



Instituto de Energia e Ambiente
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



PEN-5014

Biomassa Como Fonte de Energia

Biodiesel

Fernando De Oliveira; Suani Coelho

São Paulo, 9 de outubro de 2020



Con

**tex
tuali
za**

**Combustível
fóssil**

vs.

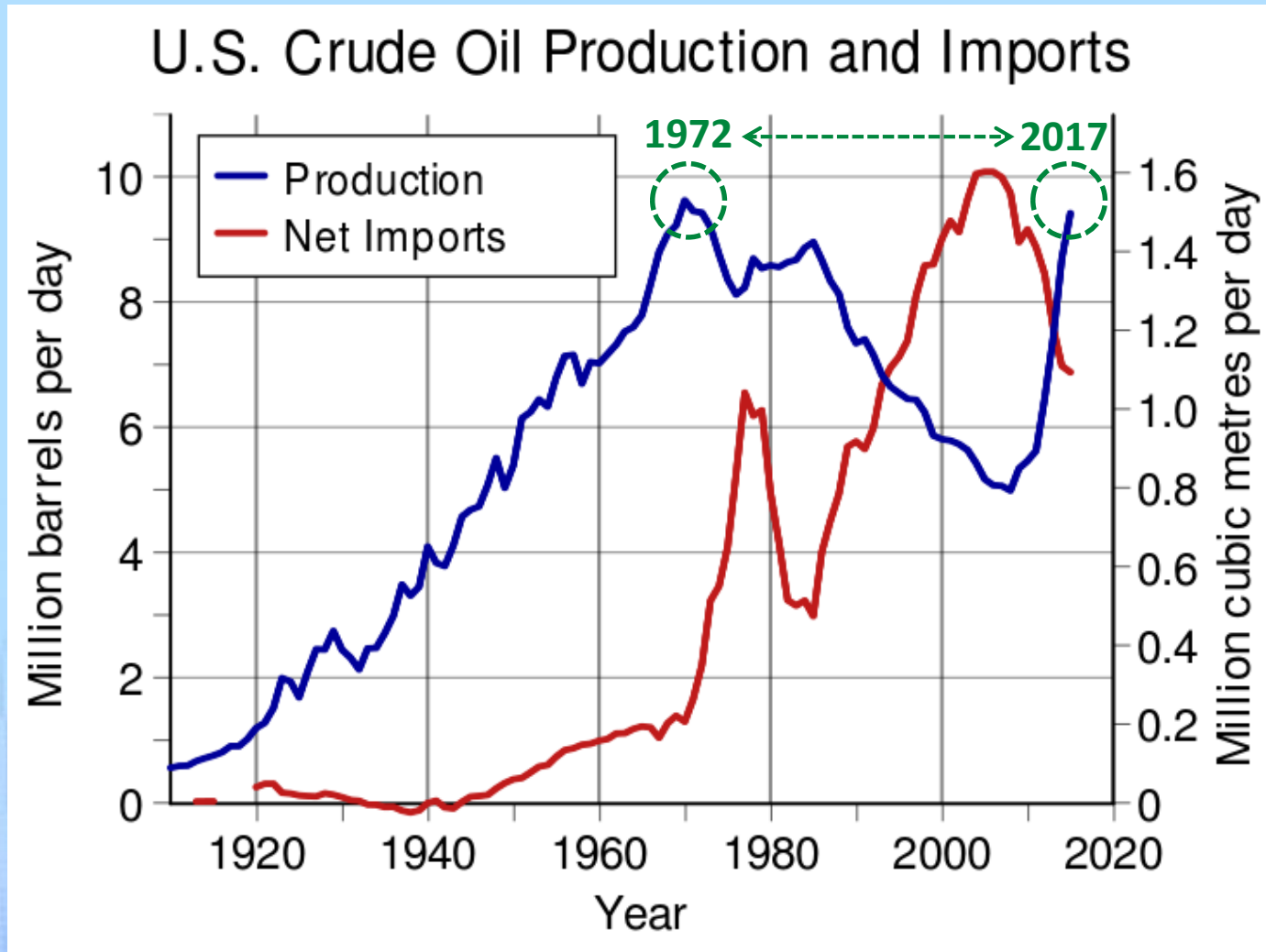
Biocombustível



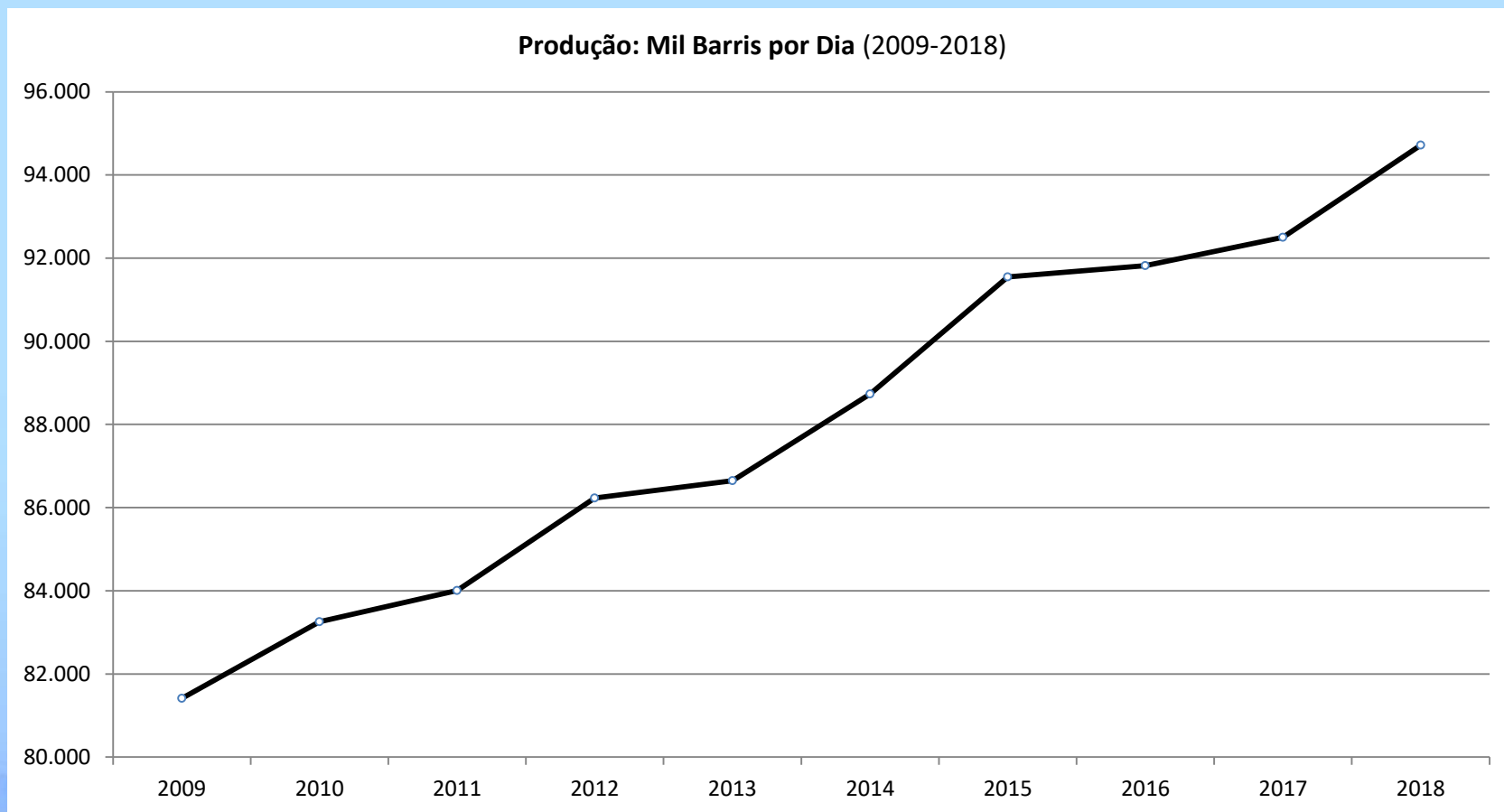
ção

Produção Mundial de Petróleo

Previsões de pico: fontes convencionais



Produção Mundial de Petróleo



Reservas Mundiais de Petróleo

Reservas provadas de petróleo (bilhões de barris)

Ano	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	18/17 (%)
Total	1,535.4	1,641.5	1,677.6	1,687.3	1,694.1	1,697.2	1,684.3	1,691.6	1,727.5	1,729.7	0.13

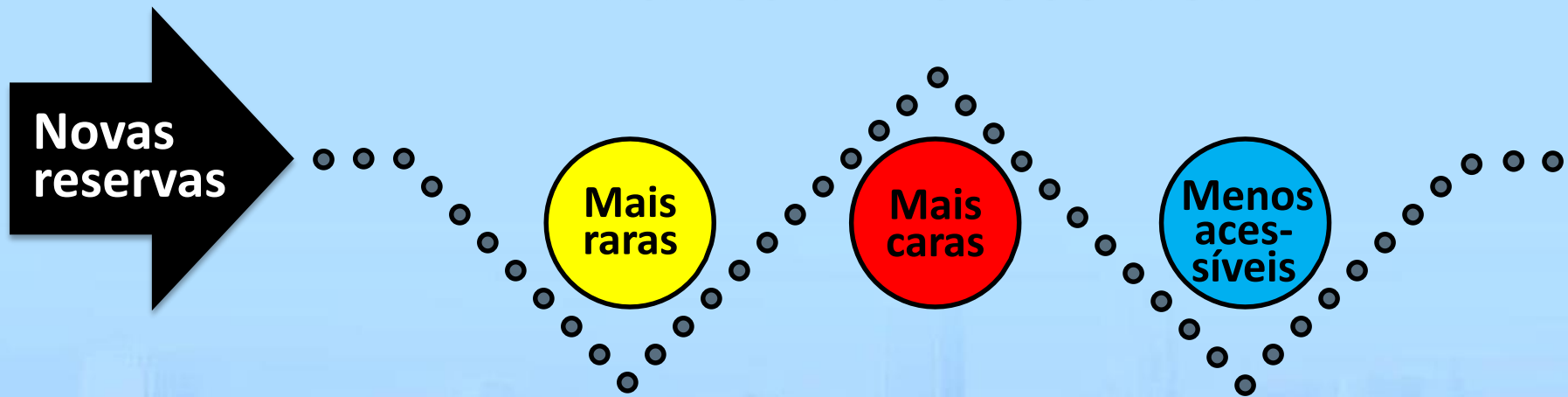
Reserva mundial em 2018	1,730	bilhões de barris
	275	trilhões de litros
Produção em 2018	5	trilhões de litros
Tempo para exaustão	55	anos

1 barril = 158.98 litros
1,730 bilhões de barris equivalem a:
2.74994E+14 litros

Produção Mundial de Petróleo

Fontes convencionais

**A escassez de petróleo pode
nunca vir a ocorrer!**



Novos campos de petróleo



☰ O PETRÓLEO PETRÓLEO ENERGIA EMPREGO CARREIRAS ÓLEO E GÁS OF

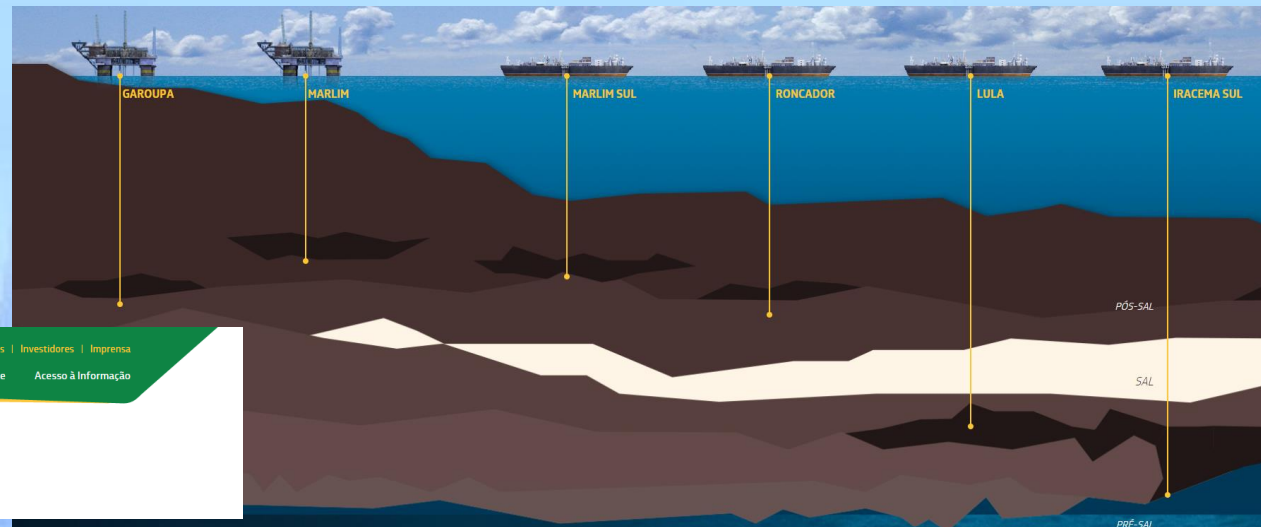
ÓLEO E GÁS

Equinor atinge petróleo e gás no Mar do Norte

Por Thailane Melo ✉
postado em 6 de novembro de 2019

<https://www.opetroleo.com.br/equinor-atinge-petroleo-e-gas-no-mar-do-norte/>

https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/pre-sal/?gclid=CjwKCAjwzvX7BRAeEiwAsXExowLNXgZcyR1J5W7MY9t0QuaZiwJMe_uQBylx60bCTTJJl_bSok9ioTRoCsqIQAvD_BwE



BR PETROBRAS

O que está buscando?

Canais de Negócios | Investidores | Imprensa

Quem Somos

Nossas Atividades

Sociedade e Meio Ambiente

Acesso à Informação

Home > Nossas Atividades > Áreas de Atuação > Exploração e Produção de Petróleo e Gás > Pré-Sal

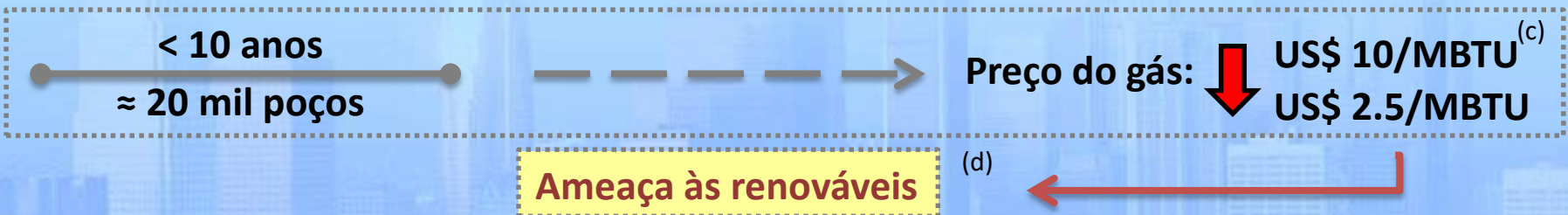
Pré-Sal

Produção Mundial de Petróleo

Fontes não-convencionais

Hydraulic Fracturing = **Fracking**

Embora sejam as fontes menos sujas entre as fósseis,^(a)
a questão ambiental torna-se um fator restritivo



Fontes: Santos & Matai (2010)^(a); Nunez (2013)^(b); Cabral (2013)^(c); Pinto et al. (2012)^(c) (d)

Combustíveis Fósseis

Aspecto Ambiental

Segundo a OMS, a poluição produzida pelos veículos a diesel é um dos “causadores de câncer” e está entre os dez principais fatores de risco de morte.^(a)

- ☹️ A cada ano, **2 milhões** de pessoas morrem no mundo por inalarem MP dos combustíveis fósseis ^(b)
- ☹️ MP → **8%** das mortes de câncer de pulmão, no mundo ^(c)
- ☹️ Prevalência dos casos de câncer atribuída à poluição do ar ^(d)
- 😊 Redução de **10%** no nível da poluição do ar, em SP capital → 2000-2020: ^(e)

Evitaria a morte de **114 mil** pessoas

Resultaria em **250 mil** visitas médicas a menos

Economia de **US\$ 10 bilhões**

Combustíveis Fósseis

Aspecto Ambiental



PARIS2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE

COMPROMETIMENTO COM A COP-21 ^(a)		
PAÍS	REDUÇÃO	ATÉ QUANDO?
SUÍÇA	50%	2030
	70 – 85%	2050
CHINA	60 – 65%	2030
EUA	26 – 28%	2025
UE	40%	2030
BRASIL ^(b)	37%	2025
	43%	2030

BRASIL

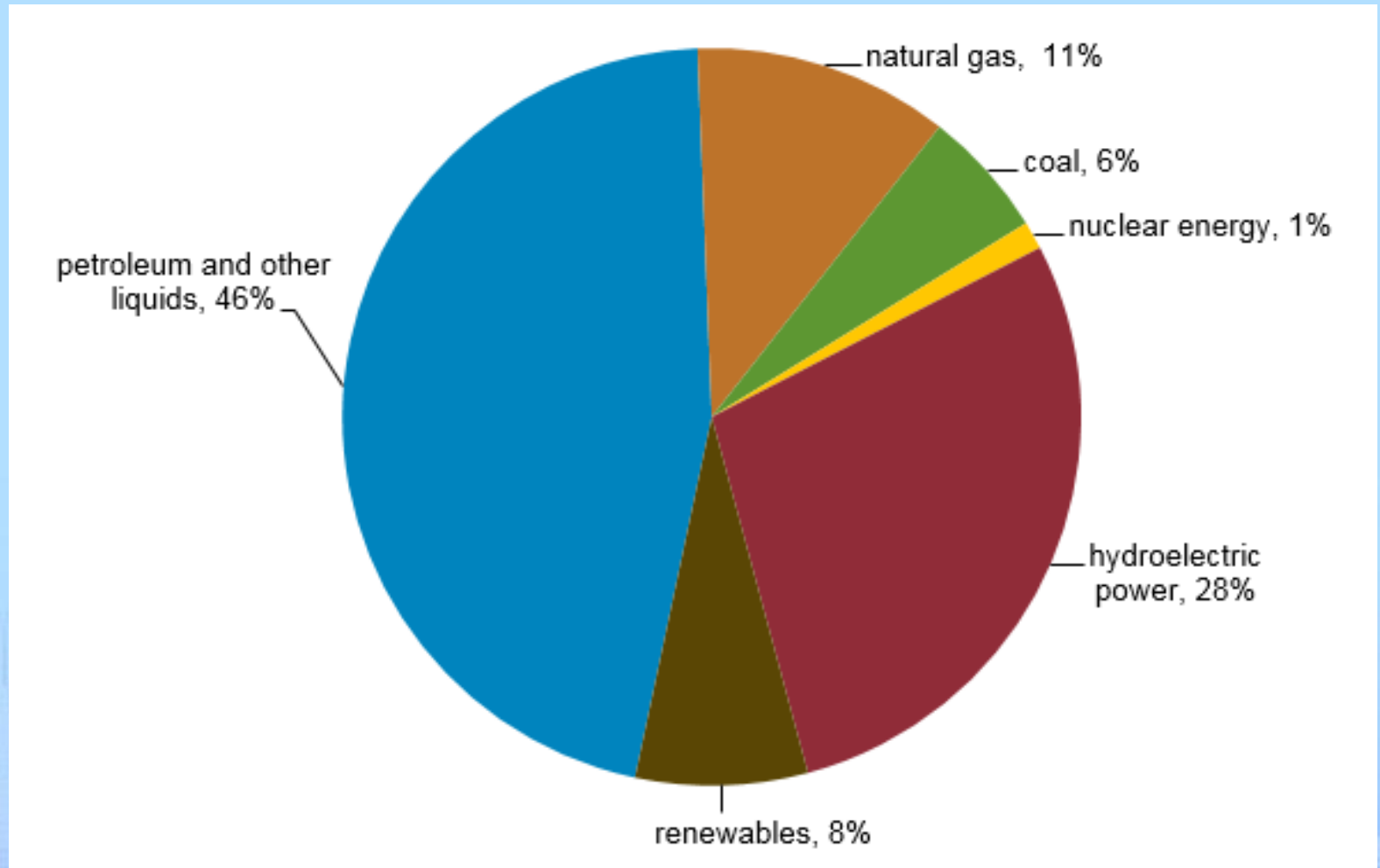
Lei Nr. 12.187 (2009) ^(c)

Decreto Nr. 7.390 (2010) ^(d)

Até 2020: 36,1 – 38,9%

Combustíveis Fósseis

Consumo total de energia primária no Brasil, por tipo combustível (2017)



