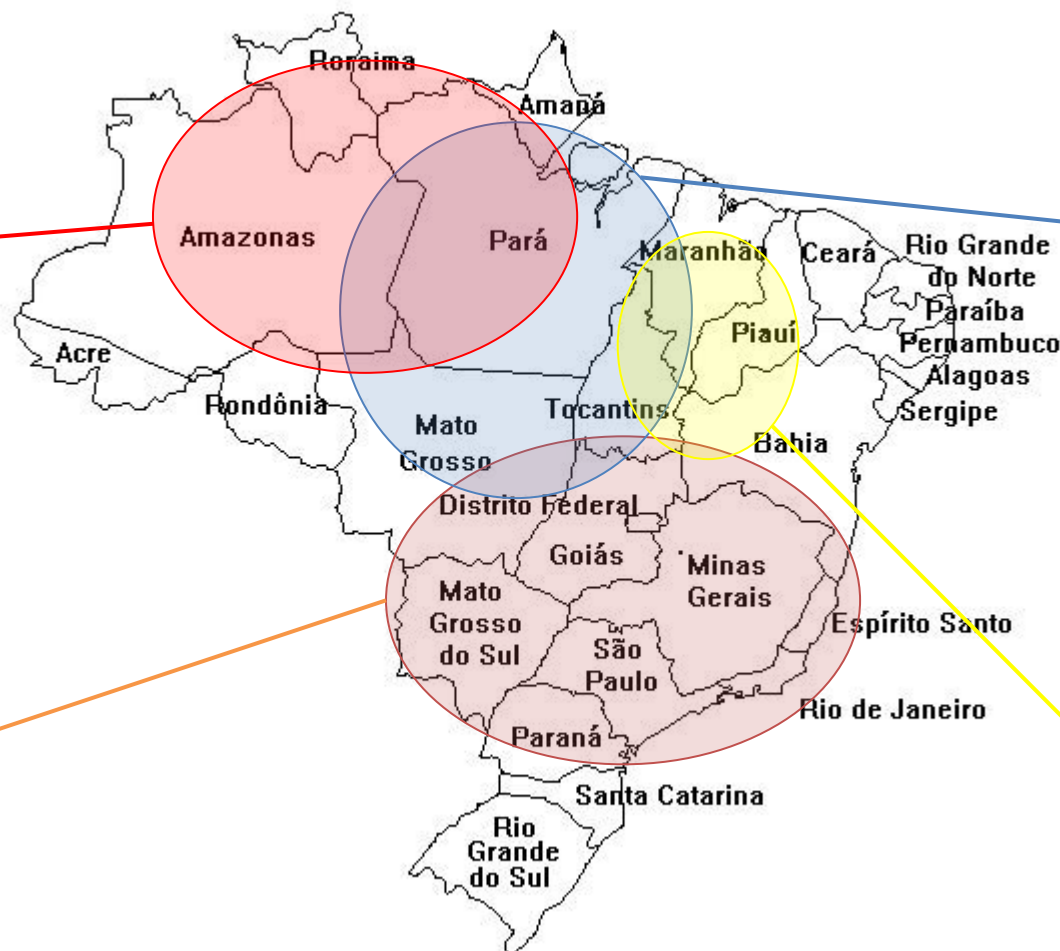
# Distribuição Geográfica



Inajá



Macaúba



Tucumã

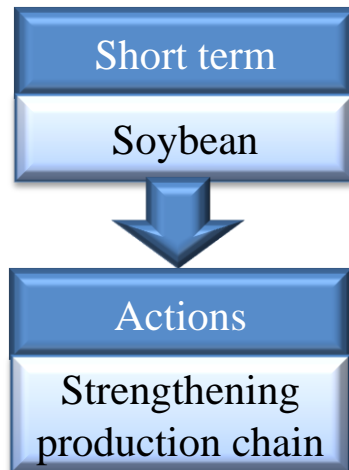


Babaçu

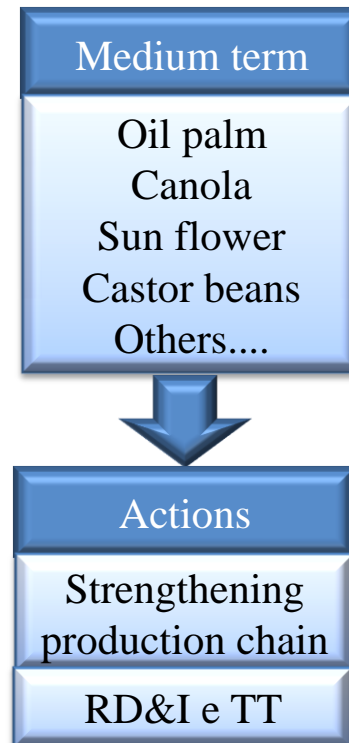
# FEEDSTOCK AVAILABILITY

INCREASE IN THE OFFER OF SUSTANABLE BIOFUELS AND BIOMASS

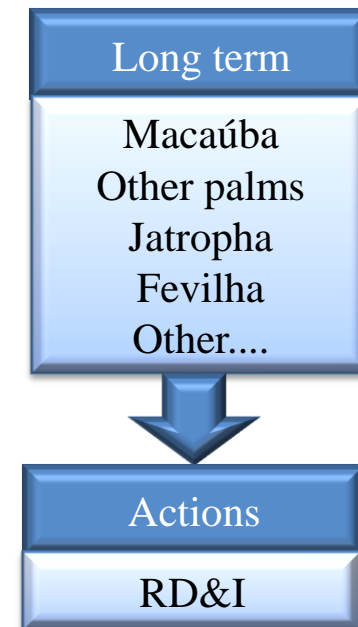
2014



2020