Importações de diesel

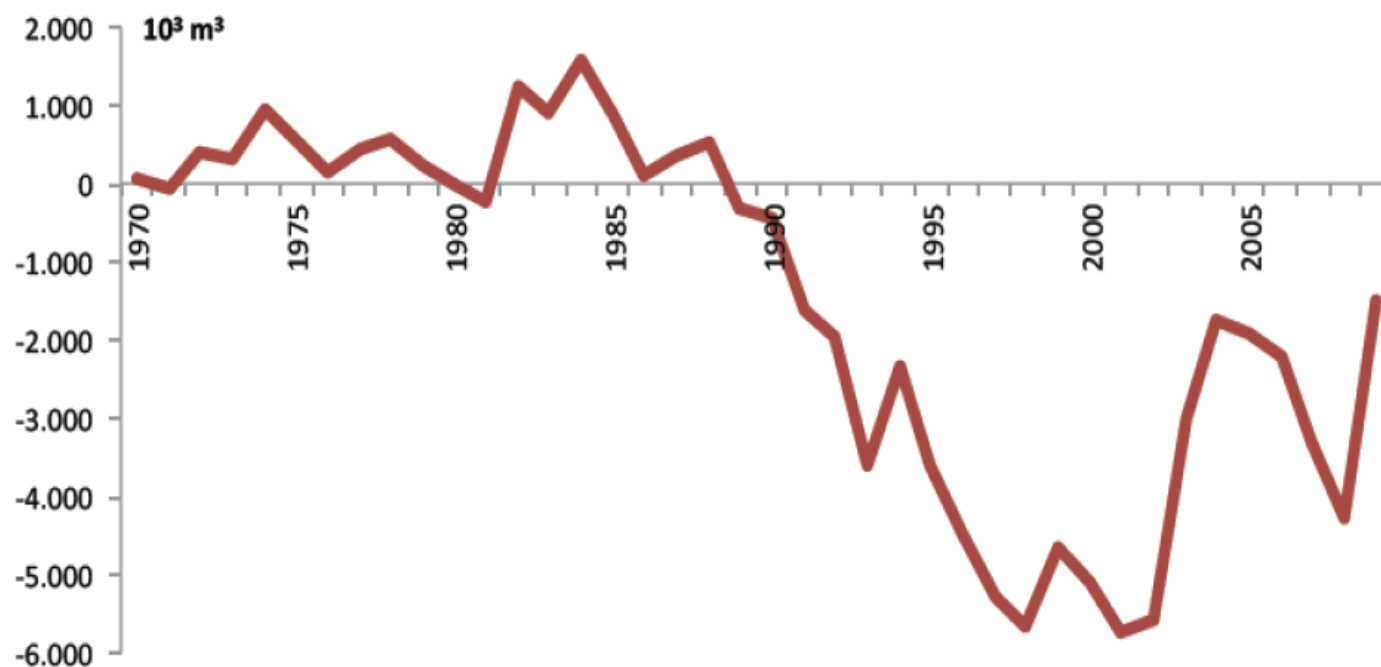



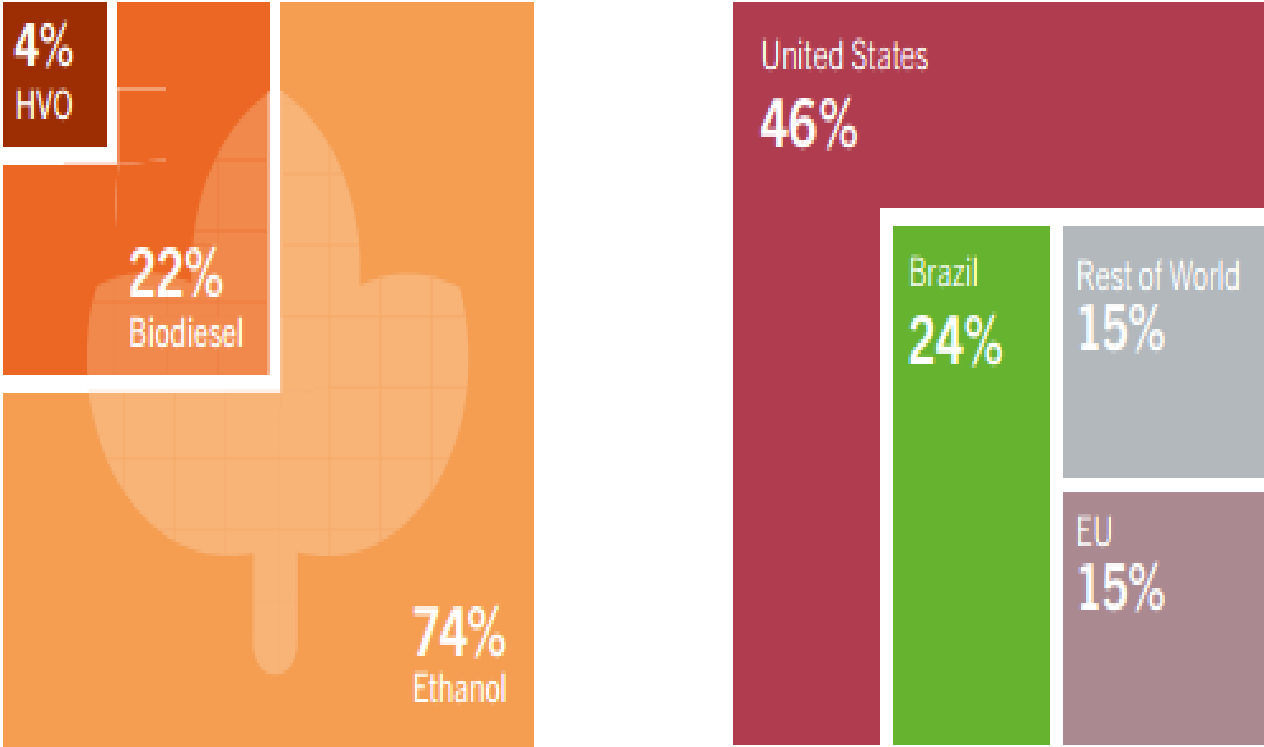
Gráfico 18: Saldo líquido entre importações e exportações de óleo diesel, em volume, 1970-2005

Fonte: BONFÁ (2011).



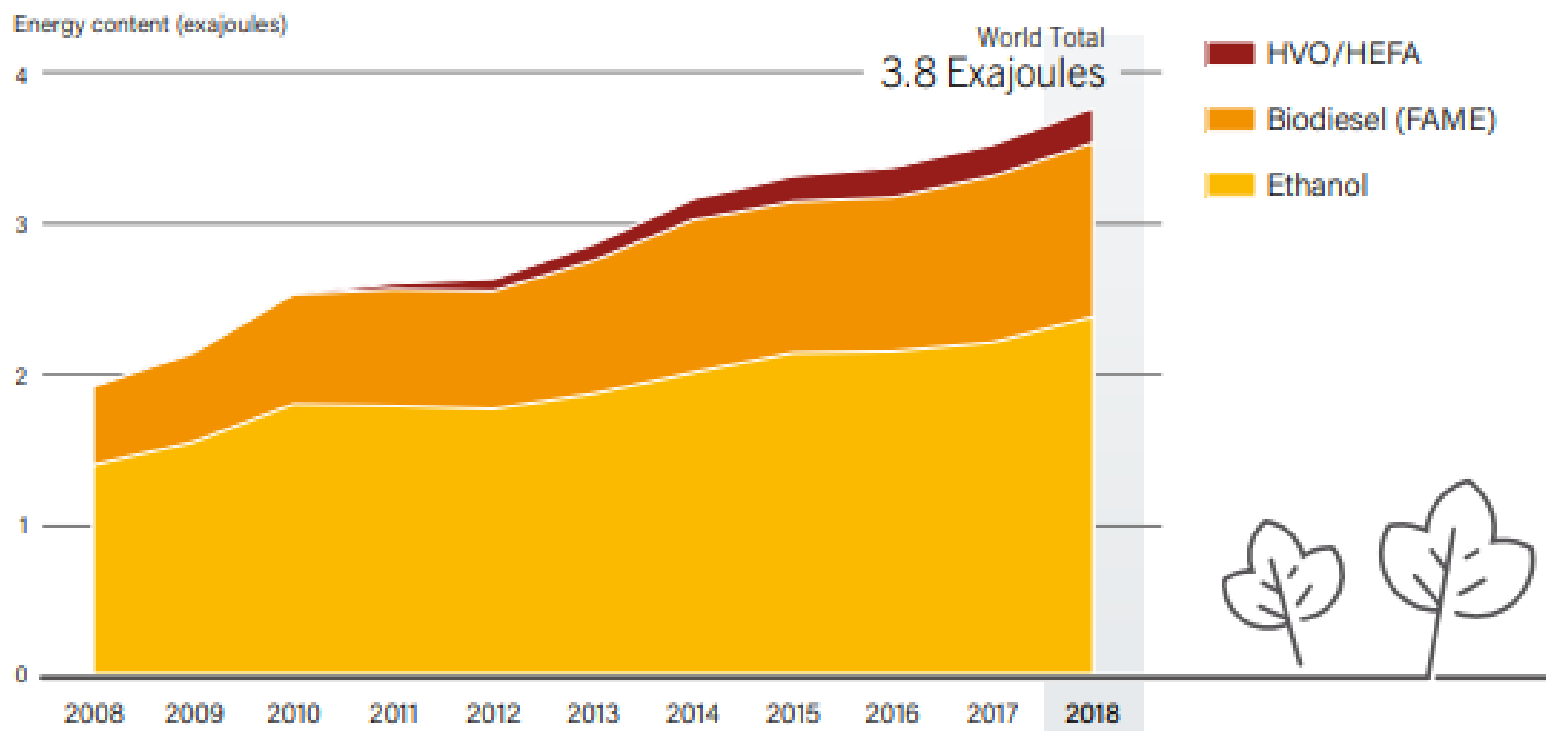
Cenário energético atual do ponto
de vista ambiental: busca por
**fontes alternativas
de energia;**
se possível
renováveis

Figure 9. Biofuels Global Production, Shares by Type and by Country/Region, 2015



Source:
See endnote 48
for this section.

FIGURE 20. Global Ethanol, Biodiesel and HVO/HEFA Fuel Production by Energy Content, 2008-2018



Note: HVO = hydrotreated vegetable oil; HEFA = hydrotreated esters and fatty acids; FAME = fatty acid methyl esters

Source: See endnote 52 for this section.



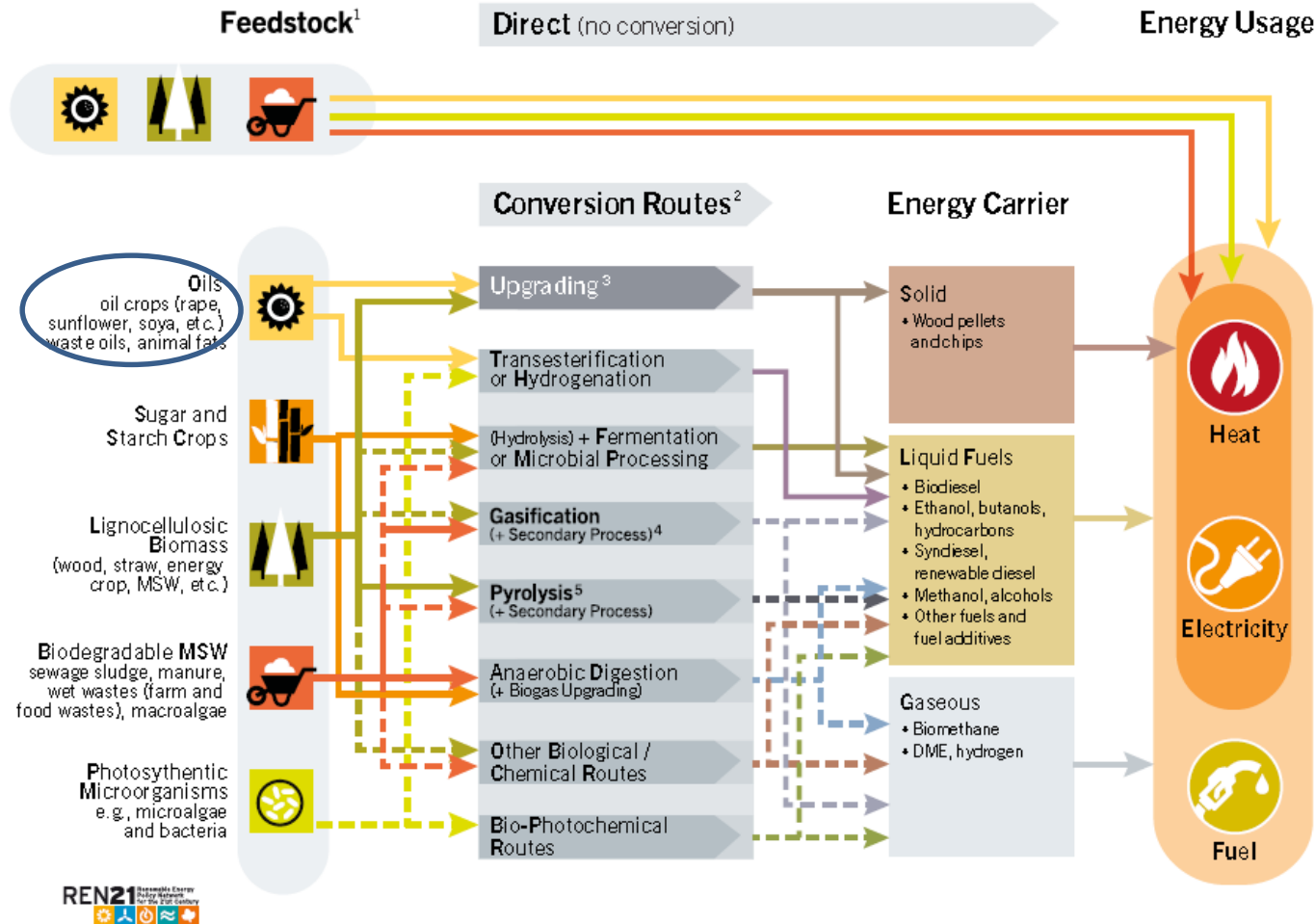
Biodiesel

Biodiesel

- Biocombustível produzido principalmente a partir de plantas oleaginosas e de gordura animal
- No Brasil, é adicionado ao diesel mineral
- A mistura possibilita redução nas emissões de enxofre e carbono
- Biodegradável, derivado de fontes renováveis e permite a utilização de rejeitos
- Condições climáticas favoráveis ao cultivo de oleaginosas no país

Biodiesel

Figure 6. Bioenergy Conversion Pathways



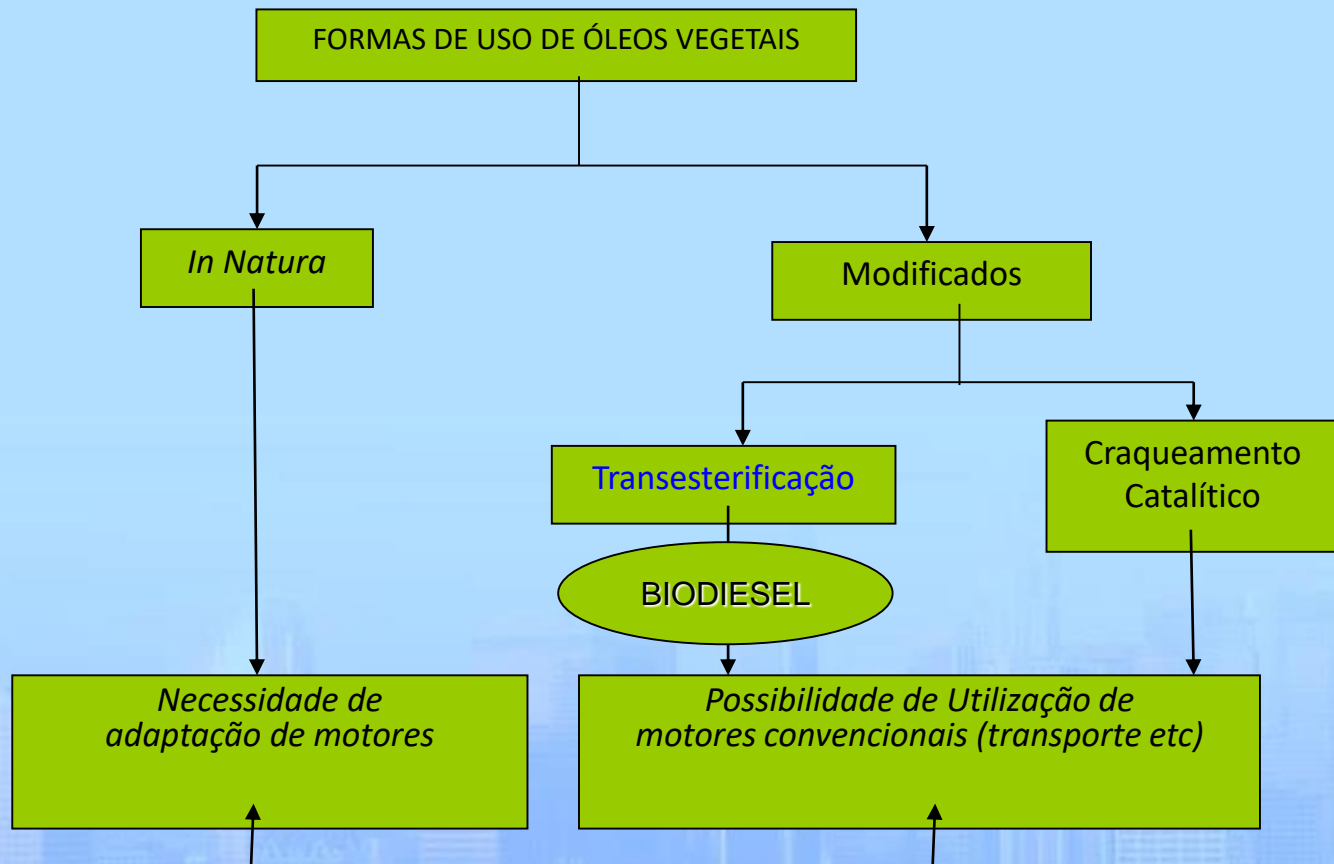
Source:
See Endn
for this se

Note: Solid lines represent commercial pathways, and dotted lines represent developing bioenergy routes.

¹ Parts of each feedstock, e.g., crop residues, could also be used in other routes. ² Each route also gives co-products. ³ Biomass upgrading includes any one of the densification processes (pelletisation, pyrolysis, torrefaction, etc.). ⁴ Anaerobic digestion processes release methane and CO₂, and removal of CO₂ provides essentially methane, the major component of natural gas; the upgraded gas is called biomethane. ⁵ Could be other thermal processing routes such as hydrothermal, liquefaction, etc. DME = dimethyl ether.

Biodiesel

Principais Utilizações de Óleos Vegetais como Energético



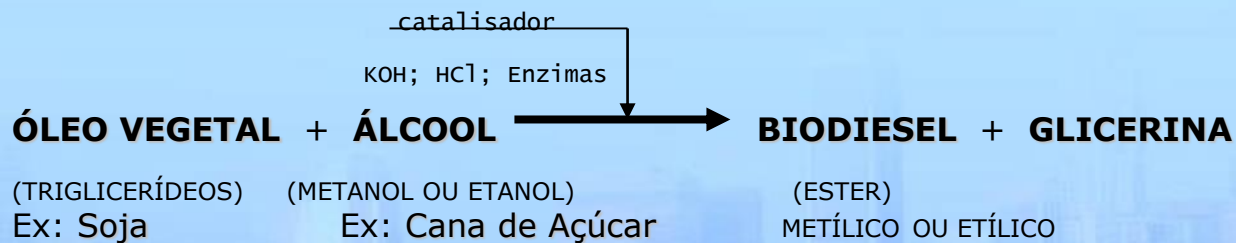
Biodiesel

CRAQUEAMENTO (custo elevado)

- Transformação de óleos vegetais, por processos **térmicos** ou **catalíticos**, em uma mistura de hidrocarbonetos.
- Utilizando as mesmas rotas tecnológicas a partir da mistura podem ser obtidas a **gasolina vegetal** e o **diesel vegetal**.
- Déc. 80 - UFCE desenvolveu pesquisas no campo de craqueamento térmico gerando 1 tonelada de petróleo vegetal (60% diesel vegetal)

Fonte INT/MCT

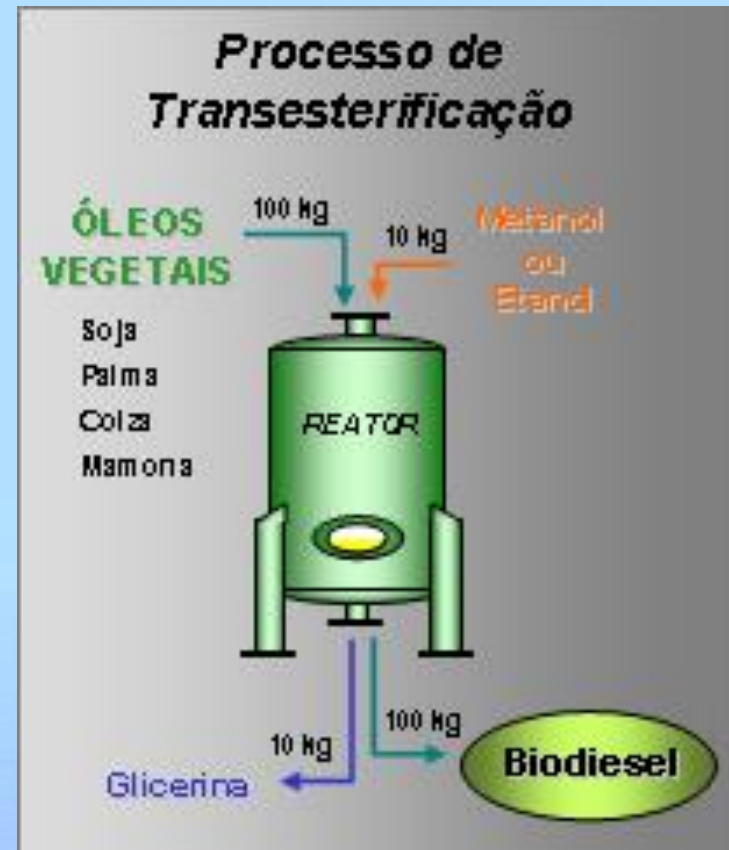
• PROCESSO DE TRANSESTERIFICAÇÃO



Biodiesel

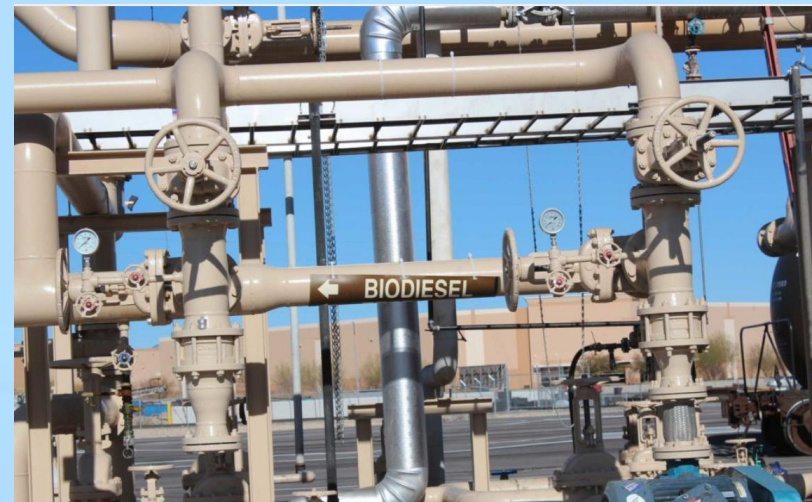
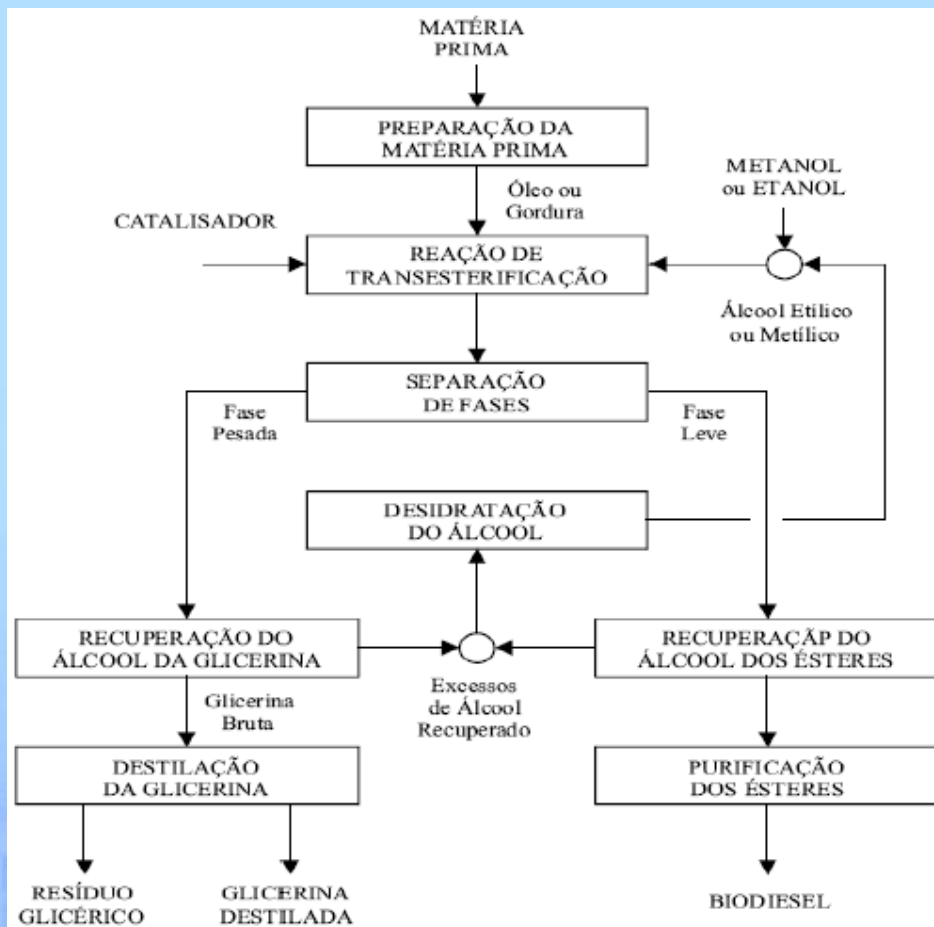
SEGUNDO ASTM:

“mono alkyl **ester** de ácidos graxos de cadeia longa, derivado de reservas renováveis de lipídios, como **óleos vegetais** e gorduras animais, para uso em motores do ciclo diesel”



Biodiesel

Produção de biodiesel - transesterificação



<https://biodieselbrasil.com.br/producao-do-biodiesel/>

<https://www.youtube.com/watch?v=zctPLH6G7CA>

Biodiesel

Metanol x Etanol

(Pecora, 2015)

VANTAGENS	
METANOL	ETANOL
<p>O consumo de metanol no processo de transesterificação é cerca de 45% menor do que o etanol anidro.</p>	<p>Produção alcooleira no Brasil já consolidada.</p>
<p>O preço do metanol é quase metade do preço do etanol.</p>	<p>Produz biodiesel com maior número de cetano e maior lubricidade, se comparado com o metílico.</p>
<p>O metanol é mais reativo.</p>	<p>Se for feito com biomassa, condição brasileira produz um combustível 100% renovável.</p>
<p>Para uma mesma taxa de conversão o tempo de reação com metanol é menos da metade do tempo quando se emprega o etanol.</p>	<p>Gera ainda mais ocupação e renda no meio rural.</p>
<p>Considerando a mesma produção de biodiesel, o consumo de vapor na rota metílica é 20% do consumo na rota etílica, e o consumo da eletricidade é menos da metade</p>	<p>Gera mais economia de divisas.</p>
<p>Os equipamentos do processo de produção em rota metílica ocupam cerca de $\frac{1}{4}$ do volume em rota etílica, para mesma quantidade e qualidade de produção.</p>	<p>Não é tóxico como metanol e apresenta menos risco de incêndio.</p>

Biodiesel

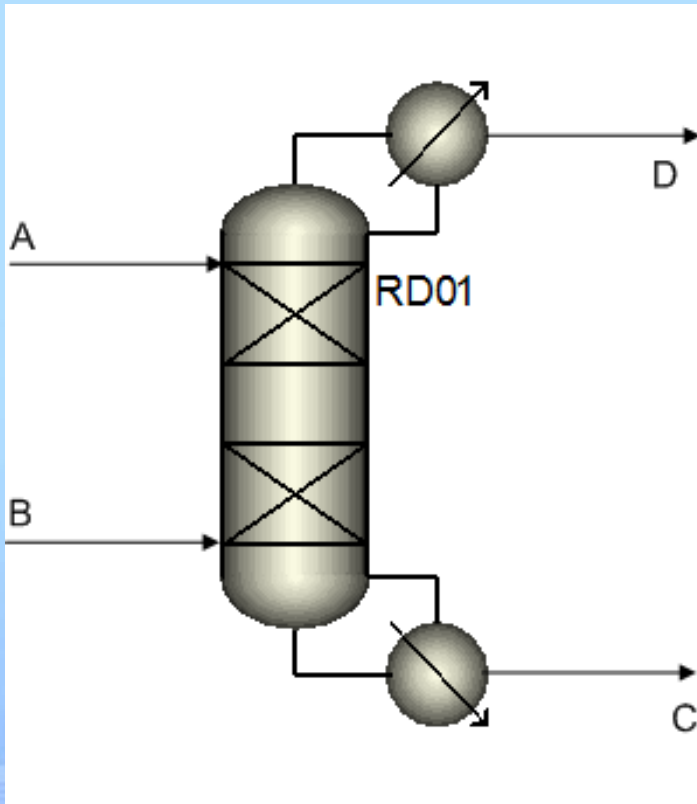
Metanol x Etanol

(Pecora, 2015)

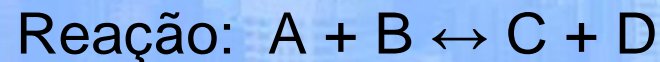
DESVANTAGENS	
METANOL	ETANOL
Apesar de poder ser produzido de biomassa, é tradicionalmente um produto de origem fóssil.	Os ésteres etílicos possuem maior afinidade com a glicerina, dificultando a separação.
É bastante tóxico.	Possui azeotropia, quando misturado em água, de modo que sua desidratação requer maiores gastos energéticos e investimento com equipamentos.
Maior risco de incêndio, chama invisível.	Os equipamentos do processo de produção via rota etílica ocupam 4 vezes o volume dos equipamentos via rota metílica, para mesma quantidade e qualidade de produção.
Transporte é controlado pela polícia federal por se tratar de matéria-prima para uso no processamento de drogas.	Dependendo do preço da matéria-prima, os custos de produção de biodiesel etílico podem ser até 100% maiores que o metílico.

Biodiesel

Produção de Biodiesel por Destilação Reativa



- ✓ Processo Compacto: reação química e de separação térmica em uma única unidade
- ✓ Custo de Capital e de Processo, Custo Operacional
- ✓ Controle de Processo
- ✓ Aumento da conversão
- ✓ Reações com altas relações A:B (ex 12:1)
- ✓ Pressões elevadas



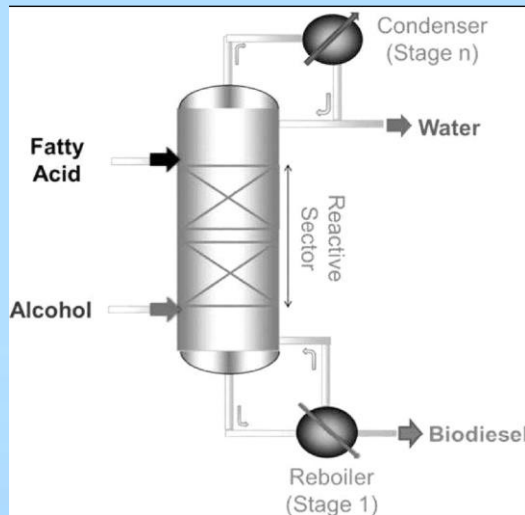
Biodiesel

Produção de Biodiesel por Destilação Reativa

- ✓ Produção de biodiesel: utilizada para a esterificação do óleo com metanol ou etanol;
- ✓ Não trabalha com excesso de álcool (metanol ou etanol). Portanto, não é necessário que haja coluna para recuperação de álcool;
- ✓ Na coluna de destilação reativa pode ser empregado qualquer tipo de óleo ou gordura com qualquer índice de acidez, sem necessidade de refino;
- ✓ A coluna de destilação reativa pode apresentar melhores resultados que reatores convencionais, pois desloca o equilíbrio da reação no sentido de se formar mais produtos;
- ✓ Necessidade de estudo aprofundados / otimização de processos.

Biodiesel

Produção de Biodiesel por Destilação Reativa



Sistema de destilação reativa por esterificação.

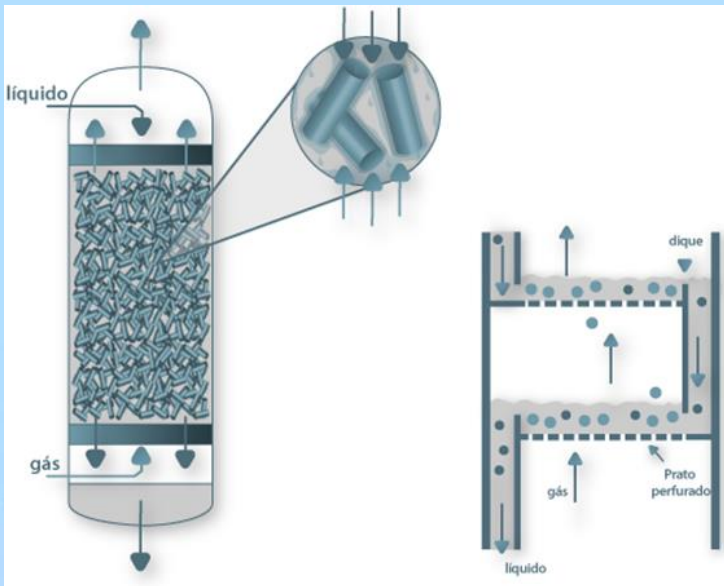
Fonte: MACHADO, 2011.

- ✓ Reação de esterificação: processo reversível, obtendo como produto principal um éster específico (biodiesel);
- ✓ Para sintetizar um éster, um ácido graxo reage com um álcool, produzindo o éster e água;
- ✓ Na reação de esterificação não há formação de glicerina.

Biodiesel

Produção de Biodiesel por Destilação Reativa

Imiscibilidade entre A e B.



Coluna com enchimento e
coluna de pratos perfurados.



HVO – Hydrotreated Vegetable Oil – Second generation

Table 2. Different technologies for biobased diesel fuels. [1]

Large scale production	Process	Product	Feedstocks: Volume availability and price	Product quality	Production plant investments
≈ 1995 ...	Esterification	Biodiesel Ester FAME	-	-	+
2007 ...	Hydrotreating	Renewable diesel C_nH_{2n+2} HVO	+	+++	-
≈ 2015 ...	Gasification + Fischer-Tropsch	Renewable diesel C_nH_{2n+2} FT-BTL	+++	+++	---

C_nH_{2n+2} is a general formula for paraffinic hydrocarbons. + sign indicates benefit, - sign indicates disadvantage

https://www.etipbioenergy.eu/images/SAE_Study_Hydrotreated_Vegetable_Oil_HVO_as_a_Renewable_Diesel_Fuel.pdf

Resumo para a próxima aula

HVO/HEFA – Hydroprocessed esters and fatty acids and fatty acids

Biobutanol

BioDME

Biogas

Biohydrogen

Bio-Synthetic Natural Gas
(BioSNG)

Cellulosic ethanol

HVO/HEFA

OVERVIEW

Hydrotreated vegetable oils (HVO) commonly referred to as renewable diesel and hydroprocessed esters and fatty acids (HEFA) are produced via [hydroprocessing](#) of oils and fats. Hydroprocessing is an alternative process to esterification to produce diesel from biomass.

HVO/HEFA are straight chain paraffinic hydrocarbons that are free of aromatics, oxygen and sulfur and have high cetane numbers. HEFA offers a number of benefits over FAME (Fatty Acid Methyl Esters), such as reduced NOx emission, better storage stability, and better cold flow properties. Hence HEFA can typically be used in all diesel engines. Also the use as an aviation (bio jet) fuel has been approved.

DIÁRIO DO TRANSPORTE



HVO pode ser uma das grandes soluções para o transporte coletivo da capital

Publicado em: 24 de setembro de 2019

Notícia

Outros destaques

“São 14 mil ônibus, que consomem 1,5 milhão de litros de óleo diesel por dia. E temos o compromisso, com os novos contratos assinados, de reduzir a emissão de CO2 em 50% em dez anos”, afirmou Francisco

<https://diariodotransporte.com.br/2019/09/24/hvo-pode-ser-uma-das-grandes-solucoes-para-o-transporte-coletivo-da-capital/>

Biodiesel

Linha do tempo

1920

Biocombustíveis

1970

PROÓLEO

1980

1ª Patente (E. Parente)

2002

PROBIODIESEL

2004

PNPB

2005

Blend B2

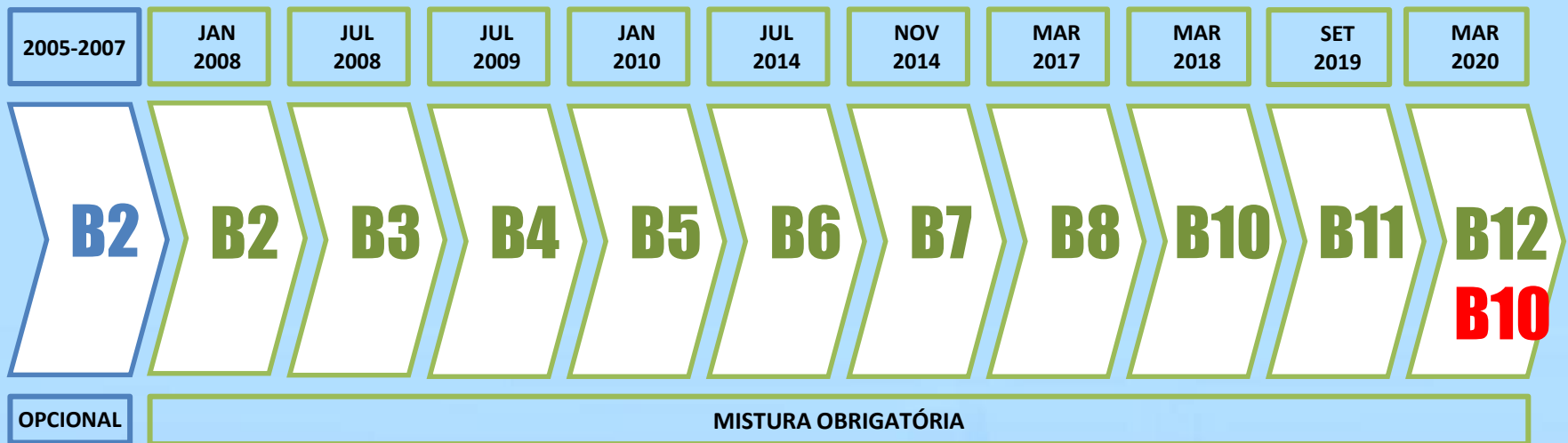


Biodiesel

Evolução da mistura

Biodiesel no Brasil

Percentual de mistura no diesel (*Blend*)



Atualização em 14/8: [veja a Resolução nº 824/2020, que altera o percentual de mistura obrigatória do biodiesel ao diesel A, no período entre os dias 01 de setembro e 31 de outubro de 2020.](#)



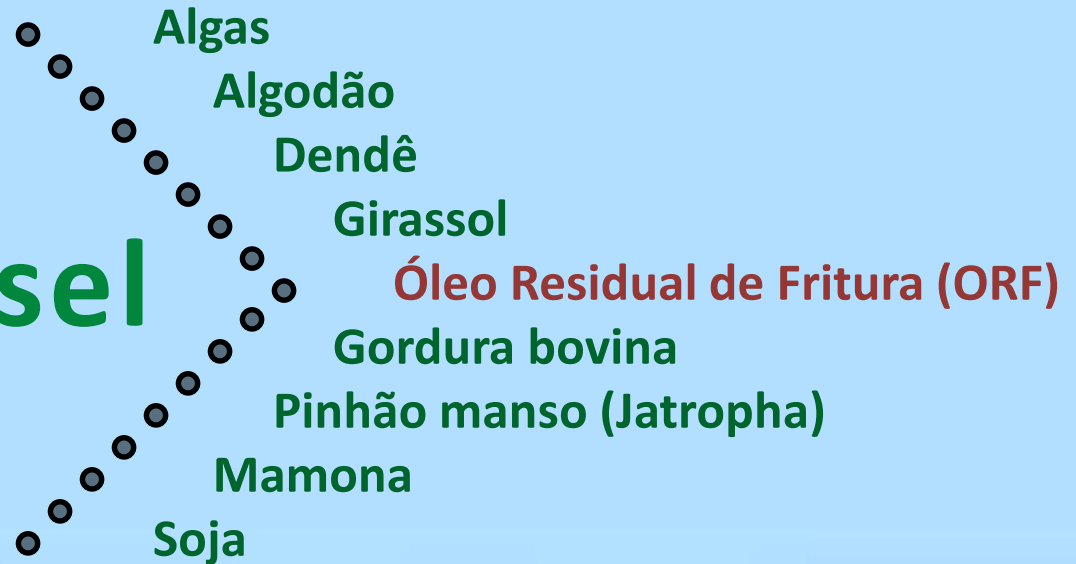
Biodiesel

Matérias-primas

Matérias-primas



Biodiesel



ORF { **Propriedades similares às do biodiesel tradicional ^(a) e do diesel mineral ^(b)**

Matérias-primas

Culturas por região (prevalência em negrito)

Região Norte

- Babaçu
- Dendê**
- Soja



Região Nordeste

- Algodão
- Babaçu
- Coco
- Dendê
- Mamona**
- Pinhão manso
- Soja

Região Centro-Oeste

- Algodão
- Babaçu
- Canola
- Girassol
- Soja**

Região Sul

- Canola
- Girassol
- Soja**

Região Sudeste

- Amendoim
- Babaçu
- Girassol
- Pinhão manso
- Soja**

Diversidade de Matéria Prima vs outros usos



Mamona



Girassol



Dendê (Palma)