2034



## Criteria:

- Technological domain
- Production Scale
- Logistics

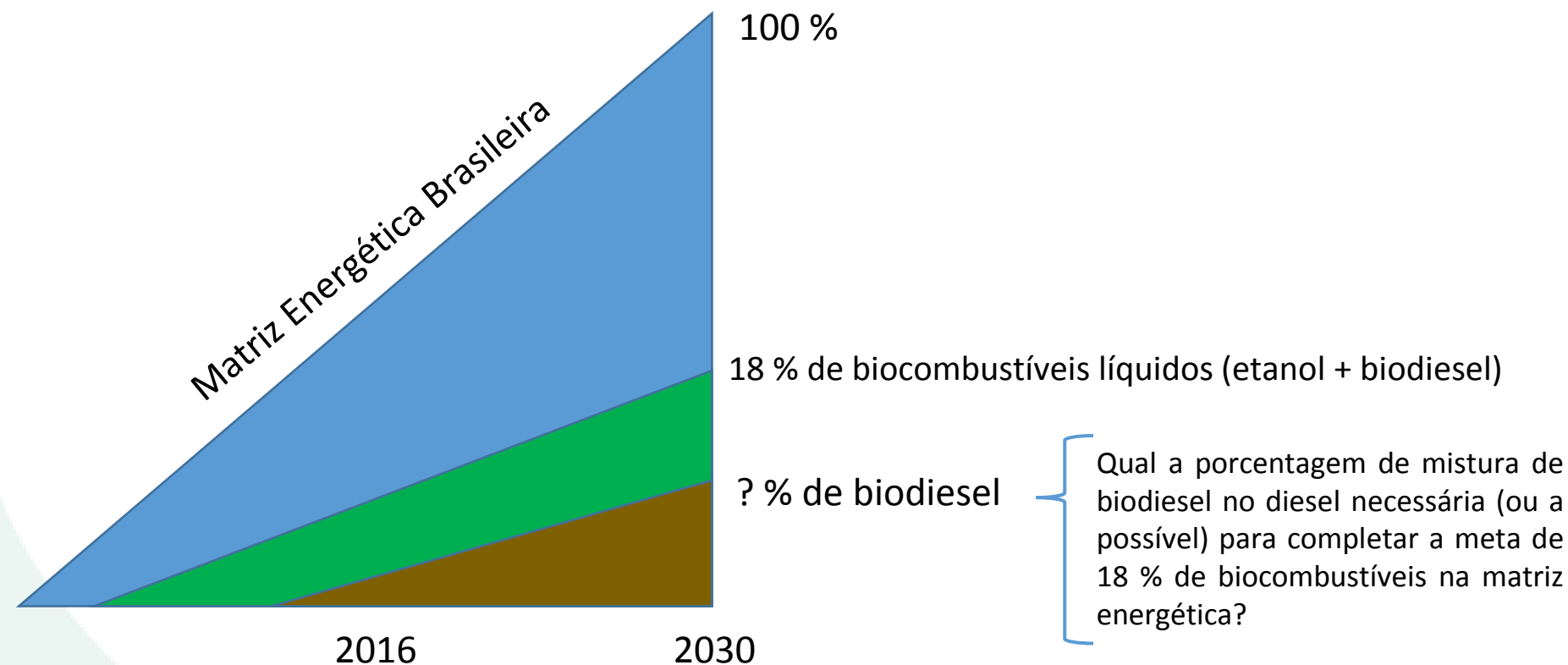
# ANÁLISE DE CENÁRIOS DO BIODIESEL PARA CUMPRIMENTO DO INDC



Bruno Galveas Laviola  
Daniela Tatiane de Souza  
Gilmar Souza Santos  
Guy de Capdeville  
Marcia Mitiko Onoyama  
Manoel Teixeira Souza Júnior