Soja



Algodão



Canola



Amendoim



Pinhão Manso



Buriti



Babaçu

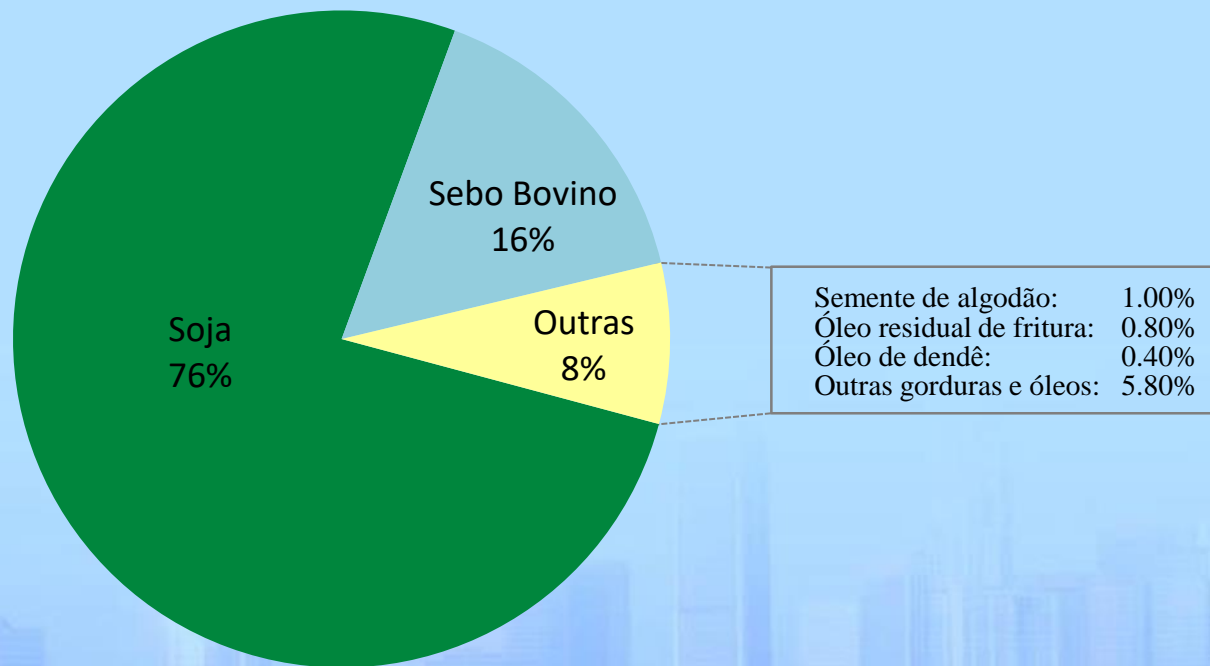


Macaúba

Principais matérias-primas

Composição no Brasil

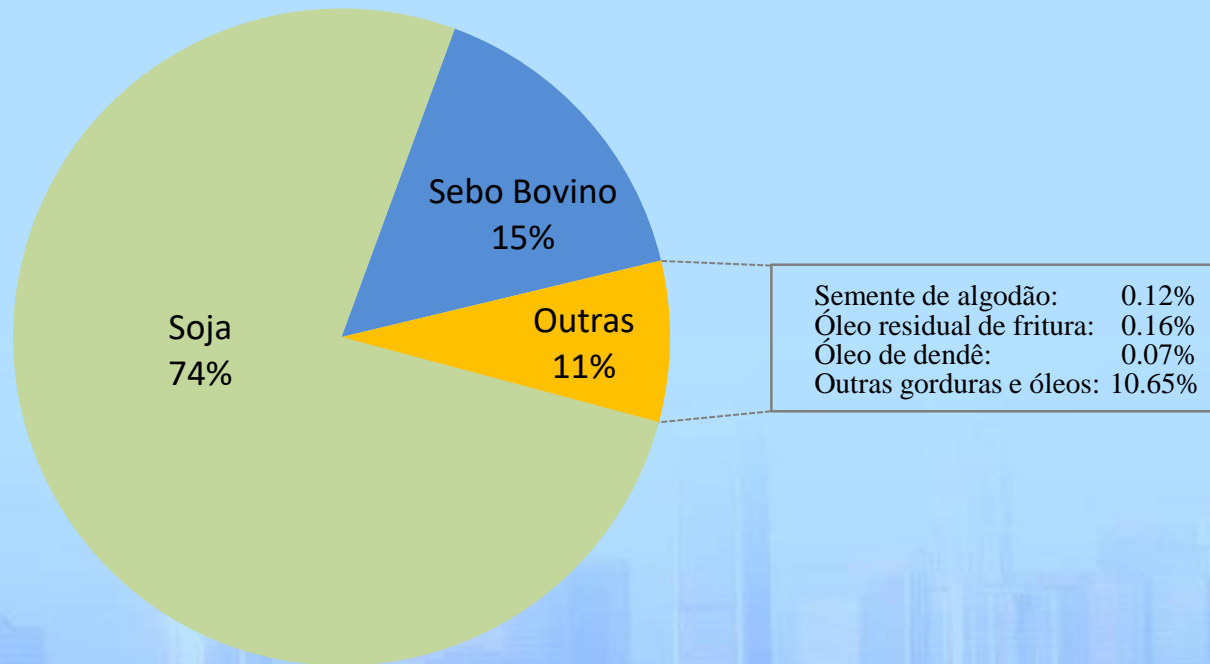
Média em 2016



Principais matérias-primas

Composição no Brasil

Média em 2017

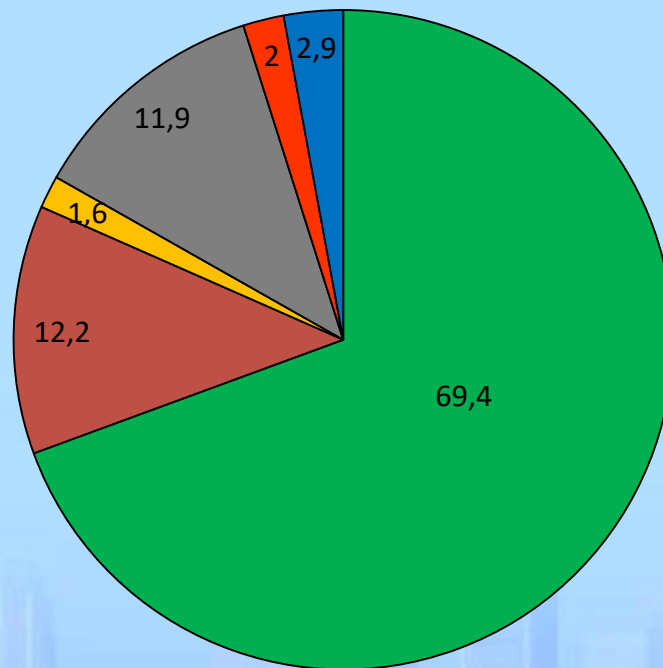


Principais matérias-primas

Composição no Brasil

Média dos percentuais

Jan - Jun 2019



■ Soja ■ Sebo bovino ■ ORF* ■ OMG** ■ Dendê ■ Outros

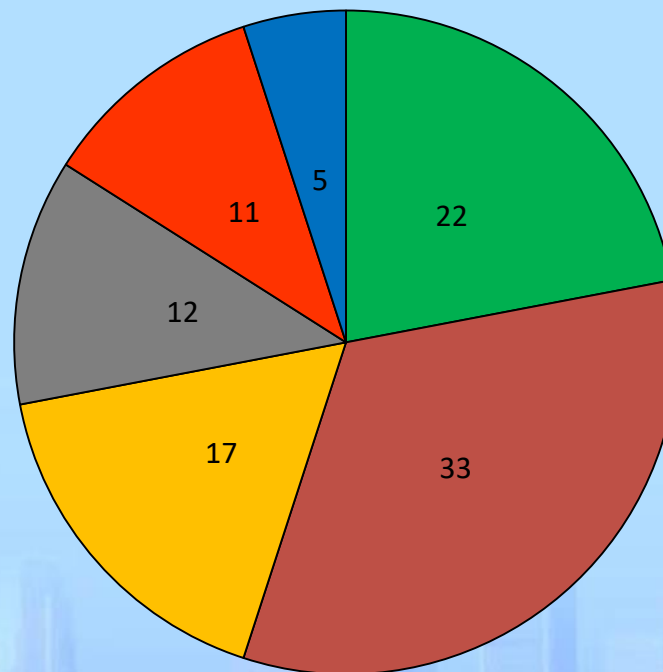
*Óleo Residual de Fritura **Outros Materiais Graxos

Principais matérias-primas

Composição na Região Sudeste

Média arredondada dos percentuais

Jan – Jun 2019



■ Soja ■ Sebo bovino ■ ORF* ■ OMG** ■ Gordura de porco ■ Outros

*Óleo Residual de Fritura **Outros Materiais Graxos

Matérias-primas

Espécie	Produtividade (ton/ha)	Teor do Óleo (%)	Regiões Produtoras	Rendimento (ton óleo/ha)
Dendê	15 a 25	22	BA e PA	3 a 6
Girassol	1,5 a 2	38 a 48	GO, MS, SP, RS e PR	0,5 a 0,9
Mamona	0,5 a 2	45 a 50	NORDESTE	0,22 a 0,9
Amendoim	1,5 a 2	40 a 43	SP	0,6 a 0,8
Soja	2 a 3	18	MT, PR, RS, GO, MS, MG, SP e BA	0,2 a 0,4
Algodão	0,86 a 1,4	15	MT, GO, MS, BA e MA	0,1 a 0,2
Pinhão Manso	2 a 12	50 a 52	NORDESTE e MG	1 a 6
Canola	-	40 a 48	SUL e parte do CENTRO OESTE	0,5 a 0,9

Matérias-primas

Soja (soybean)

- Fonte de proteína (ração)
- Cadeia produtiva bem estruturada
- Produção em todo o território brasileiro
- Pode ser armazenada por longos períodos
- Óleo é um dos mais baratos – subproduto da produção de farelo (alimentação animal)
- Produtores mundiais: EUA, Brasil, Alemanha
- Exportadores: EUA, Brasil, Argentina



Matérias-primas

Mamona (castor oil)

- Cadeia produtiva deficiente
- Produtividade baixa e ciclo produtivo longo
- Custo de produção alto (mão-de-obra)
- Viscosidade alta
- Cultura promove a erosão
- Pouca pesquisa
- Torta resultante da extração do óleo é tóxica
- Outros usos de maior valor agregado



https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/CONT000fckhw7kz02wx5eo0a2ndxymoanjml.html

Matérias-primas

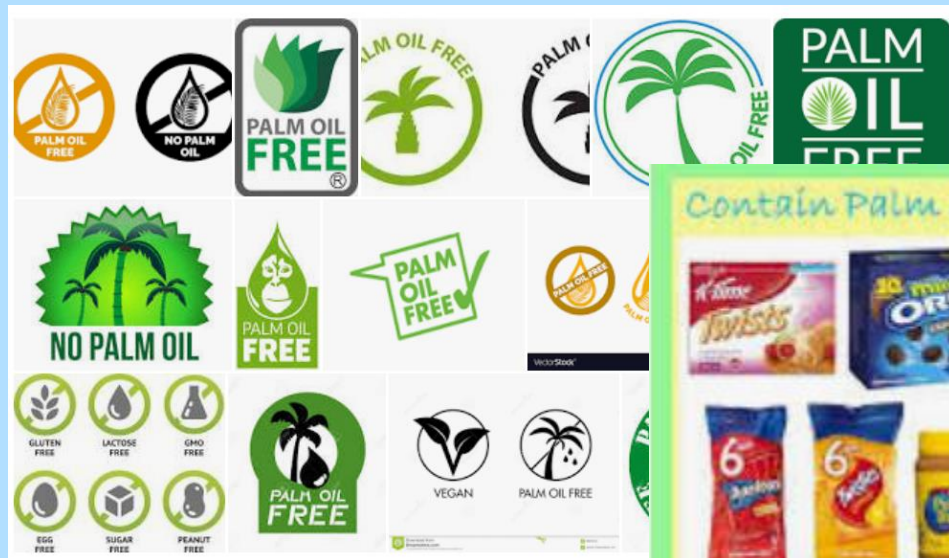
Dendê (palm oil)

Óleo de palma e Palma-de-óleo (ou óleo de palmiste)

- Área plantada estabilizada em 60 mil hectares
- Alto custo de implantação da lavoura
- Longa maturação do investimento (4 a 6 anos)
- Biodiesel solidifica no frio
- A pesquisa é escassa
- O resíduo tem baixo valor comercial
- Processamento precisa ser efetuado logo após a colheita (até 48 horas)
- Usina precisa estar próxima da produção
- Grande uso no setor de alimentos (Nutela ...)



Por que “palm oil free”?



17/06/2015 13h08 - Atualizado em 17/06/2015 16h52

Ministra pede que franceses parem de comer Nutella para preservar ambiente

Produto é feito de óleo de palma, planta afetada por desmate na Ásia. Fabricante Ferrero afirma que está consciente dos desafios ambientais.

<https://www.goodtoknow.co.uk/food/food-news/palm-oil-products-to-avoid-460304>

<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2015/06/ministra-francesa-pede-que-parem-de-comer-nutella-para-preservar-ambiente.html>

Desmatamento na Malasia e Indonesia

FUTURE

What is BBC Future? Follow the Food Future Planet Hidden Value Best of BBC Future



By Frank Swain 13th January 2020

It is a wonder product used in everything from confectionery to construction. But our addiction to palm oil is costing the Earth due to the harm it does to the rainforests. Can we replace it?

Indonesia and Malaysia alone boast around 13 million hectares of oil palm plantation, almost half the world's total

<https://www.bbc.com/future/article/20200109-what-are-the-alternatives-to-palm-oil>

But the rapid expansion of oil palm plantations is blamed for **massive deforestation in Indonesia and Malaysia**, and destroying the habitat of endangered native wildlife there, such as the orangutan, and increasing their risk of extinction. Those two nations alone boast around 13 million hectares of oil palm plantation, almost half the world's total. According to Global Forest Watch, Indonesia lost **25.6 million hectares of tree cover** between 2001 and 2018, an area almost as large as New Zealand. (Find out more about **the environmental impact that palm oil is having around the world.**)

Malasia e Indonesia (BBC)



© Getty Images

Clearing of the rainforests in Malaysia and Indonesia is destroying the last remaining habitats of endangered species like Orangu-tans (Credit: Getty Images)

Ler e comentar

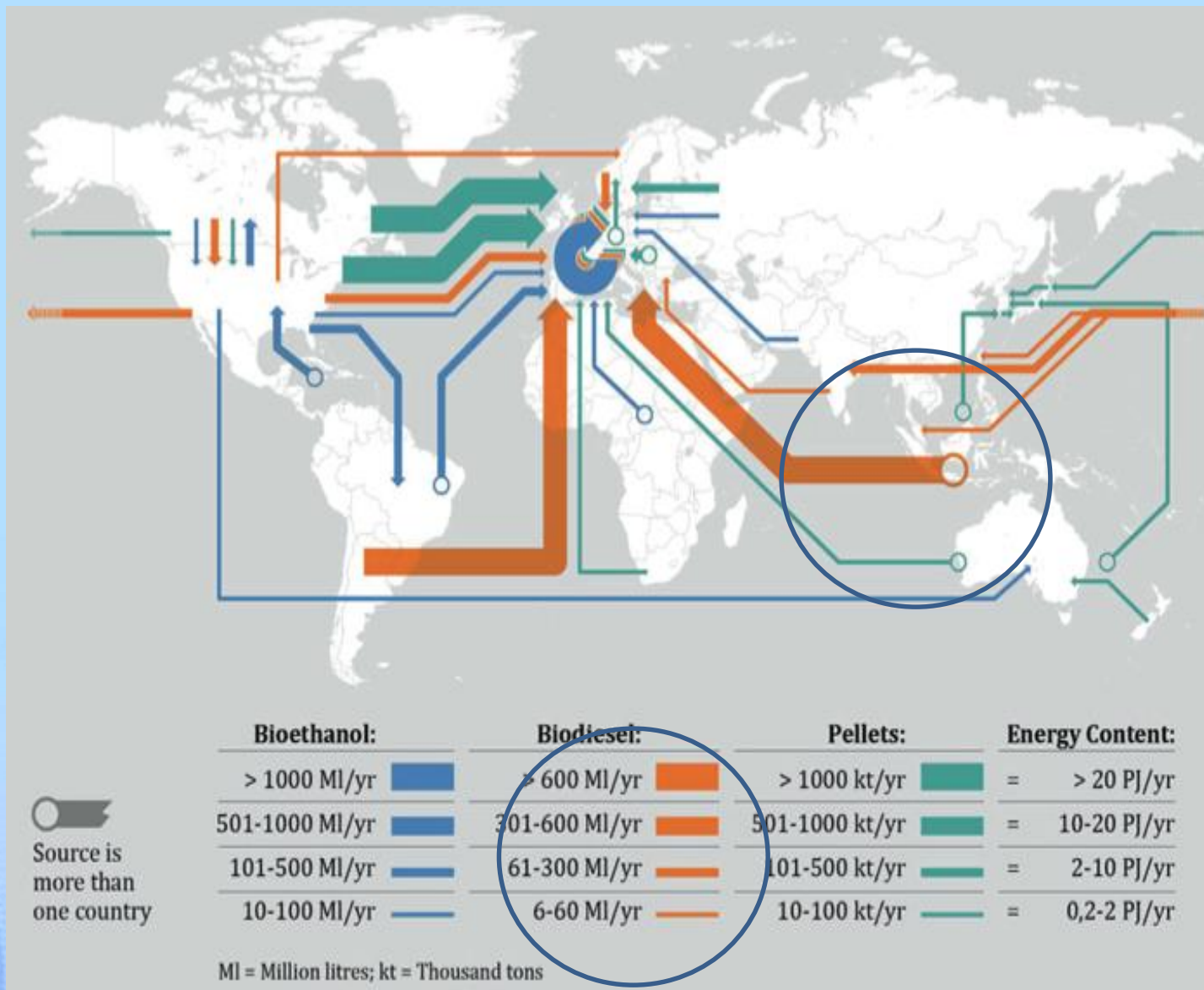
Esquenta o debate sobre o biodiesel de palma na Colômbia



<https://www.biodieselbr.com/noticias/materia-prima/dende/esquenta-debate-biodiesel-palma-colombia-180412>

<https://www.bbc.com/future/article/20200109-what-are-the-alternatives-to-palm-oil>

Comercio de biodiesel



Matérias-primas

Gordura animal e óleos residuais

Gordura Animal (*animal fat*) – resíduo do abate

- Segunda fonte mais utilizada
- 40 MM de cabeças/ano \Rightarrow 800 MM kg de sebo \Rightarrow 400 MM kg biodiesel

Óleos e Gorduras Residuais (*residual oil*)

- Processamento doméstico, comercial e industrial

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj1om7kf02wyiv802hvm3jholloom.html>





Biodiesel

Produção mundial

Biodiesel no mundo

14 maiores produtores (2018)

País	Bilhões de litros
Estados Unidos	6,9
Brasil	5,4
Indonésia	4,0
Alemanha	3,5
Argentina	2,8
França	2,2
Espanha	2,0
Tailândia	1,6
Itália	1,4
Polônia	1,0
China	1,0
Reino Unido	0,5
Canadá	0,4
Índia	0,2
UE	15,0
Mundo	41,3

14 maiores produtores (2019)

■ TABLE R13. Biofuels Global Production, Top 15 Countries and EU-28, 2019

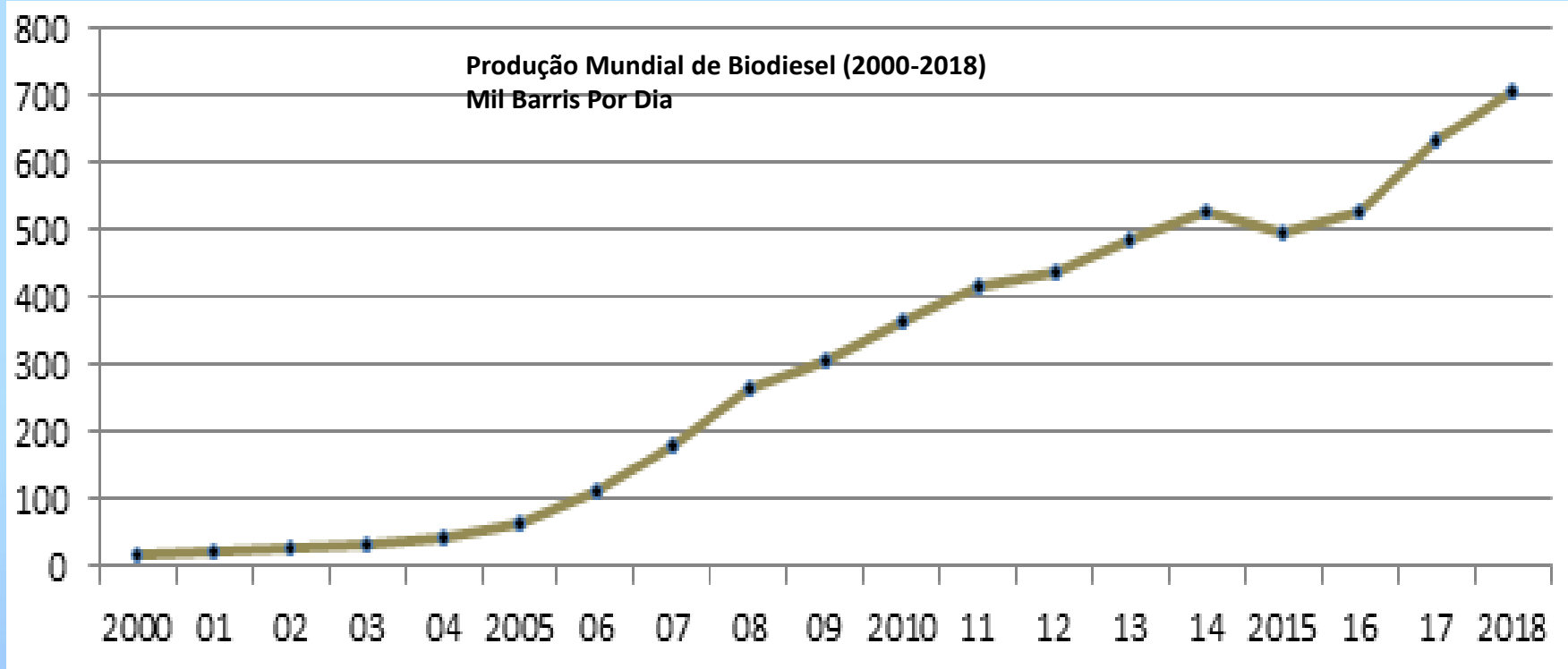
Country	Ethanol	Biodiesel (FAME)	Biodiesel (HVO)
Billion litres			
United States	59.7	4.0	2.5
Brazil	35.3	5.9	0.0
Indonesia	0.0	7.9	0.0
China	4.0	0.6	0.0
Germany	0.8	3.8	0.0
France	0.9	2.8	0.2
Argentina	1.1	2.5	0.0
Thailand	1.6	1.7	0.0
Spain	0.5	2.0	0.0
Netherlands	0.4	1.0	1.1
Canada	2.0	0.3	0.0
India	2.1	0.2	0.0
Malaysia	0.0	1.6	0.0
Poland	0.2	1.0	0.0
Italy	0.0	0.8	0.2
EU-28	4.7	12.4	2.9
World Total	113.7	40.9	6.5

Fonte: REN21 (2020)

https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2020_full_report_en.pdf

Biodiesel no mundo

Produção Total



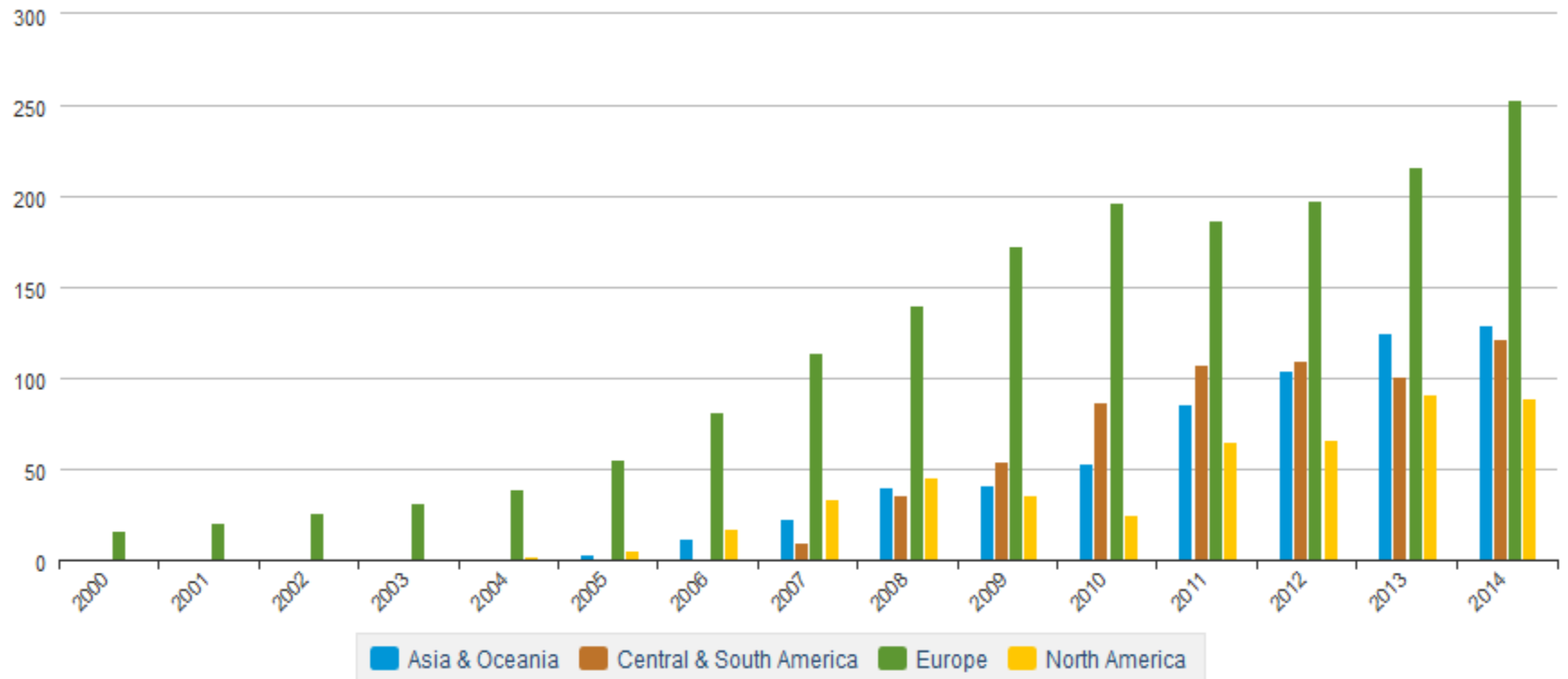
Biodiesel no mundo

Produção por Região

Biodiesel Production

DOWNLOAD

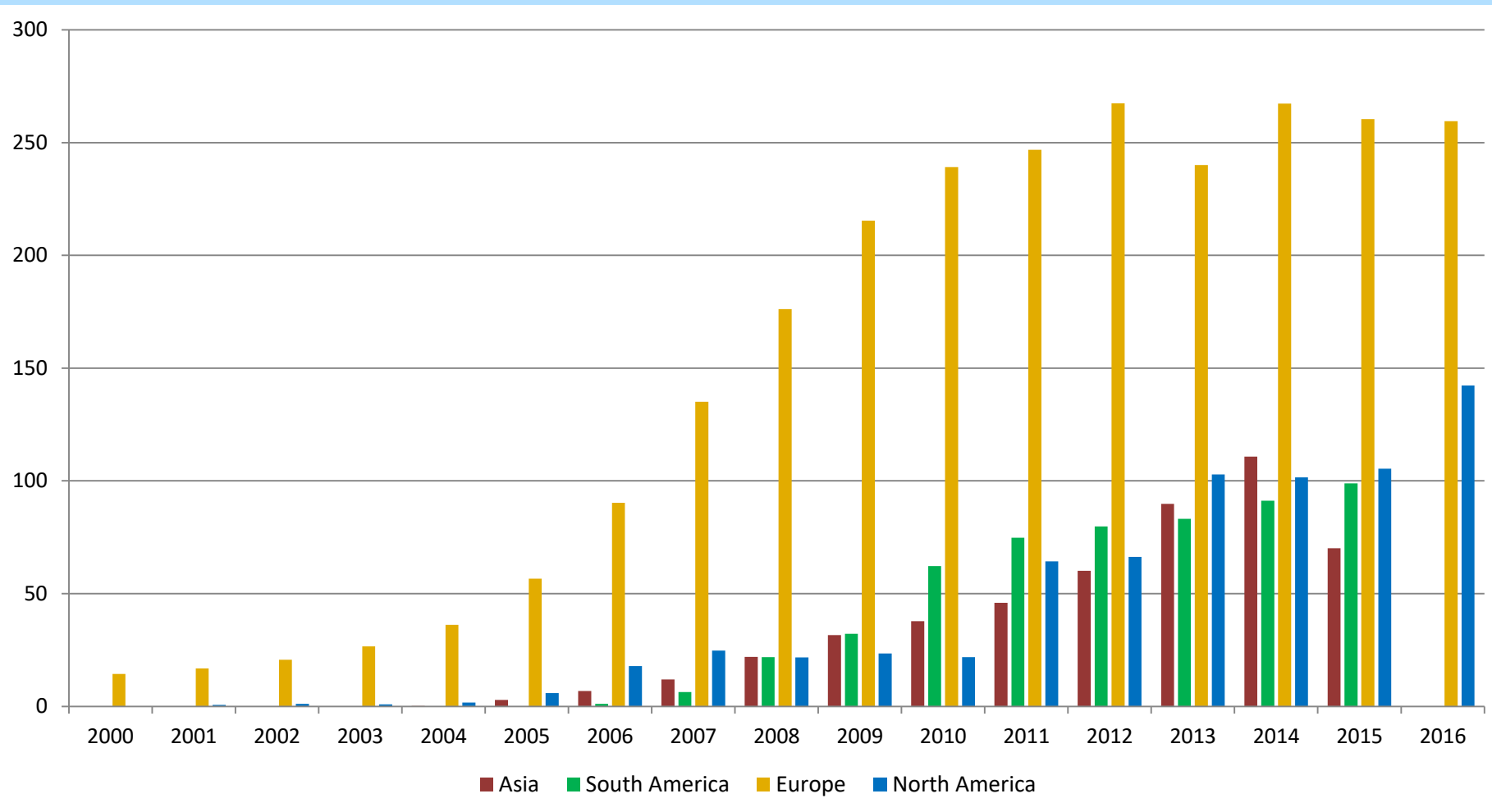
Thousand Barrels Per Day



Source: U.S. Energy Information Administration

Biodiesel no mundo


Consumo por região, 2000-2016 (1000 barris/dia)



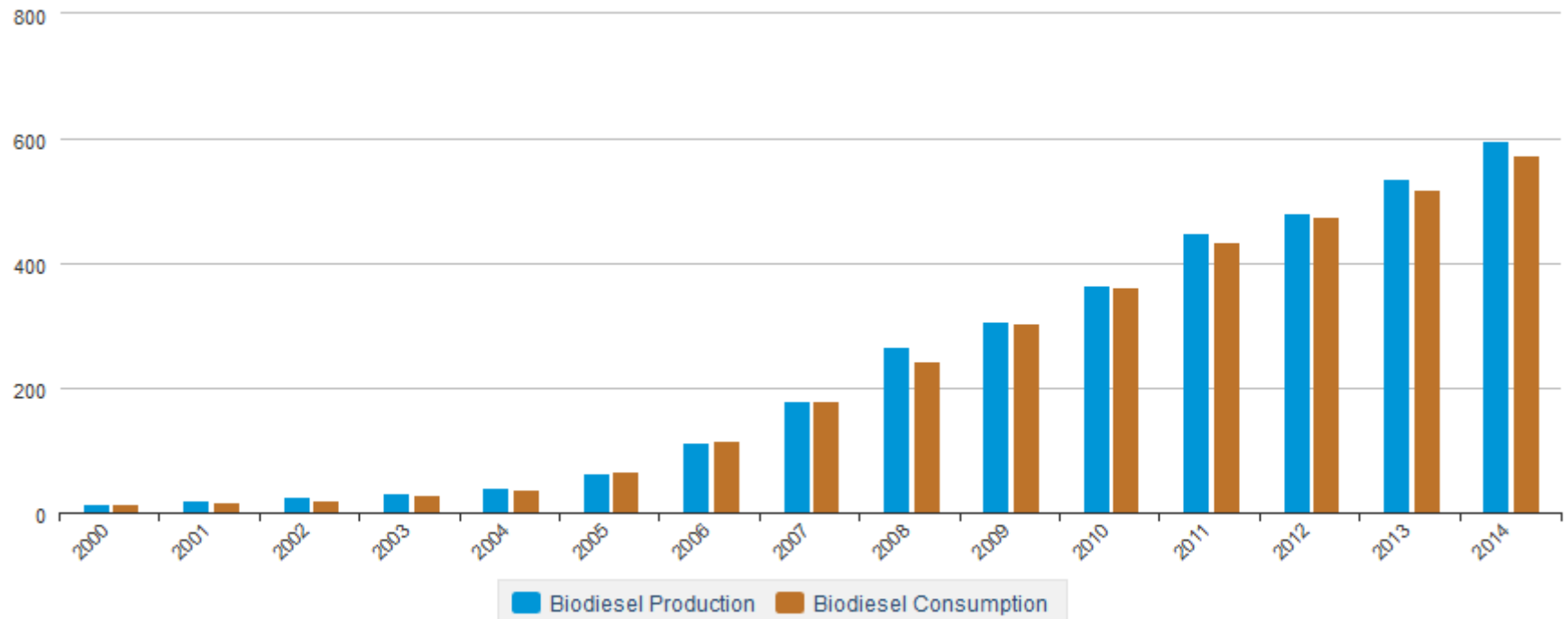
Biodiesel no mundo


Produção vs. Consumo (2000 – 2014)

World

 DOWNLOAD

Thousand Barrels Per Day



 Source: U.S. Energy Information Administration

Fonte: EIA (2017)



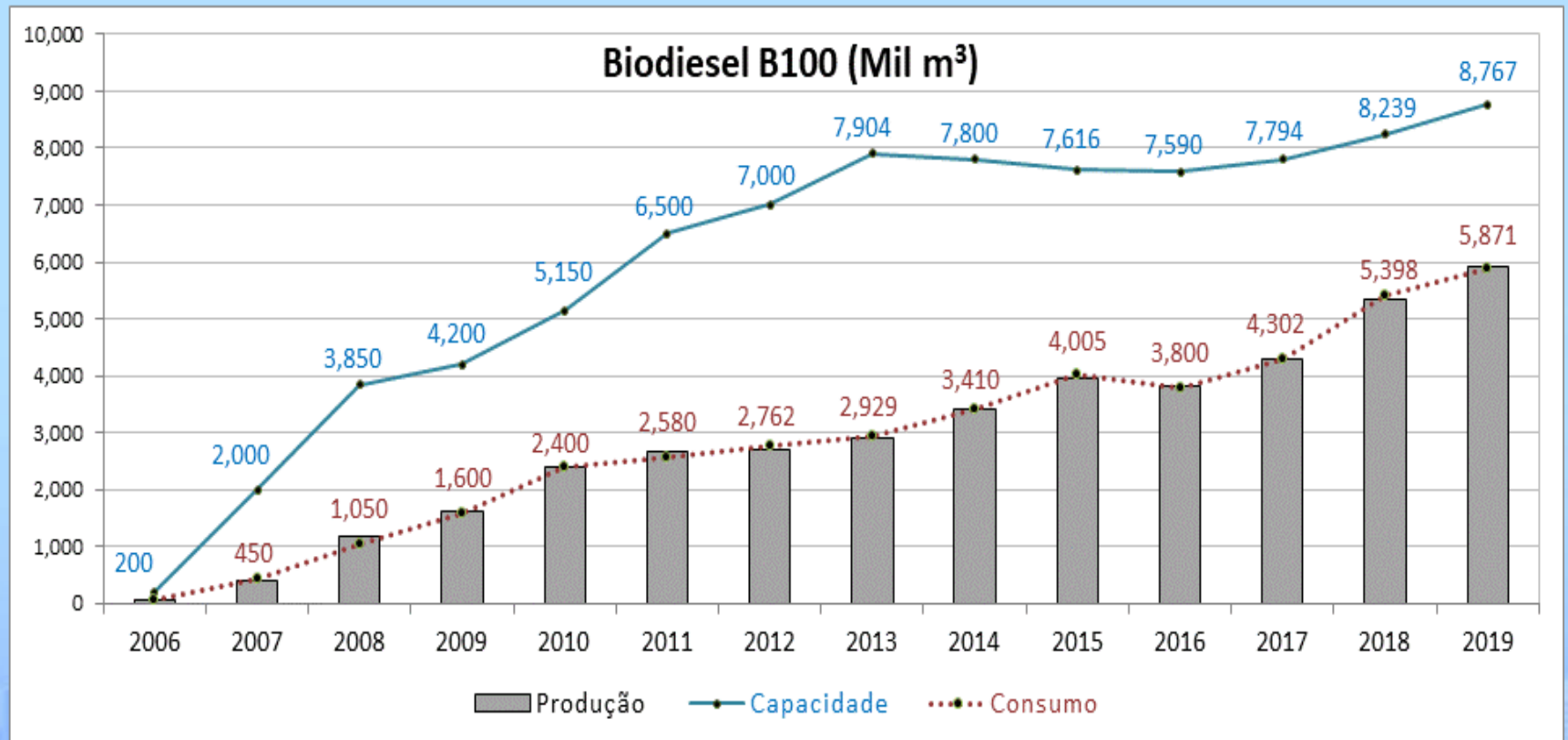
Biodiesel

Produção no Brasil

Biodiesel no Brasil

Produção x Consumo x Capacidade

Oferta, demanda e capacidade instalada acumulada (2006–2019)



Biodiesel no Brasil

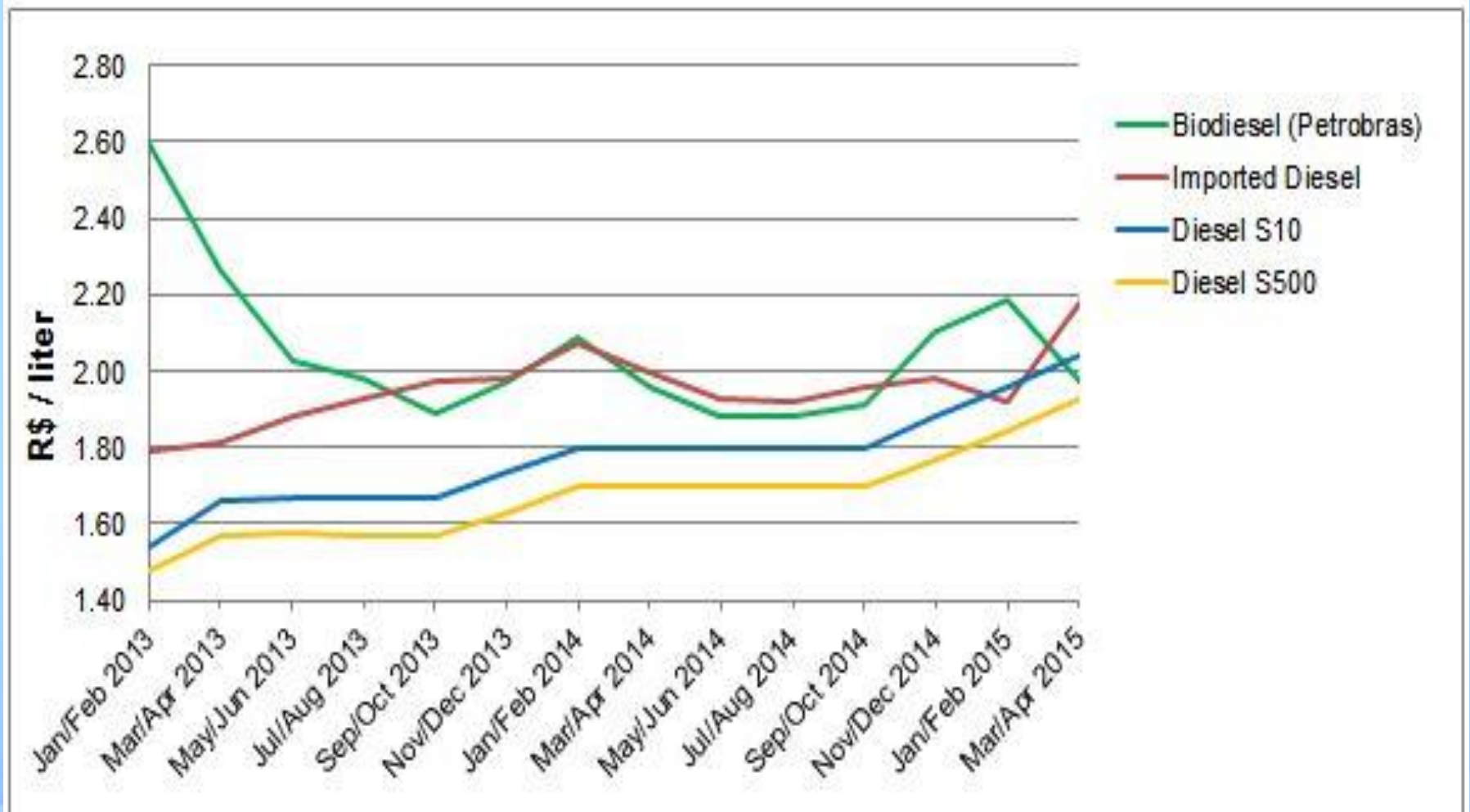
Cenário Futuro

Investimentos em unidades de processamento de soja e refino de biodiesel

Situação	Realizado	Projeção			Unidade
Ano	2016	2020	2025	2030	(em milhões)
Soja					
Soja processada	40,7	55,1	77,3	107,2	t/ano
Capacidade instalada	65,0	68,8	96,6	134,0	t/ano
Unidades	117	120	139	165	unidades
Biodiesel					
Produção	3,8	6,4	11,4	18,0	m ³ /ano
Capacidade instalada	7,3	8,0	14,3	22,5	m ³ /ano
Número de usinas	50	51	76	109	unidades

Biodiesel no Brasil

Preço diesel X biodiesel



POLÍTICAS PÚBLICAS

ATUAIS PARA O INCENTIVO DO

BIODIESEL

NO BRASIL

Biodiesel no Brasil

Principais Políticas Públicas → Biocombustíveis

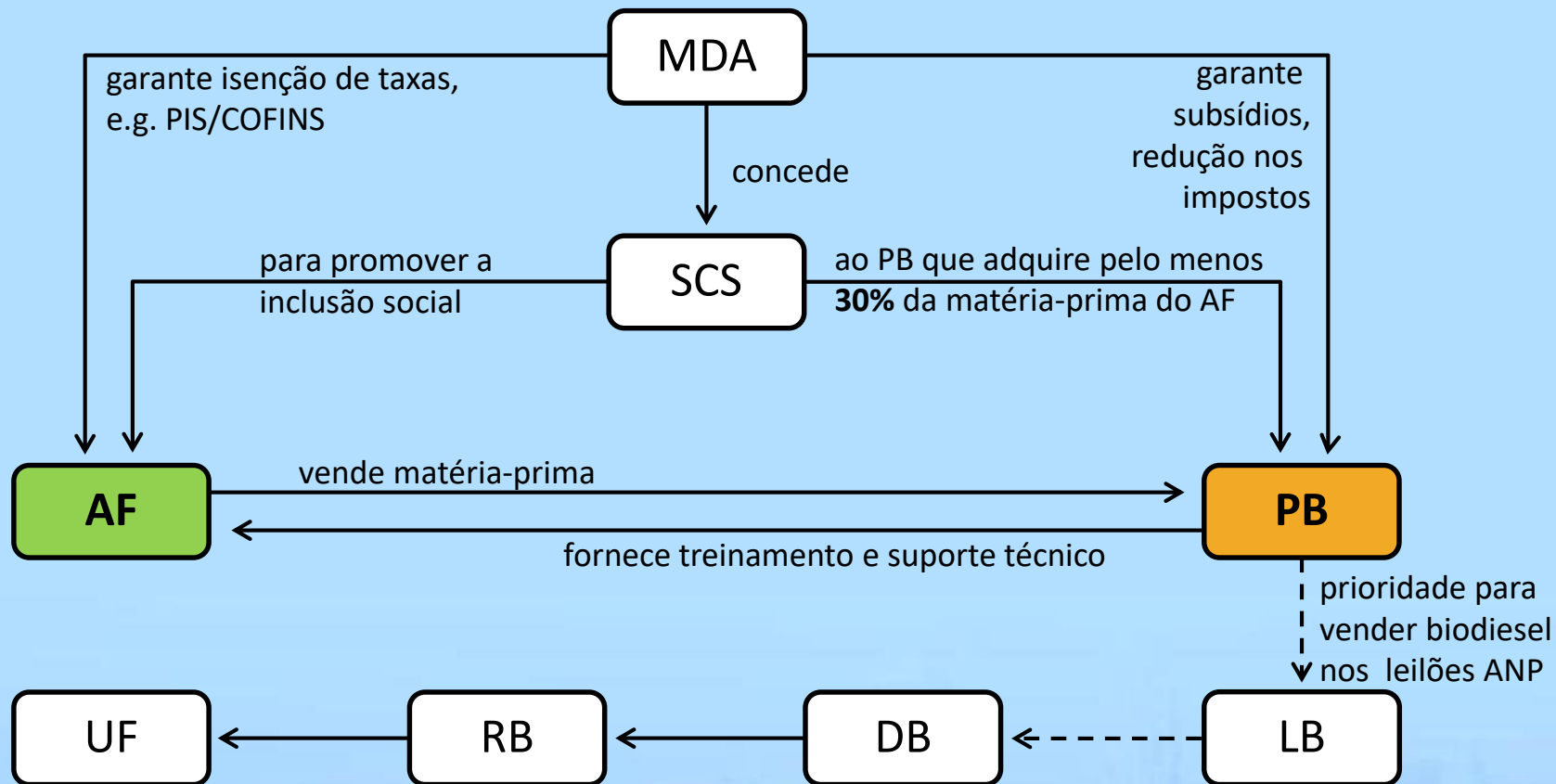
Ano	Incentivo	Programa
2004	Lei N° 11.097 ^(a)	Programa Nacional de Produção e uso de Biodiesel (PNPB)
2004	Decreto N° 5.297 ^(b)	Selo Combustível Social (SCS)
2009	Lei N° 12.187 ^(c)	Política Nacional sobre as Mudanças Climáticas (PNMC)
2014	Lei N° 13.033 ^(d)	Mistura obrigatória no diesel: aumento para 6% e 7%
2016	Lei N° 13.263 ^(e)	Mistura obrigatória no diesel: aumento para 8%, 9% e 10%
2017	Lei N° 13.576 ^(f)	Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio)

PNPB

Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel

- Regulamentado pela Lei 11.097/2005
- Criação de demanda interna
- Preocupação com questões ambientais
 - Investimento em energias renováveis
- Incentivo à agricultura familiar → SCS

Selo Combustível Social (SCS)



LEGENDA

AF = Agricultura Familiar

DB = Distribuidor de Biodiesel

→ = Fluxo da transação

- - > = Ação indireta

PB = Produtor de Biodiesel

RB = Revendedor de Biodiesel

SCS = Selo Combustível Social

MDA = Ministério do Desenvolvimento Agrário

LB = Leilão do Biodiesel

UF = Usuário Final

Desafios e limitações do SCS

- Alto custo logístico e de colheita → resultado da pulverização da produção
- Baixa economia de escala em comparação ao agro-negócio
- Problemas na organização entre os produtores
- Baixo nível de educação formal e falta de conhecimento técnico, associados a técnicas tradicionais de cultivo
- Baixa mecanização, uso de fertilizante e irrigação
- Falta de acesso ao crédito
- Falta de competitividade de preços do biodiesel comparados a outras culturas associadas à produção de alimentos

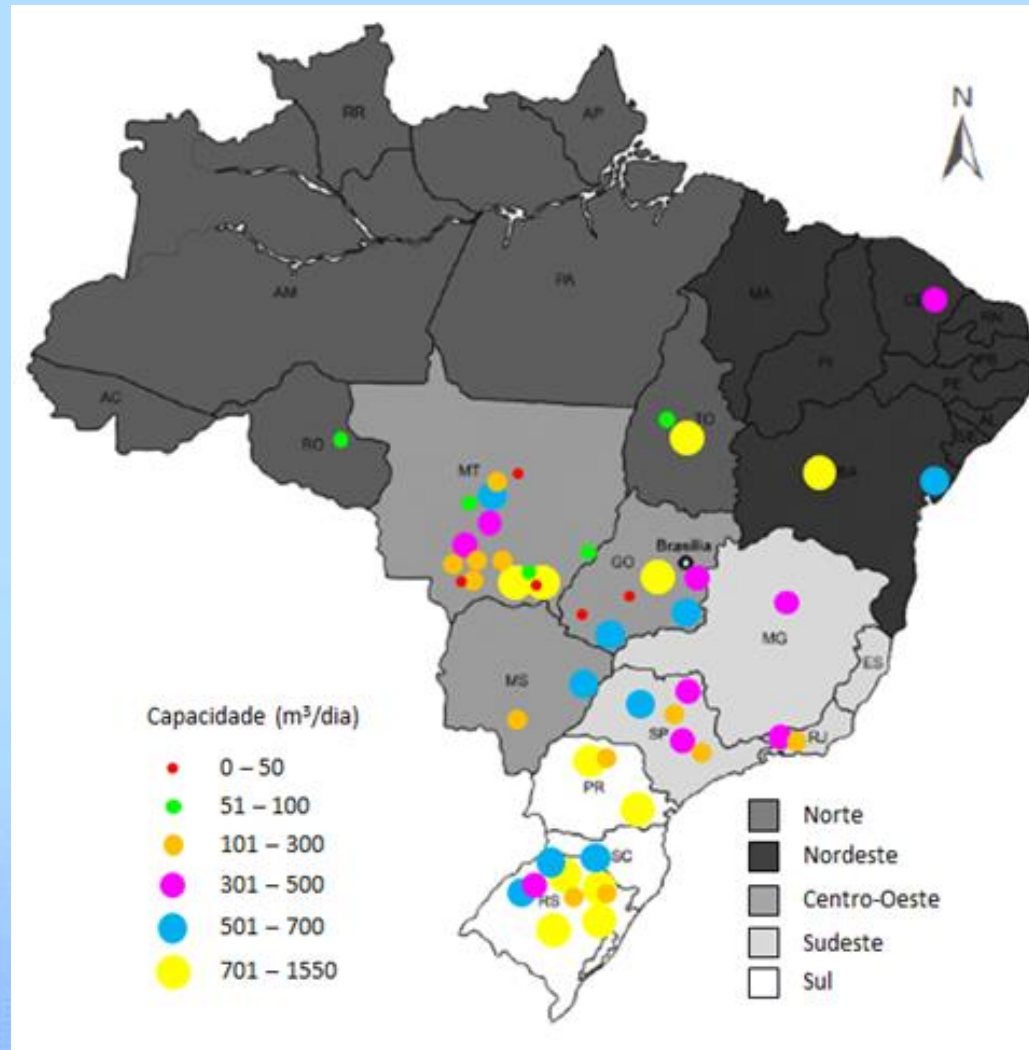
Desafios e limitações do SCS (2019)

Para ter o Selo Combustível Social e os benefícios tributários, a indústria da região Sul precisa adquirir 40% da oferta de agricultores familiares; as do Centro-Oeste e Norte, 15% e para as do Sudeste e Nordeste, 30%. No entanto, fatores multiplicadores aplicados à regra fazem com que empresas fora da região Sul comprem um volume abaixo dos percentuais mínimos. Algumas indústrias pedem a equiparação da regra, o que reduziria também a necessidade de compra mínima de 40% de matéria-prima de produtores do Sul.