“Aumentar a participação de **bioenergia sustentável** na matriz energética brasileira para aproximadamente **18% até 2030**, expandindo o consumo de biocombustíveis, aumentando a oferta de etanol, inclusive por meio do aumento da parcela de biocombustíveis avançados (segunda geração), e **aumentando a parcela de biodiesel na mistura do diesel (INDC)**”



# CENÁRIOS...

**Cenário 1** – Taxas Fixas de Crescimento dos Setores de Etanol e Biodiesel e da Matriz Energética

**Cenário 2** - Taxa de Crescimento do Setor de Etanol aumentada para 10,2% a.a.

**Cenário 3 e 4** – Disponibilidade da matéria prima e aumento na Participação da Soja Destinada para Biodiesel para 35% e 50%



# METODOLOGIA...

Nesse trabalho, o modelo de previsão adotado foi o de crescimento linear. Considerou-se que a taxa média de crescimento anual é constante. Em cada período a quantidade estimada muda (aumenta ou diminui) por uma quantidade fixa, ou seja, por uma constante.

O modelo adotado pode ser expresso por uma função polinomial do tipo:

$$N_{t+1} = N_t + (r * N_t)$$

onde:

$N_{t+1}$  é a quantidade prevista para o biocombustível no período  $t + 1$

$N_t$  é a quantidade inicial de biocombustível

$r$  é a taxa média de crescimento anual (crescimento constante)

$t + 1$  é o período inicial de tempo  $t$  somado a um período adicional

Em termos percentuais, a taxa média de crescimento anual ( $r$ ) considerada nesse trabalho foi obtida pela fórmula:

$$r = \left( \frac{N_{t+1}}{N_t} \right)$$

# METODOLOGIA...

## Taxas Médias de Crescimento Anual Geométrico Adotadas

Descrição	% a.a	Cálculo da taxa foi feito à partir de:
Matriz energética	<b>2,9%</b>	p. 436 EPE (2015) - Oferta interna de energia no horizonte decenal 2015-2024
Biodiesel	<b>2,6%</b>	p. 66 EPE (2015) - Demanda obrigatória 2015-2024
Óleo diesel	<b>2,4%</b>	p. 54 EPE (2015) - Demanda de óleo diesel 2015-2024
Etanol	<b>5,1%</b>	p. 65 EPE (2015) - Demanda de hidratado 2015-2024
Área plantada soja	<b>1,0%</b>	p. 39 MAPA (2016) - Taxa de crescimento foi dada para a safra 2015/16 a 2025/26
Produção soja	<b>3,1%</b>	p. 42 MAPA (2016) - Produção de soja 2015-2024

Fonte: Elaborado pela Embrapa Agroenergia com base em EPE – Plano Decenal de Energia (2015), MAPA – Projeções do Agronegócio (2015);

### O trabalho adotou o seguinte esquema para as previsões:

- Projeção para a matriz energética em 2030
- Projeção para o etanol em 2030
- Obtenção da quantidade a ser suprida pelo etanol e qual a porcentagem faltante para se atingir os 18%
- Obtenção da quantidade de biodiesel necessária para atender 18% de biocombustíveis na matriz energética em 2030
- Cálculo considerando variações na quantidade de etanol e na quantidade de soja destinada para biodiesel

### Unidades de Medida

Produto	Toneladas Equivalentes de Petróleo (tep)
1 m3 biodiesel	0,767 tep
1m3 etanol	0,510 tep
1 m3 óleo diesel	0,980 tep
1 MWh	0,220 tep

# CENÁRIO 1 - Taxas de Crescimento dos Setores de Etanol e Biodiesel e da Matriz Energética Fixas

Etanol: (Unica, 2015)

Biodiesel: 2,6% a.a.

Óleo Diesel: 2,4% a.a.

Matriz Energética: 2,9% a.a.

## Projeção para a Matriz Energética entre 2015 e 2030

Ano	Mil Tep	Mil MWh	Taxa Média de Crescimento Anual Geométrico (a.a)
2015	266.315	1.210.523	Não foi calculado, pois adotaram-se as projeções em mil tep dadas pela EPE (2015)
2019	300.477	1.365.805	
2024	353.498	1.606.809	
2025	363.749	1.653.407	2,9%
2026	374.298	1.701.355	2,9%
2027	385.153	1.750.695	2,9%
2028	396.322	1.801.465	2,9%
2029	407.816	1.853.707	2,9%
2030	419.642	1.907.465	2,9%

Fonte: Elaborado pela Embrapa Agroenergia com base em EPE (2015).