Mesmo com as regras mais rígidas, dados de 2018 do governo mostram que das 59,9 mil famílias atendidas pelo programa, 55,4 mil estão no Sul do País, 3,3 mil no Centro-Oeste e apenas 485 famílias no Nordeste. O Nordeste já teve 41,3 mil famílias atendidas no auge do programa, em 2010. Do volume adquirido de 3 milhões de toneladas de grãos para a produção de biodiesel, 2,59 milhões de toneladas vieram da região Sul, 373 mil toneladas no Centro-Oeste e 53,5 mil no Nordeste. Dos R\$ 3,502 bilhões movimentados, R\$ 2,97 bilhões foram em negócios com produtores do Sul, R\$ 407,24 milhões do Centro-Oeste e R\$ 75,25 milhões com agricultores do Nordeste.

Plantas produtoras de biodiesel

Posição em 2019



RenovaBio

Políticas Públicas → Biocombustíveis

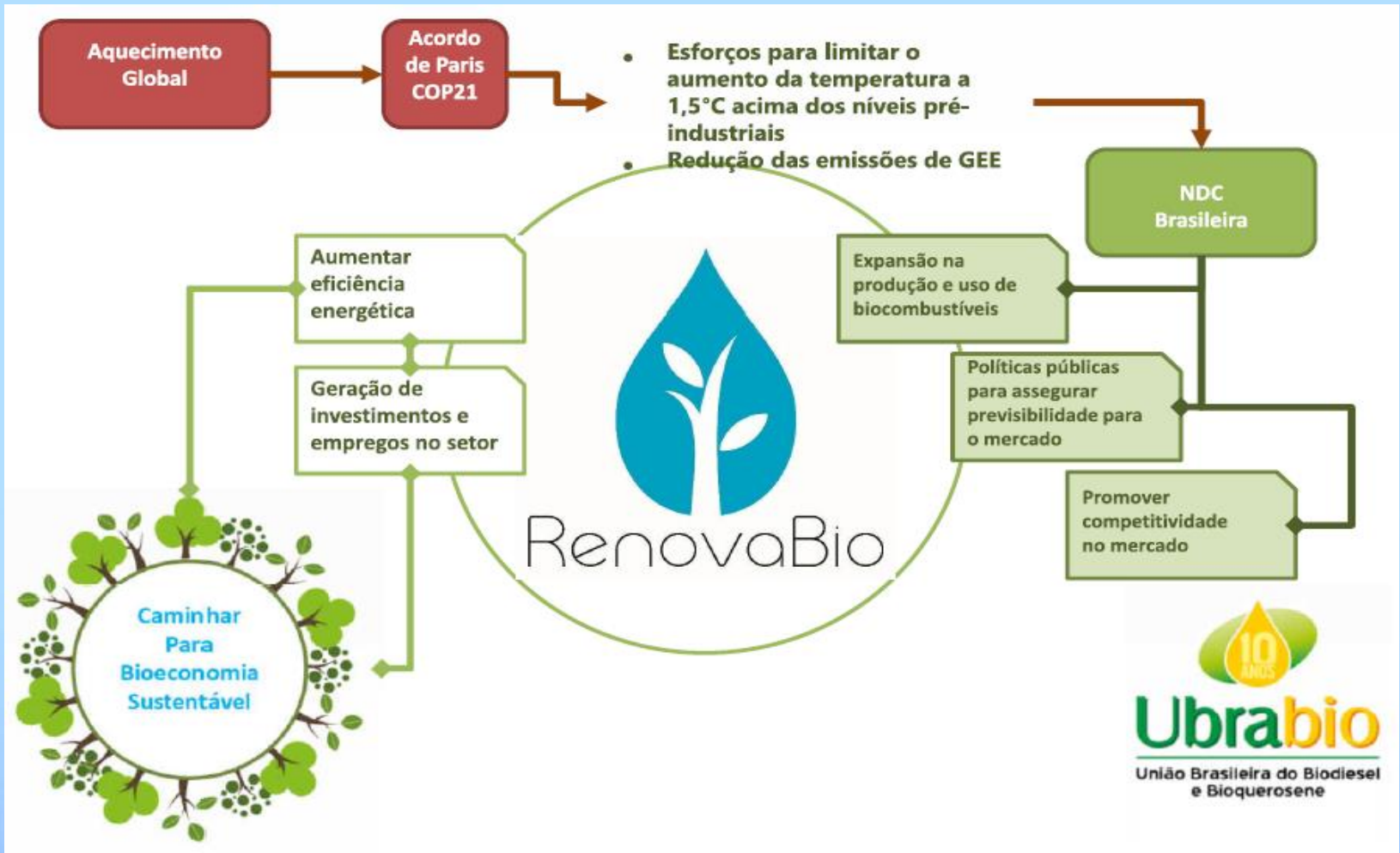
Objetivos ^{(a)(b)}

- Aumentar a produção e uso no país
- Estimular a competitividade na produção, comercialização e uso
- Estimular a concorrência
- Aprimorar as políticas públicas e regulamentares
- Ajudar o país a cumprir os compromissos ^(*) assumidos na COP-21
- Créditos de descarbonização (CBio)
- Certificação de biocombustíveis

^(*)^(b)

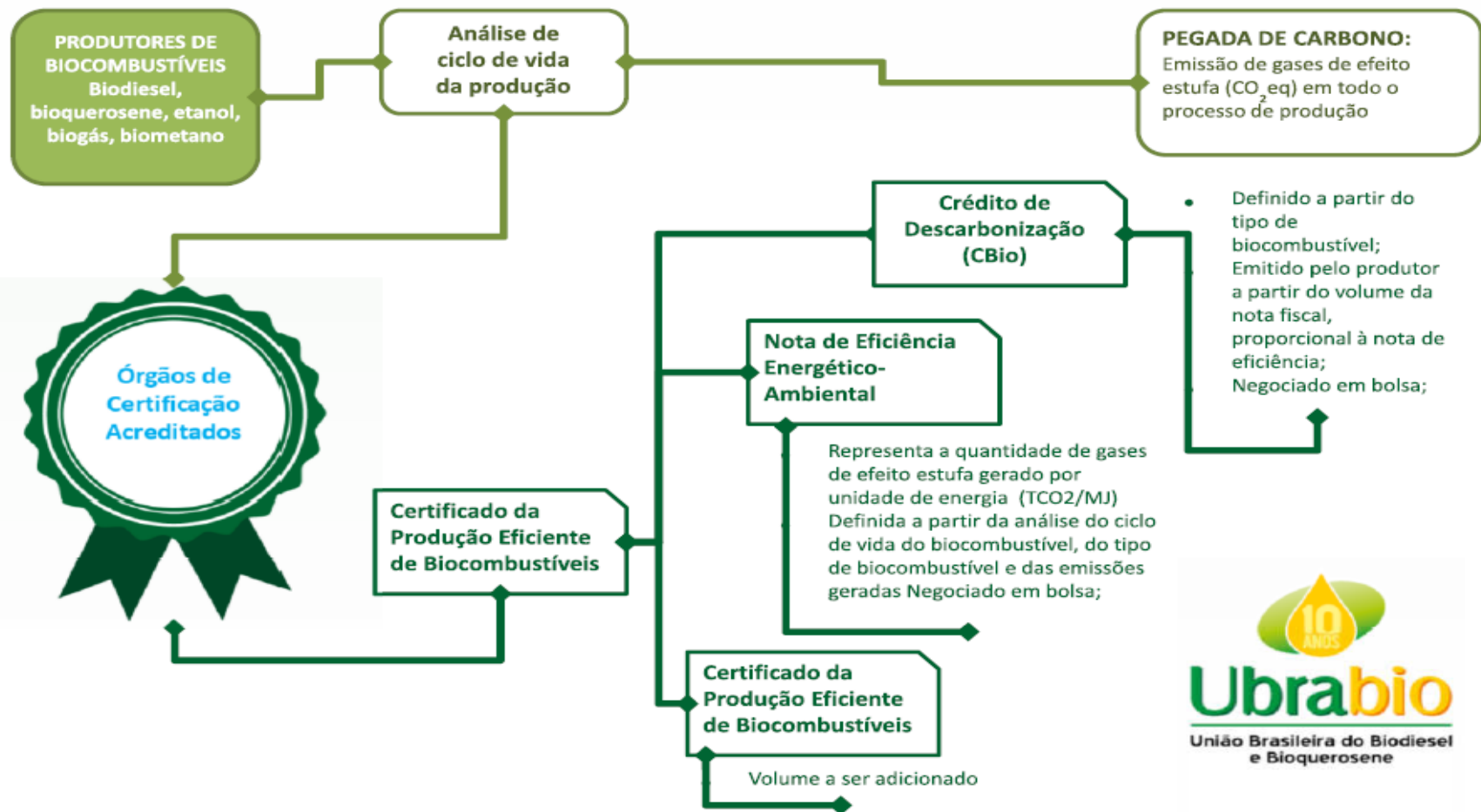
- Diminuir os GEEs em **37%** até 2025 e **43%** até 2030
- Aumentar a bioenergia sustentável na matriz energética para aproximadamente **18%**
- Aumentar as energias renováveis para **45%** na matriz energética brasileira até 2030

RenovaBio



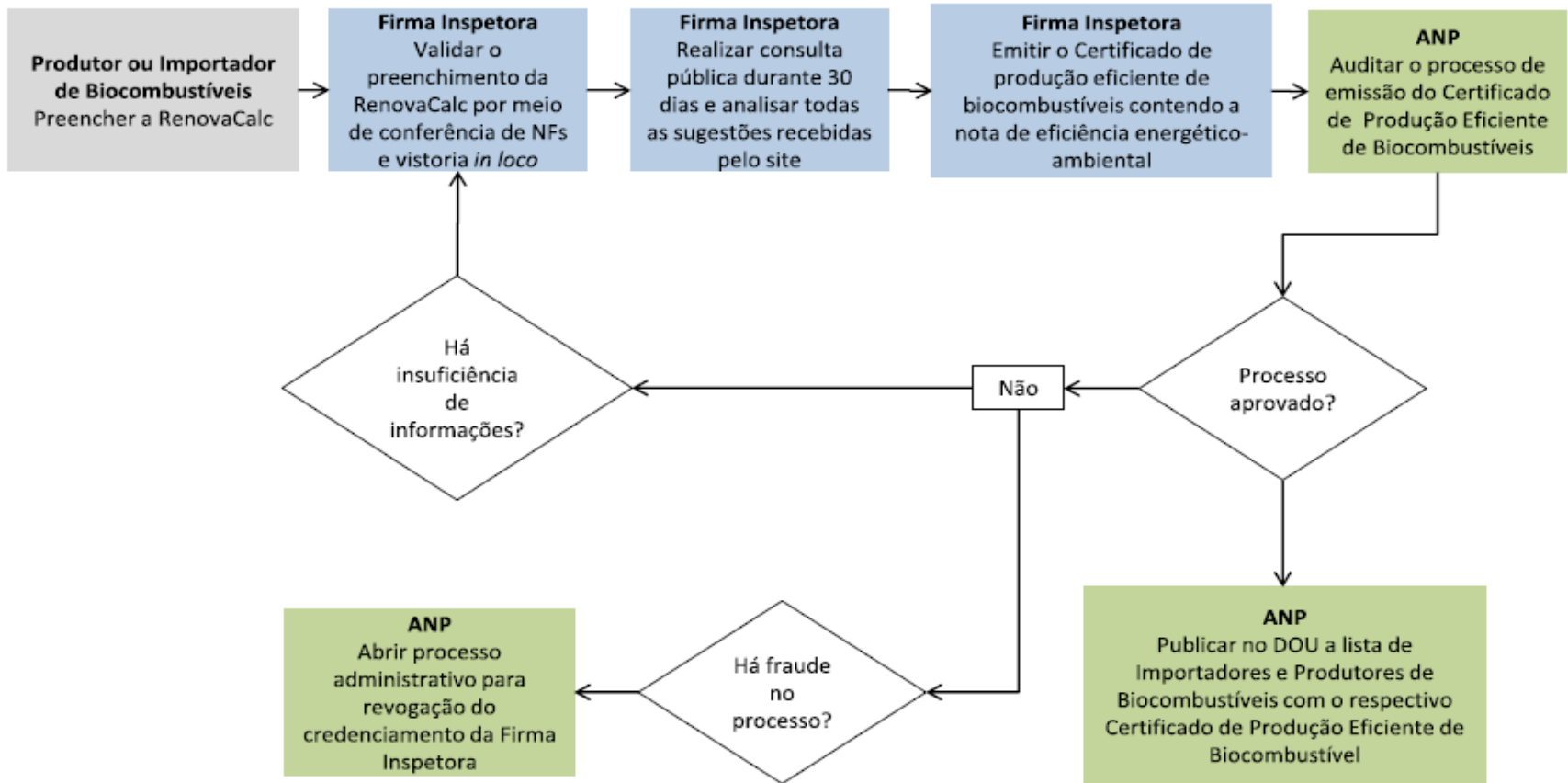
RenovaBio

Como Funciona



RenovaBio

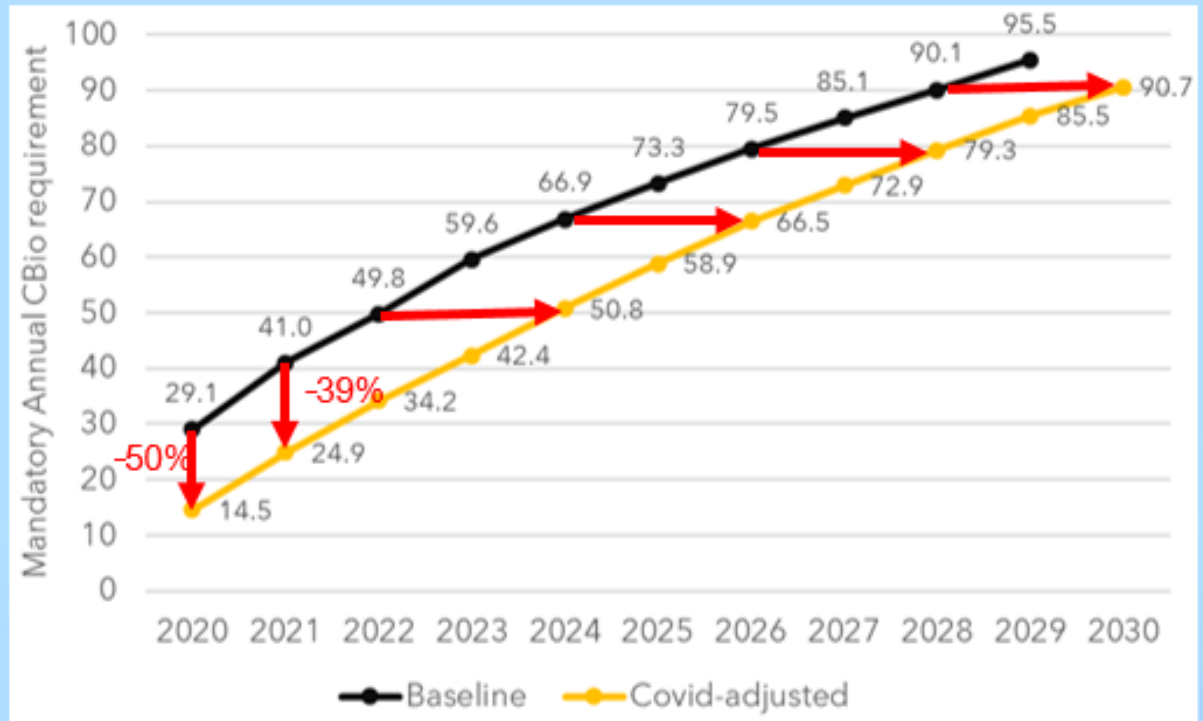
Emissão do certificado de produção eficiente de biocombustíveis



RenovaBio

Covid-19: adjusting expectations

- Reduction in the national CBio targets to adjust for demand reduction
- 50% reduction in the first year of compliance (2020)
- 39% reduction in the second year (2021)
- Postponing targets by 2 years from 2022



CBio trading at ~\$5/tCO₂e; projected price at ~\$10/tCO₂e in the short term

Aspecto ambiental do biodiesel

Benefícios^(a)

Redução nas emissões de dióxido de carbono (CO₂)

- DeltaCO₂: **65–72%**
- MAPA: **20–70%** (B100)
- UFOP: **60%** (média biocombustíveis)

Preocupações^(b)

Principais impactos do biodiesel de soja

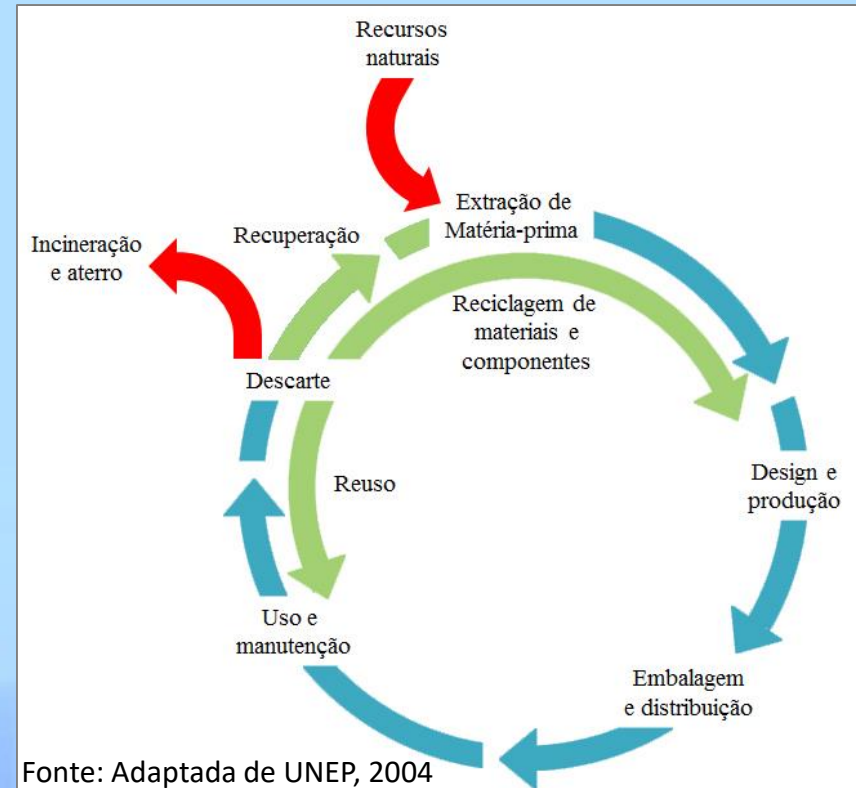
- Uso da Terra e Mudança no Uso da Terra (LU/LUC)
- Uso do metanol (fóssil) na principal rota de produção
- Higroscopicidade (absorção de humidade)
- NO_x, CO, HC
- Uso de pesticidas, herbicidas, fertilizantes
- Produção altamente dependente de uso de recursos não-renováveis na fase da agricultura (Cavalett & Ortega, 2010; Esteves, 2016)
- Grande consumo de água e de energia (Altamirano et al., 2016)

Análise do Ciclo de Vida (ACV)

Ferramenta que quantifica os impactos associados com a **energia** e com os **recursos** necessários para fazer ou fornecer um produto ou serviço.^(a)

Importância do uso da ACV ^(b)

- Analisar os impactos ambientais após a transformação da matéria-prima
- Estimar danos cumulativos ao longo do ciclo de produção
- Entender melhor o sistema e seus trade-offs





BARREIRAS

SÓCIO-ECONÔMICAS

E AMBIENTAIS

NA PRODUÇÃO DE

BIODIESEL

NO BRASIL

Barreiras sociais

- **Metas** audaciosas do PNPB, através do SCS

- Fortalecimento da agricultura familiar
- Desenvolvimento regional (N e NE)
- Diversificação de matéria-prima



SCS

INCLUSÃO SOCIAL

- As mais promissoras

- Palma

- » Alta produtividade agrícola
- » Outros usos finais: indústrias alimentícia e química
- » Não tem escala para atender a demanda interna de biodiesel
- » Brasil ainda importa este óleo da Malásia para outros usos finais (atender demanda interna)

- Mamona

- » Abundante no NE
- » Excelente viscosidade → ideal para a indústria de lubrificantes
- » Outros usos finais: indústrias farmacêutica e de cosméticos/lubrificantes
- » Não tem escala para atender a demanda interna de biodiesel
- » Elevados custos de oportunidade
- » Dificuldade na capacitação do pequeno agricultor
- » Tecnicamente inviável para a produção de biodiesel
 - » Índice de viscosidade muito acima das especificações da ANP

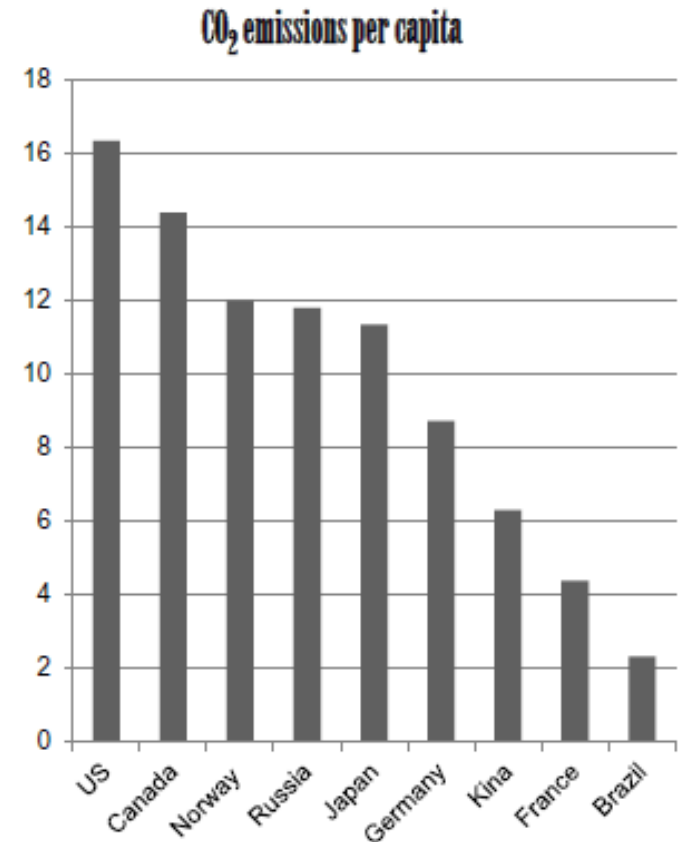
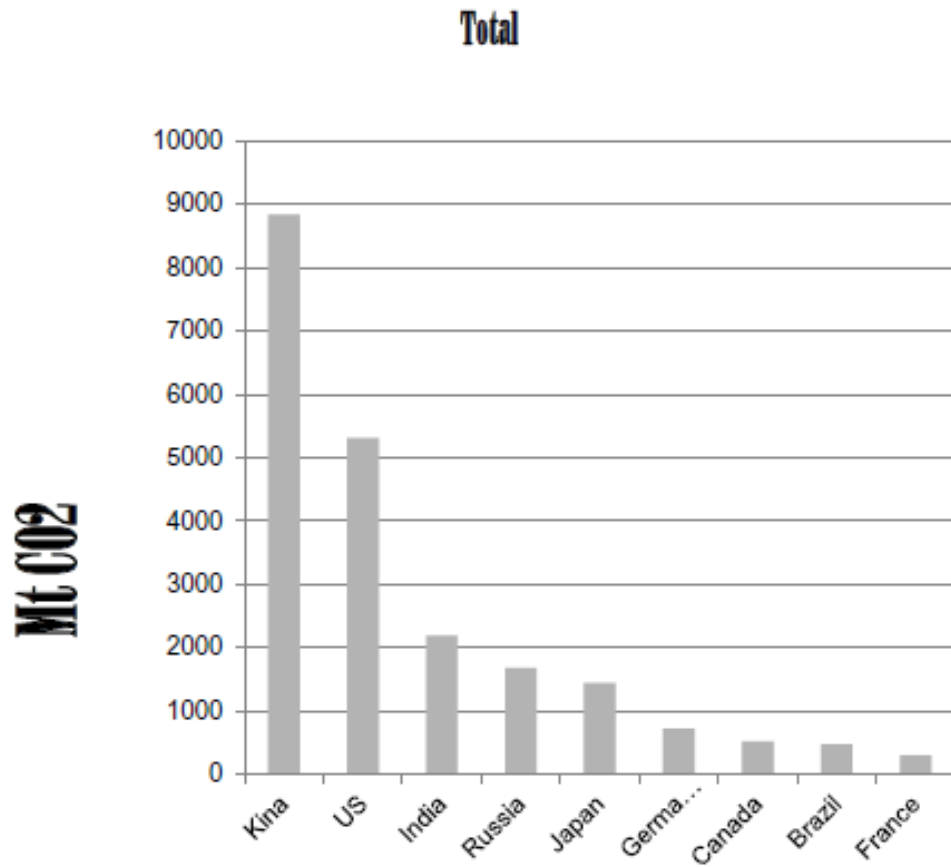
Barreiras econômicas

- Aquisição de **matéria-prima** representa mais de **85%** do custo total de produção de biodiesel no Brasil (*Zonin, 2008*)
- Soja: **demanda global** determina \$ (Vaccaro, 2010)
- Óleo: por ser comestível, sujeito a conflitos com **segurança alimentar: *fuel vs. food*** (Vaccaro, 2010)
- Os **custos de produção** do biodiesel são fortemente **influenciados** pela (Padula, 2012):
 - **Matéria-prima** utilizada
 - **Capacidade** produtiva das usinas
 - Incidência de **taxas e impostos**

Barreiras ambientais

- Grande justificativa para uso de biodiesel:
 - Redução dos gases de efeito estufa (GEE)
 - B100 soja: **78,45%** de redução de GEE comparado com o diesel mineral (Sheehan, 1998; Rathmann, 2012) 😊
- Transporte urbano: o biodiesel **melhora** a qualidade do ar nas grandes metrópoles
 - Menos enxofre; menos material particulado (MP) 😊
 - Emissão de óxidos de nitrogênio (NOx)/catalisadores 😡
 - Potencial do biodiesel em **mitigar** o clima pela redução do CO₂ depende de seu ciclo de vida (Cavalett, 2009)
 - Biodiesel de **soja** e **sebo bovino** → **impactos ambientais significativos (GEE) relacionados à LUC** (Cenbio, 2013) 😡
 - Importância da **ACV** pra determinar **benefícios ambientais**

Emissões de CO₂



Enerdata (2015)

Energy landscape — resources and usage

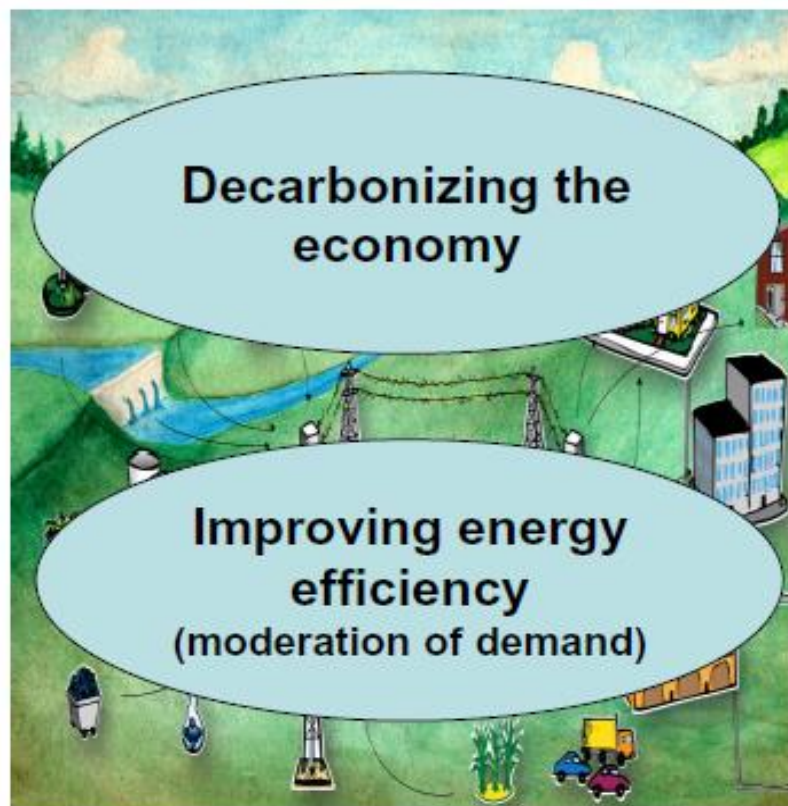
% share of renewable energy in gross final energy consumption Year 2015 (Enerdata)



Affordable energy

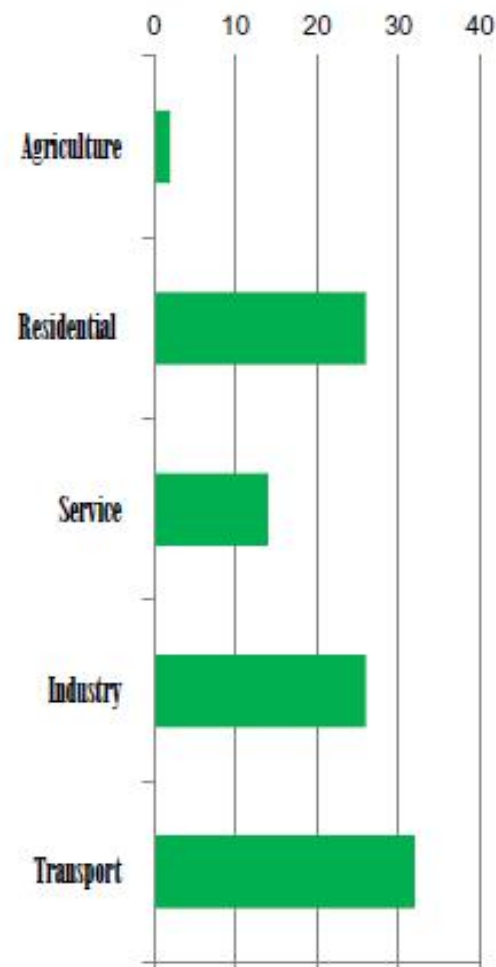
Secure energy

Sustainable energy



Enerdata (2015)

Energy consumption by sector (%)



PROPOSTA DE
POLÍTICAS

PARA MAIOR
SUSTENTABILIDADE
NA PRODUÇÃO DE

BIODIESEL

NO BRASIL

(FERNANDO OLIVEIRA)

Incentivar biodiesel via rota ética

- Um dos objetivos do PNPB: **menor** dependência dos combustíveis **fósseis**
 - **100%** do biodiesel produzido no Brasil é via rota metólica; usa o **metanol (fóssil)**
- O Brasil **diminui** os custos de importação do óleo diesel, mas **umenta** os custos de importação do metanol
- **Resultado**: a balança comercial não fecha
- **Sugestão**: viabilizar biodiesel com **etanol...**

Eliminar subsídios dos fósseis

- Combustíveis fósseis ainda com **subsídios**
- Preço do biodiesel nos leilões ainda alto
- Alternativa:
 - Biodiesel poderia ser comercializado **diretamente do produtor** → como acontece com o álcool anidro

Reduzir custo de produção

- Elevado custo da matéria-prima
 - Cerca de **85%** do custo total de produção
- Taxas e impostos altos
- Sugestão:
 - Melhorar **tecnologias** de processamento das culturas oleaginosas alternativas
 - Investir em **P&D**
 - Investir em biodiesel **2ªG** (microalgas)
 - Criar mecanismos p/ reduzir taxas e impostos

Incentivar o uso de ORF

- Incentivar o aproveitamento do óleo residual de fritura (ORF) pelas indústrias
 - De forma economicamente **viável**
 - De forma **sustentável**
- Informar a população sobre a importância do **descarte** correto e **armazenamento** adequado
- ORF → menos influência sazonal e de fatores externos; e.g.: **safr**, **climático**, **etc.**



Biodiesel

ORF

ORF

Como transformá-lo em biodiesel?

O biodiesel pode ser produzido tanto pela rota **etílica** como pela rota **metílica** (mais comum)



Coleta



Estocagem



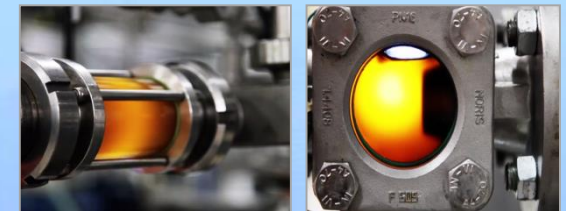
Filtragem



Destilação



Lavagem

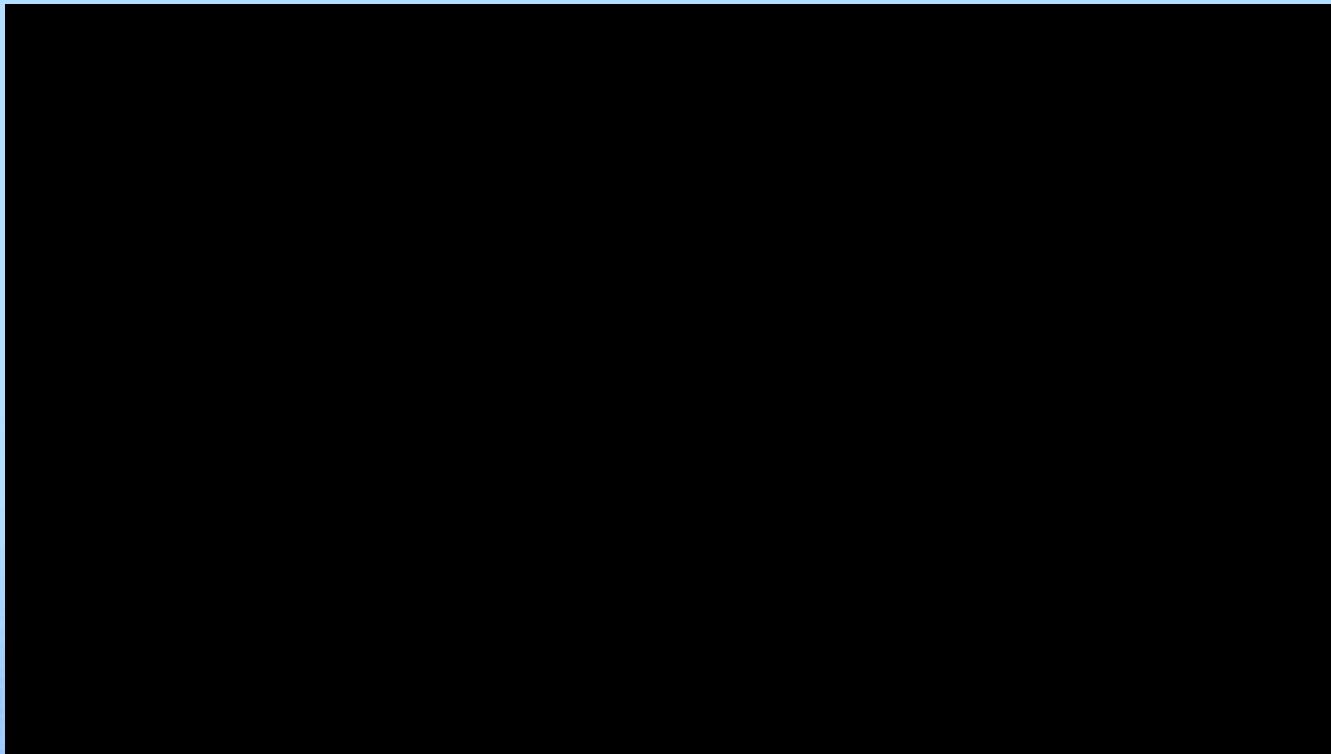


Reações



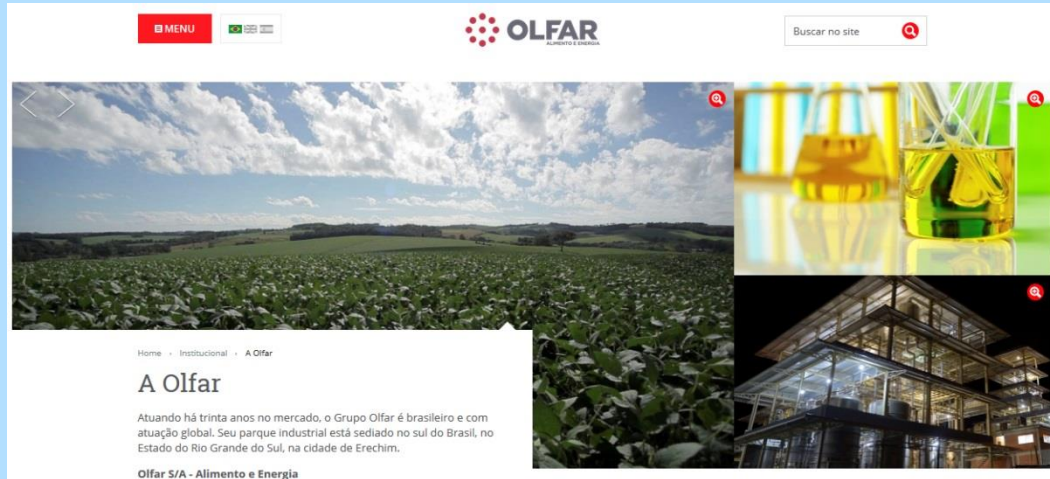


Vídeo (6 min): Como o biodiesel é feito. <http://tristatebiodiesel.com/tsb-tv/>



ORF

Quem já o transforma em biodiesel?



Produção anual de biodiesel:
378* milhões de litros/ano



Produção anual de biodiesel:
310* milhões de litros/ano

(*) Incluindo todas as matérias-primas

ORF



631-667-3200

P.O. Box 653, 323 Skidmores Road
Deer Park, NY 11729

HARTPetroleum

We love to keep you warm and green

Enter your search here

HOME

ABOUT US

OILHEAT BENEFITS

OUR PRODUCTS

BIOBLEND

OUR SERVICES

NHP TERMINAL

HART TRUCKING

BUDGET PLAN

SERVICE PLANS

PRICE PROTECTION

ONLINE SERVICES

SPECIAL OFFERS

NEWSLETTER

TESTIMONIALS

IN THE NEWS

CONSERVATION

EMPLOYMENT

CONTACT US



You may qualify for

**LOWER
ENERGY
BILLS**

EnergySmart Long Island 
EnergySmartLI.com

*No-Cost Home Energy
Efficiency Consultation*

— Click here to learn more —

MY HART ACCOUNT

Go green! Pay your Hart Petroleum bills online. [Click here](#) to access "My Hart Account."



SUBSCRIBE

Enter your email address here to receive special offers, discounts and deals!

Enter email address

HART RATE

PRICE PROTECTION PROGRAM
Enjoy Oilheat price protection your way! [Click here](#) to protect your Hart Rate now!



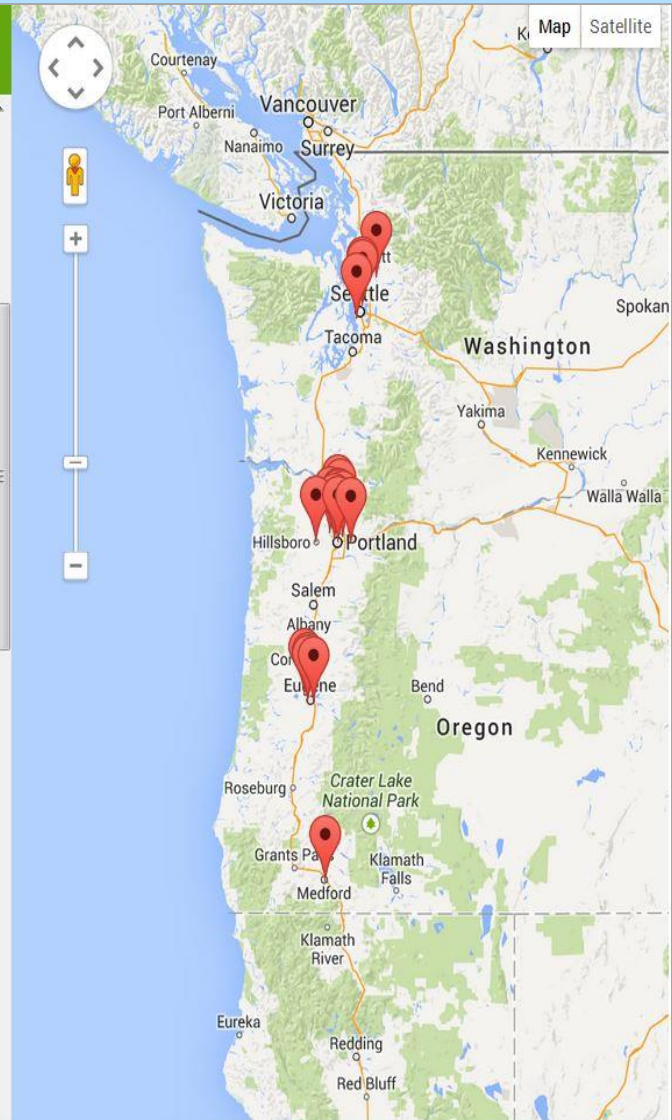
BIOBLEND

BioBlend, our alternative fuel, is biodegradable, nontoxic, and virtually free of sulfur and other impurities.