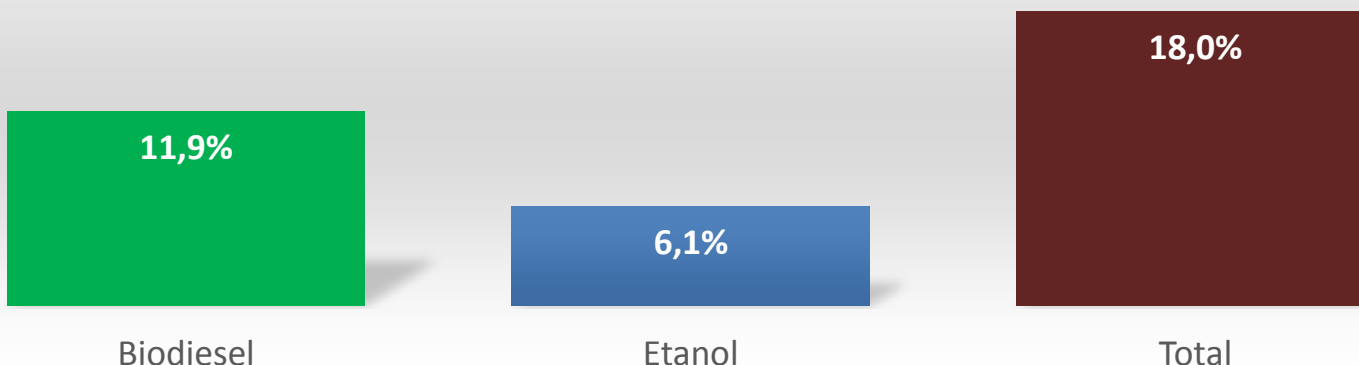
# CENÁRIO 1 – Taxas Fixas de Crescimento dos Setores de Etanol e Biodiesel e da Matriz Energética

## Projeção para a Produção de Etanol

Ano	Projeção Etanol mm <sup>3</sup>	Projeção Etanol mil tep	% na Matriz Energética
2015	30.232	15.418	5,8%
2030	50.000	25.500	6,1%

Fonte: Elaborado pela Embrapa Agroenergia com base em UNICADATA (2016) e Unica (2015).

Participação do Biodiesel (subtração) e Etanol para atingir os 18 % BLME no Cenário 1 em 2030



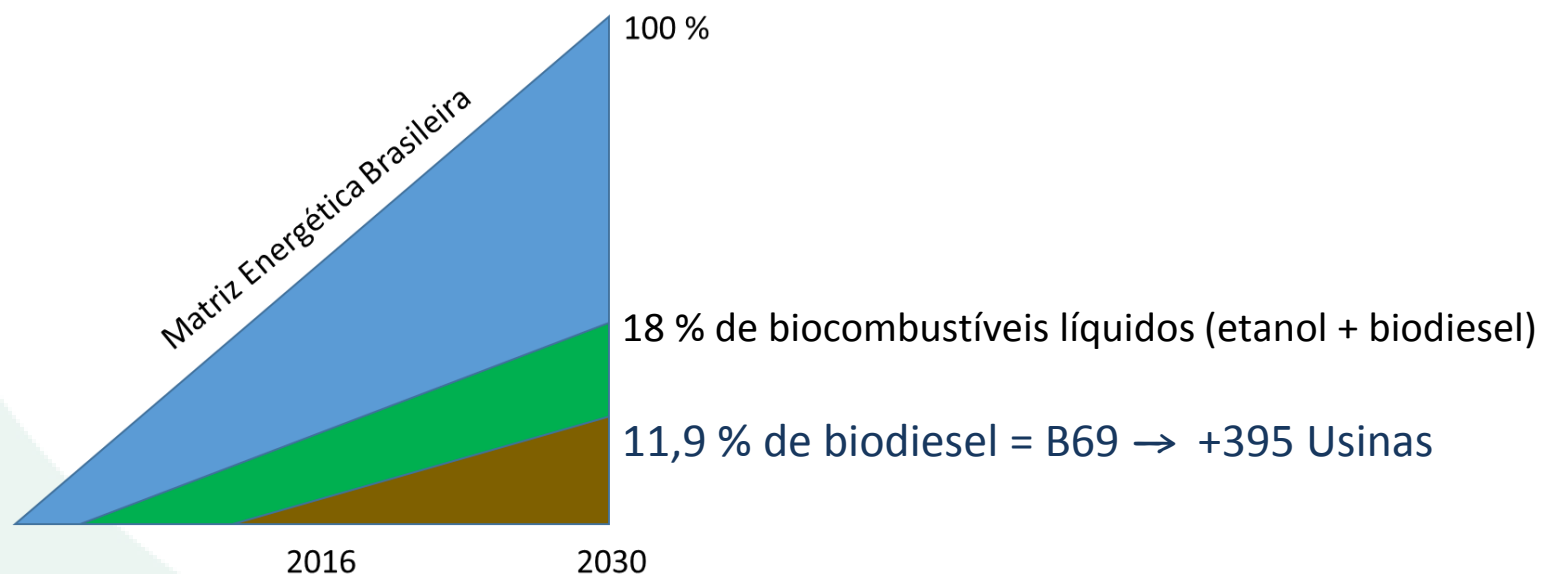
Fonte: Elaborado pela Embrapa Agroenergia com base em EPE (2015), Unica (2015), UNICADATA (2016) e CMMC (2016)\*.

# CENÁRIO 1 - Taxas de Crescimento dos Setores de Etanol e Biodiesel e da Matriz Energética Fixas

## Porcentagem de Mistura do Biodiesel no Diesel e Quantidade de Usinas

Descrição	
<b>Porcentagem de mistura necessária para completar a meta de 18%</b>	<b>B 69</b>
Quantidade de biodiesel em 2030 em mm <sup>3</sup>	63.397
Quantidade de biodiesel em 2030 em mil tep	50.039
Quantidade de óleo diesel em 2030 em mil tep	72.738
Capacidade média usinas de biodiesel (2015) mil m <sup>3</sup> /ano	143
Quantidades de usinas para atender a meta em 2030 (Cenário 1)	<b>443 (+395)</b>

Fonte: Elaborado pela Embrapa Agroenergia com base em EPE (2015), Unica (2015), ANP (2015), UNICADATA (2016) e CMMC (2016).



## CENÁRIO 2 – Taxa de Crescimento do Setor do Etanol Aumentando para 10,2% a.a.

Etanol: 10,2% a.a.

Biodiesel: 2,6% a.a.

Óleo Diesel: 2,4% a.a.

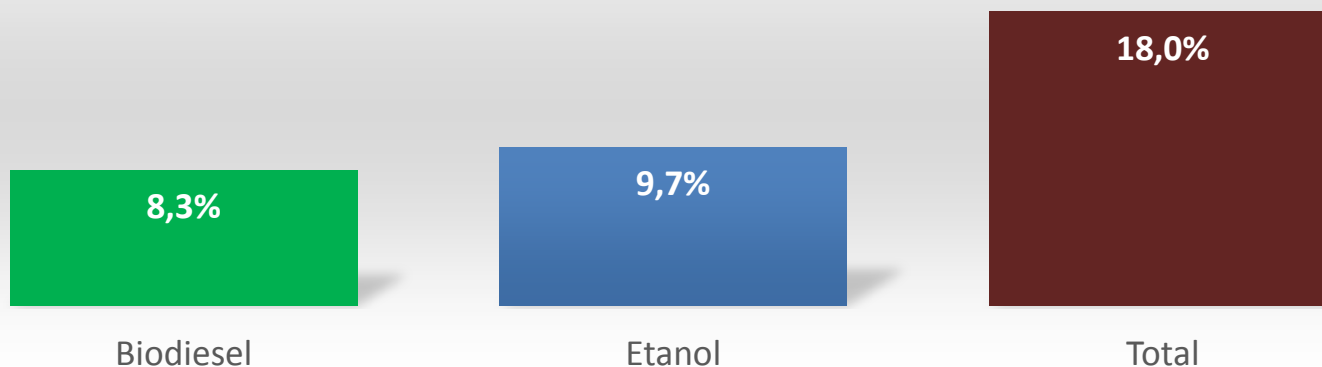
Matriz Energética: 2,9% a.a.

Tabela 8: Projeção para a Produção de Etanol (Cenário 2)

Ano	Projeção Etanol mm <sup>3</sup>	Projeção Etanol mil tep	% na Matriz Energética
2015	30.232	15.418	5,8%
2030	79.571	40.581	9,7%

Fonte: Elaborado pela Embrapa Agroenergia com base em UNICADATA (2016) e Unica (2015).

Participação do Biodiesel (subtração) e Etanol para atingir os 18 % de BLME no Cenário 2 em 2030



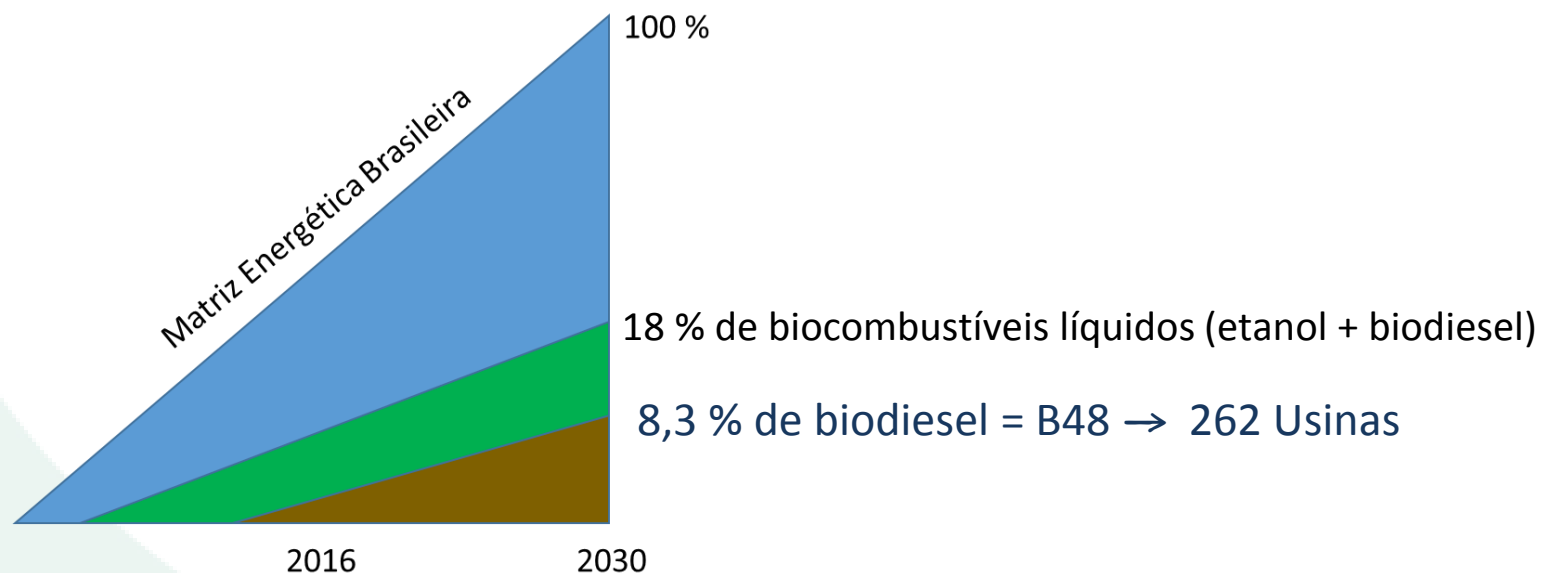
Fonte: Elaborado pela Embrapa Agroenergia com base em EPE (2015), Unica (2015), UNICADATA (2016) e CMMC (2016)\*.

## CENÁRIO 2 – Taxa de Crescimento do Setor do Etanol Aumentando para 10,2% a.a.

**Tabela 11: Porcentagem de Mistura do Biodiesel no Diesel e Quantidade de Usinas**

Descrição	
<b>Porcentagem de mistura necessária para atingir a meta de 18%</b>	<b>B 48</b>
Quantidade de biodiesel em 2030 em mm <sup>3</sup>	44.289
Quantidade de biodiesel em 2030 em mil tep	34.995
Quantidade de óleo diesel em 2030 em mil tep	72.738
Capacidade média usinas de biodiesel (2015) mil m <sup>3</sup> /ano	143
Quantidades de usinas para atender a meta em 2030 (Cenário 2)	<b>310 (+262)</b>

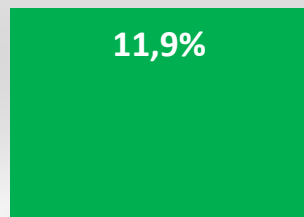
Fonte: Elaborado pela Embrapa Agroenergia com base em EPE (2015), Unica (2015), ANP (2015), UNICADATA (2016) e CMMC (2016).



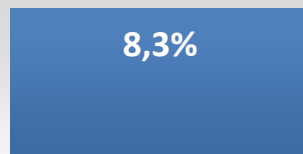


## CENÁRIOS 1 E 2

% biodiesel necessária na Matriz Energética em 2030

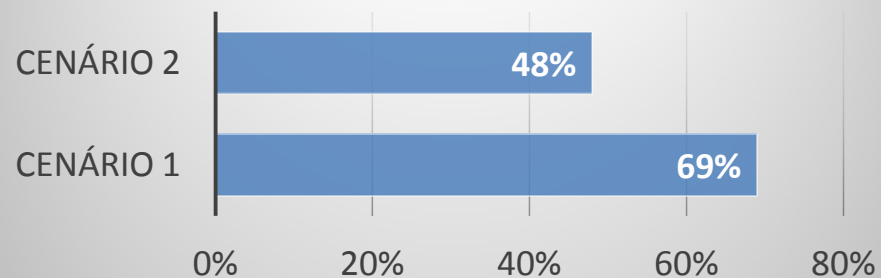


Cenário 1



Cenário 2

Mistura de Biodiesel no Diesel em 2030

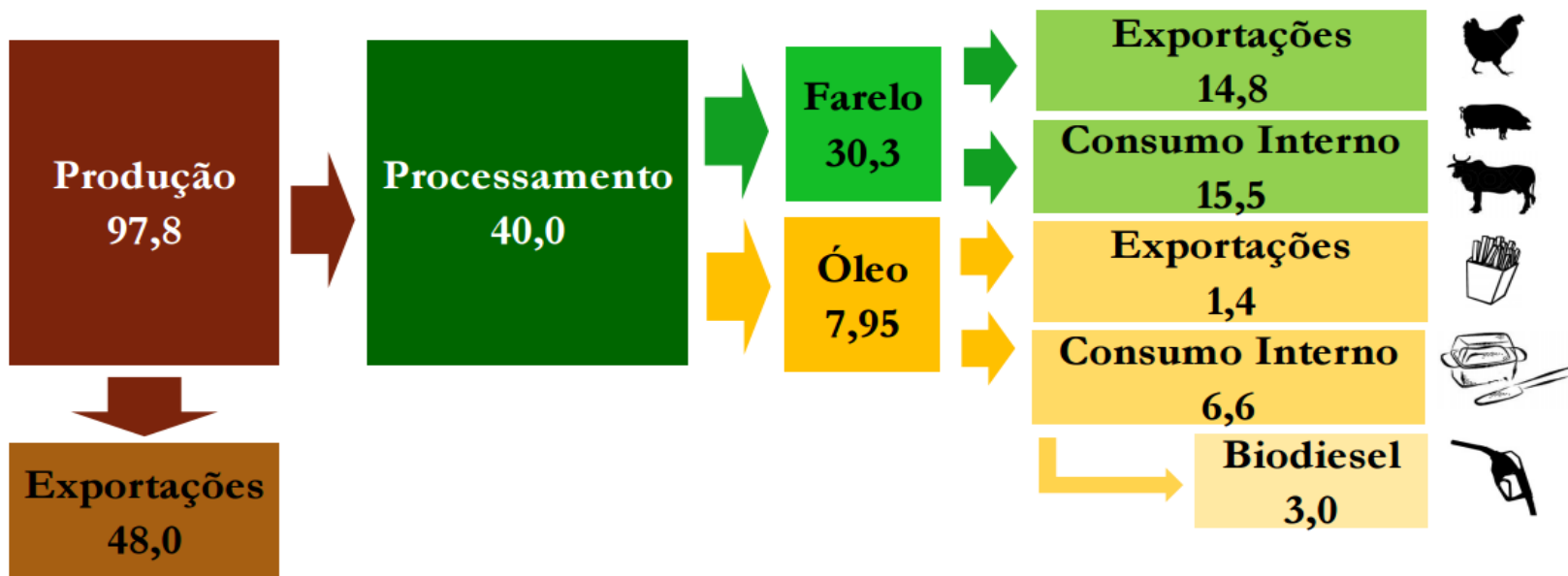


## CENÁRIOS 3 e 4 – Disponibilidade da matéria prima e aumento da participação da soja destinada a biodiesel para 35 % e 50 %

“Aumentando a participação da soja de 15% para 35 e 50 % e considerando a proporção de uso atual (77 %), qual a mistura máxima poderemos chegar de biodiesel no Diesel e o quanto representará na matriz energética?”

### Cadeia Produtiva do Complexo Soja.

Em milhões de toneladas



Fonte: Abiove (2015).

## CENÁRIOS 3 e 4 – Disponibilidade da matéria prima e aumento da participação da soja destinada a biodiesel para 35 % e 50 %

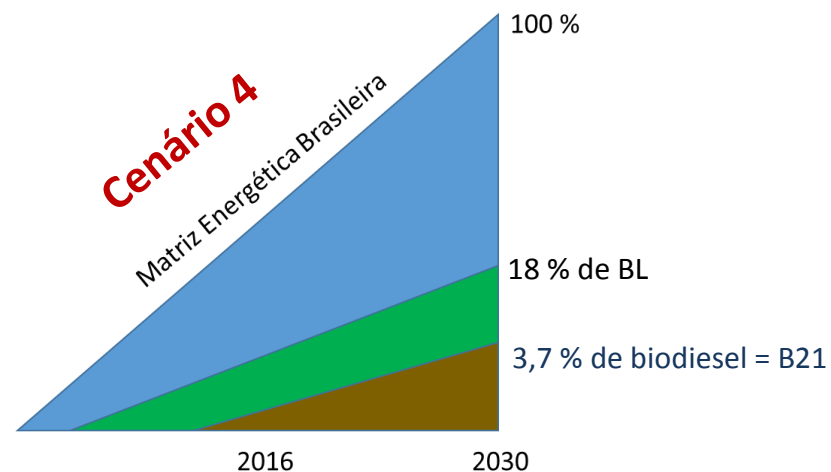
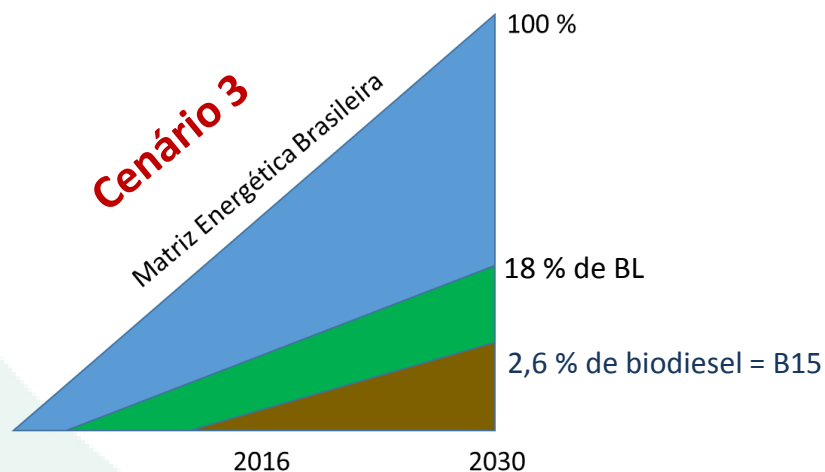
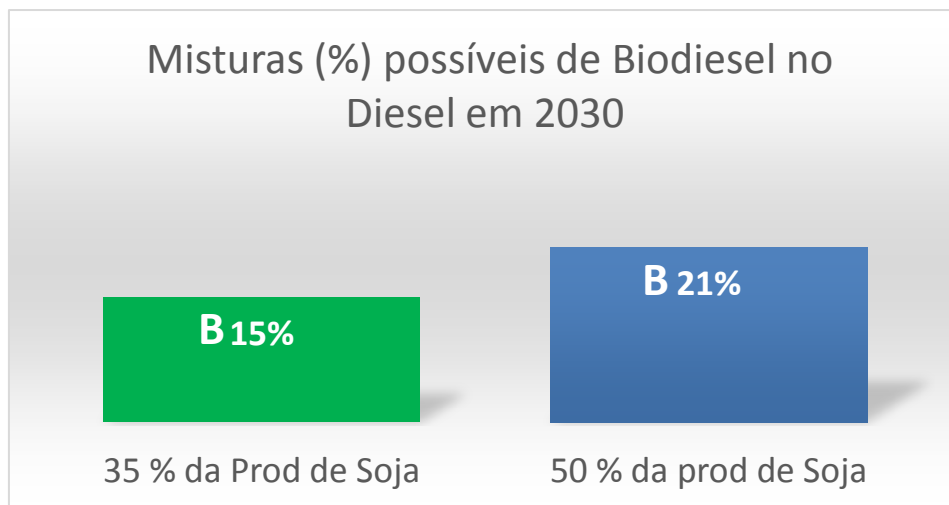
**Tabela 12: Projeção para o Biodiesel a partir de Variações na Quantidade de Soja destinada para Biodiesel**

Descrição	2015 (B7)	Cen 3 (35% prod. Soja) em 2030	Cen 4 (50% prod. Soja) em 2030
Produção soja em grãos (milhões toneladas)	95.631*	150.485	150.485
Área plantada total(milhões ha)	33.200	45.404	45.404
Produtividade (t/ha)	2,9	3,3	3,3
Quantidade de biodiesel (mm <sup>3</sup> )	3.937	14.063	20.090
% soja na produção do biodiesel (ABIOVE, 2015)	77%	77%	77%
Biodiesel proveniente da soja (mm <sup>3</sup> )	3.031	10.829	15.470
Óleo de soja para biodiesel (milhões toneladas)	2.654	9.481	13.544
Soja em grãos para biodiesel (milhões toneladas)	14.745	52.670	75.242
Soja em grãos para biodiesel / Produção soja em grãos	<b>15%</b>	<b>35%</b>	<b>50%</b>
Quantidade de óleo diesel (mil tep)	48.881	72.738	72.738
Quantidade de biodiesel (mil tep)	3.020	10.787	15.409
<b>Qual seria o B?</b>	<b>7%</b>	<b>15%</b>	<b>21%</b>

Fonte: Elaborado pela Embrapa Agroenergia com base em EPE (2015), MAPA (2016), ANP (2015), Unica (2015) e ABIOVE (2016).

\* Quantidade levantada pelo MAPA (2016) é sensivelmente menor que a quantidade dada pela ABIOVE (2015), conforme evidenciado na Figura 1.

## CENÁRIOS 3 e 4 – Disponibilidade da matéria prima e aumento da participação da soja destinada a biodiesel para 35 % e 50 %





**MUITO OBRIGADO PELA ATENÇÃO**  
**GUY DE CAPDEVILLE**



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