 **BioBlend**
HEATING OIL

ORF

Fueling	Heating Oil	Address or Zip Code	50 miles ▾	Search
	JL Mini-Mart 6021 NE Portland Hwy Portland Oregon, 97218 (503) 280-1188	M-F 6:30 a.m.-8:30 p.m. Sat 8:00 a.m.-8:00 p.m.	B99 starting March 1, Winter blend B50 starting Nov. 1	
Jay's Garage	Jay's Garage 734 SE 7th Ave Portland Oregon, 97214 (503) 239-5167	M-F 7:00 a.m.-7:00 p.m. Sat 8:00 a.m.-6:00 p.m. Sun 8:00 a.m.-6:00 p.m.	B99 starting March 1, Winter blend B50 starting Oct. 30, E10, E85	
	N. Kerby 8445 N. Kerby Ave Portland Oregon, 97217 (503) 283-1256	24/7 Cardlock	B20 Cardlock	
	NE. Middlefield Rd 232 NE Middlefield Rd Portland Oregon, 97211 (503) 283-1256	M-F 8:00 a.m.-4:30 p.m.	B99 Retail	
	Leathers Fuels - SE Division 18145 SE Division Gresham Oregon, 97236 (503) 283-1256	M-F 8:00 a.m.-5:00 p.m. Sat 6:00 a.m.-10:00 p.m. Sun 6:00 a.m.-9:00 p.m.	B99 Retail and Cardlock, Summer blend B99 starting March 1, Winter blend B50 starting Nov. 1	
	SeQuential Retail Station #1 86714 McVay Highway Eugene OR, 97405 (541) 736-5864	M-F 6:00 a.m.-9:00 p.m. Sat 7:00 a.m.-9:00 p.m. Sun 8:00 a.m.-9:00 p.m.	Regular Gas (E10, 87 octane), E85, B5, B20, B99.9	
	Tyree Oil 1355 W. 1st Ave Eugene OR, 97402 (541) 687-0076	Cardlock 24/7 Bulk M-F 8:00 a.m.-5:00 p.m.	B20 Cardlock, Bulk B5, B20, B99 (and other blend)	



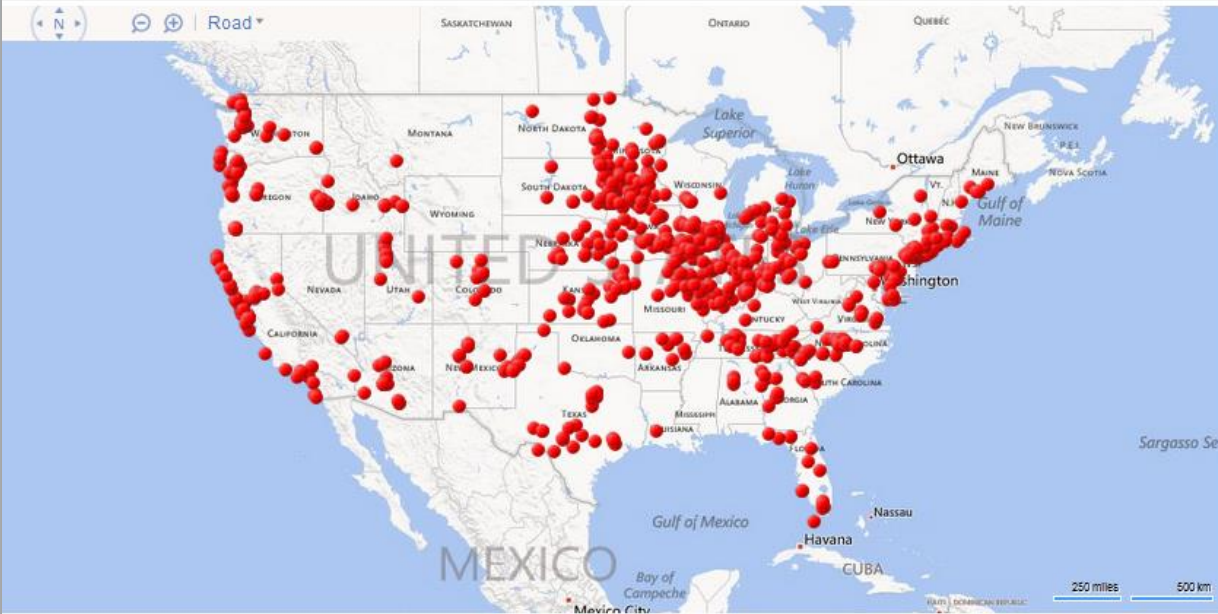
ORF

To find locations along a route, select the Along a Route tab and enter your route

By Location Along a Route

ZipCode: - OR - City: Search Distance: Nationwide

State: -- Choose State --



Company	Address	Phone	Blends
A & A Foodmart Chevron	1607 145th Pl SE, Bellevue, WA 98007	425-641-1531	B99
A & M Oil Company	1088 Bloomfield Road P.O. Box 554, Taylorsville, KY 40071	502-477-8140	All
A&A Foodmart Chevron	1607 145th Pl SE, Bellevue, WA 98007	425-641-1531	B99
Acorn Petroleum	529 S Sahwatch St, Colorado Springs, CO 80903	719-634-8874 800-333-3373	B20
Adrian Coop Oil	221 N Maine Ave., Adrian, MN 56110	507-483-2734	B5
Aq One Co-Op, Inc	221 North 29th Street, Elwood, IN 46036	765-643-6639	B5
Aq One Co-Op, Inc	230 W. Osage Street, Greenfield, IN 46140	765-643-6639	B5
Aq One Co-Op, Inc	495 South 8th Street, Richmond, IN 47374	765-643-6639	B5

Vídeo (2 min): Biodiesel feito em casa



CBS News: <http://www.cbsnews.com/videos/boy-brews-biodiesel-at-home/>

YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=Lv9LQ0AXgoI>

ORF

Problema vs. Solução

Descarte indevido^(a)

1) Entupir a **tubulação**

2) Poluir o **solo**

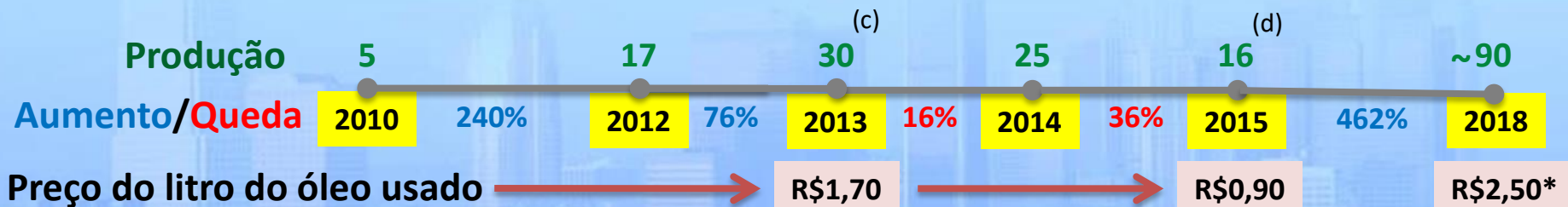
3) Poluir a **água**



Descarte adequado (reciclo)

Destinar o ORF para a **produção de biodiesel** (ou de sabão, vela, verniz, tinta...)

Produção brasileira de biodiesel de ORF – 2010 a 2018 (em milhões de litros)



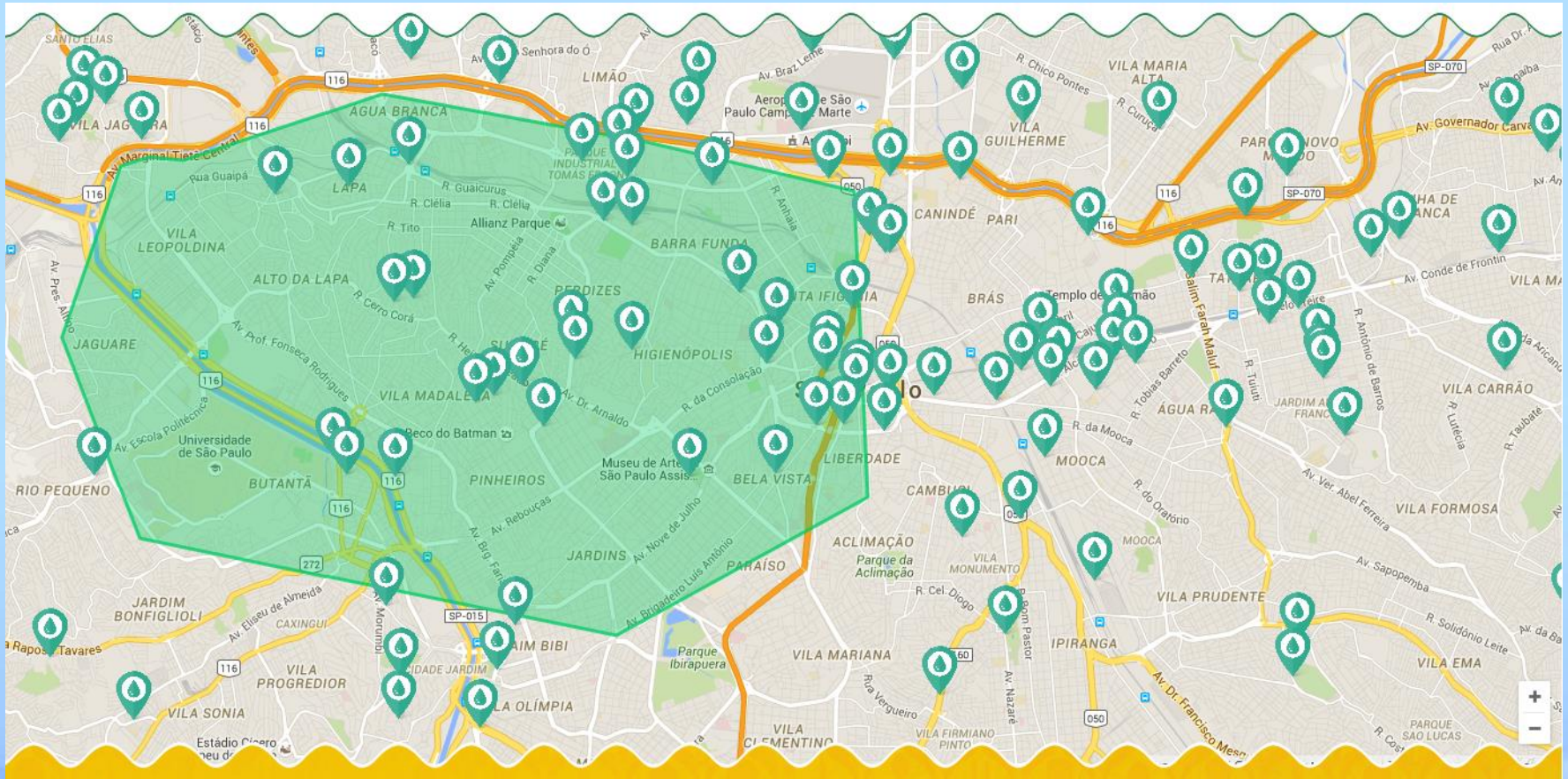
(*) Cotação em outubro de 2019 (ABOISSA, 2019)

Fontes: Math et al. (2010)^(a); UBRABIO (2016)^(b); Adaptado de MAPA (2013)^(c) e ANP (2016)^(d)

ORF

Aplicativo Vitaliv APP

Pontos de coleta em São Paulo (capital)



ORF

Aspectos Econômicos

Vantagens

- 😊 Matéria-prima mais **barata**
- 😊 Aumenta a **receita** de restaurantes, bares, lanchonetes, churrascarias, etc.
- 😊 Movimenta a **economia** local (geração de trabalho e renda na área urbana)
- 😊 Diminui a **importação** do diesel mineral
- 😊 Aumenta o saldo da **balança comercial**
- 😊 Exportação para a UE (Case: Uruguai → Holanda)

ORF

Aspectos Técnicos

Vantagens ^(a)

- 😊 **Propriedades** similares às do biodiesel de matérias-primas de óleos vegetais
- 😊 **Biodegradabilidade, renovabilidade**
- 😊 Menor emissão de **material particulado**
- 😊 **Menos tóxico**; menor conteúdo de **enxofre**
- 😊 **Impacto ambiental** relativamente baixo ^(b)

Desvantagens ^(c)

- 😞 **Oxidação**: alta temperatura e longo tempo de fritura alteram as propriedades físicas e químicas do óleo
- 😞 Grande concentração de **ácidos graxos**
- 😞 **Viscosidade** mais alta
- 😞 Maior: NO_x, CO, HC

Biodiesel ORF McDonald's

Programa Piloto de Logística Reversa (Martin Brower)

- Primeira vez no Brasil, empresa produz biocombustível em ciclo fechado
- 2009 – 2013: caminhões entregavam o óleo de cozinha, coletavam o óleo usado
- Óleo usado virava biodiesel para abastecer os próprios caminhões
- Empresas parceiras: VW, Cummins, Shell, SPBio, MWM, Tek Diesel
- Escopo: 20 restaurantes, 5 caminhões (4 usando o **B20** e 1 usando o **B100**)
- 3 milhões de litros/ano de óleo de cozinha usados na fritura de batatas e empanados
- Recipiente de coleta: bombonas ergonômicas de 20 litros



Caminhão rodando com o **B20**



Caminhão rodando com o **B100**

Tese

Doutorado Direto

**COMPARAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DO BIODIESEL
PRODUZIDO A PARTIR DO ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA
VIA ROTAS ETÍLICA E METÍLICA**

Orientadora: Profa. Dra. Suani T. Coelho

Objetivos

Geral:

1. Avaliar o desempenho ambiental do biodiesel de ORF, por meio de análise comparativa de sua produção pela transesterificação etílica e transesterificação metílica, usando como metodologia a abordagem da Análise do Ciclo de Vida (ACV)

Específicos:

1. Comparar os impactos ambientais da transesterificação metílica com os da hidroesterificação metílica
2. Fornecer subsídios para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para o biodiesel de ORF

Questão central e hipótese

ETANOL

- Cana de açúcar
- Não fóssil
- Renovável



METANOL

- Gás natural
- Fóssil
- Não renovável



E DO PONTO DE VISTA
DO CICLO DE VIDA,
QUAL DAS ROTAS
CAUSA MAIOR
IMPACTO AMBIENTAL?

Sem os estudos devidos, imagina-se que seja a rota metálica, por ser oriunda de fontes fósseis. Entretanto, há condições em que a **rota etílica** pode estar **em desvantagem**: ^(a)

1) Em função da aplicação de fertilizantes ^(b)

Se uma quantidade muito grande de **nitrogênio** for depositada no solo no momento do plantio da cana-de-açúcar que servirá de matéria-prima para a produção do etanol, as **emissões de gases de efeito estufa**, como o **óxido nítrico**, por exemplo, **podem aumentar**

2) Em função da aplicação de fertilizante junto com a vinhaça ^(c)

É uma prática comum das usinas de etanol aplicar **fertilizante** simultaneamente à aplicação de resíduo do processamento industrial do álcool, chamado de **vinhaça**, com o intuito de acelerar o processo. **A combinação de ambos produz óxido nítrico** no solo

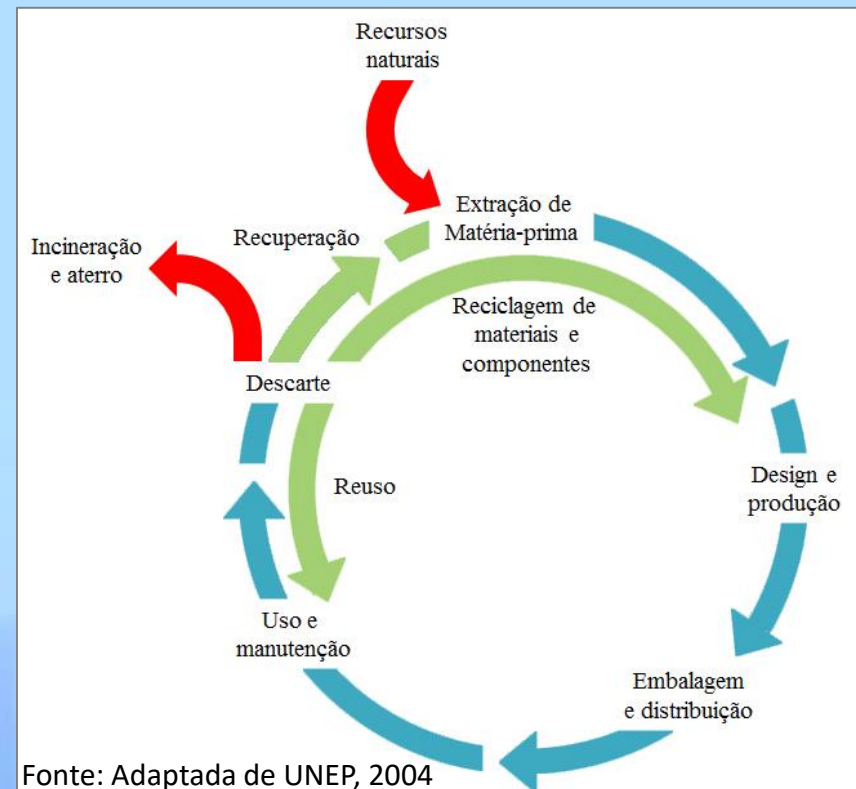
Metodologia

ACV

Ferramenta que quantifica os impactos associados com a **energia** e com os **recursos** necessários para fazer ou fornecer um produto ou serviço.^(a)

Importância do uso da ACV ^(b)

- Analisar os impactos ambientais após a transformação da matéria-prima
- Estimar danos cumulativos ao longo do ciclo de produção
- Entender melhor o sistema e seus trade-offs



Metodologia

- ACV
 - › Ferramenta: SimaPro
- Estrutura metodológica normatizada
 - › Internacional: ISO 14040 (Princípios e Estrutura)
ISO 14044 (Requisitos e Orientações)
 - › Brasil: NBR 14040 e NBR 14044 (ABNT)
- Método: Atribucional (comparação entre dois produtos que exercem a mesma função)
- Dados primários: coletas de campo
 - › Usina 1 → rota etílica → Alimentar o ICV no SimaPro (Inventário do Ciclo de Vida)
 - › Usina 2 → rota metélica →
- Dados secundários: a partir de pesquisas bibliográficas
- Processo: Transesterificação

Referências

- Aboissa.** Commodity Brokers. Conversa informal. 2019.
- Altamirano, C. et al.** Ethylic or methylic route to soyben biodiesel? Applied Energy, 2016. (*Article in press*)
- ANP.** Agência Nacional do Petróleo. Dados Estatísticos Mensais. 2015. Disponível em:
<http://www.anp.gov.br/?Pg=14685>.
- ANP.** Agência Nacional do Petróleo. Boletim Mensal do Biodiesel. 2016. Disponível em:
<http://www.anp.gov.br/?pg=80665&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&1463169814697>
- ANP.** Agência Nacional do Petróleo. Boletim Mensal do Biodiesel. Produção Nacional de Biodiesel Puro B100 (m³). 2018. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/wwwanp/dados-estatisticos>
- ANP.** Agência Nacional do Petróleo. Boletim Mensal do Biodiesel. 2019. Informações de mercado. Disponível em:
<http://www.anp.gov.br/producao-de-biocombustiveis/biodiesel/informacoes-de-mercado>.
- ANP.** Agência Nacional do Petróleo. Dados estatísticos. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>
- Botelho, C.** Technical feasibility and environmental aspects of ethyl biodiesel from waste cooking oil. University of São Paulo, 2012.
- Cabral, M.** Revolução às avessas: A exploração crescente do gás de shale põe em xeque a expansão das fontes renováveis. Revista Página 22 2013(76)10–1.
- Cantarella, H.** II Brazilian BioEnergy Science and Technology Conference (BBest). Campos do Jordão. 2014. In: PIERRO, B. O desafio de ampliar a escala. Revista Fapesp. São Paulo, 2014, n. 225, p. 36.
- Cavalett, O.; Ortega, E.** Integrated environmental assessment of biodiesel production from soybean in Brazil. J Clean Prod 2010;18:55–70.
- CENBIO.** LCA comparison of biodiesel produced from soybean oil and beef tallow via methyl and ethyl routes (BIOACV), 2013.
- Costa Neto, P.; Rossi, L.; Zagonel, G.; Ramos, L.** Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. Rev Química Nov 2000;23:531–7
- Crestana, S.** Matérias-primas para a produção do biodiesel: priorizando alternativas. Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2005.

Referências

- DeltaCO2.** Pegada de Carbono na Produção de Biodiesel de Soja. Piracicaba: 2013.
- EIA.** Energy Information Administration. Intl En Statistics - Renewables - Biofuels Prod. 2018. Disponível em: <https://www.eia.gov/beta/international/analysis.php?iso=BRA>
- EIA.** Energy Information Administration. Intl En Statistics - Renewables - Biofuels Prod. 2015. <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=79&pid=81&aid=1&cid=ww,&syid=2000&eyid=2012&unit=TBPD>
- EnergyBC.** Climate change - Peak fossil fuels 2014. <http://www.energybc.ca>
- EPA.** Life Cycle Assessment: Principles and Practice. Environmental Protection Agency 2006:88
- EPE.** Empresa de Pesquisa Energética. RenovaBio: Biocombustíveis 2030. Nota Técnica: Papel dos biocombustíveis na matriz. 2017. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/Petroleo/Documents/Forms/AllItems.aspx>
- Esteves, V.; Esteves, E.; Bungenstab, D.; Loebmann, D.; Victoria, D.; Vicente, L.; et al.** LUC analysis and LCA of Brazilian soybean biodiesel. Clean Technol Environ Policy 2016. doi:10.1007/s10098-016-1161-8
- Fajersztajn, L.; Veras, M.; Barrozo, L.; Saldiva, P.** Air pollution: a potentially modifiable risk factor for lung cancer. Nature Rev Cancer 2013;13:674–8. doi:10.1038/nrc3572
- Garcilasso, V.** Análise entre processos e matérias-primas para a produção de biodiesel. 2014. 373 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014
- Goldemberg J.; Lucon, O.** Energias renováveis: um futuro sustentável. Revista USP. n. 72, p. 6-15. 2007
- Grisoli, R.** Greenhouse gas emissions in the life cycle of soybean biodiesel produced in Brazil. III Congresso Brasileiro de Gestão do Ciclo de Vida. Maringá: 2012
- Itamaraty.** Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada – INDC. 2015. Disponível em: http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf
- Kagawa, S.; Takezono, K.; Suh, S.; Kudoh, Y.** Production possibility frontier analysis of biodiesel from waste cooking oil. Energy Policy 2013;55:362–8. doi:10.1016/j.enpol.2012.12.016
- Knothe, G.; Steidley, K.** A comparison of used cooking oils: A very heterogeneous feedstock for biodiesel. Bioresour Technol 2009;100:5796–801. doi:10.1016/j.biortech.2008.11.064
- MAPA.** Benefícios ambientais da produção e do uso do biodiesel. ACS: Brasília, 2014

Referências

- MAPA.** Conjuntura de Soja 2013. Brasília: ACS, 2013
- Math, M.; Kumar, S.; Chetty, S.** Technologies for biodiesel production from used cooking oil - A review. Energy Sustain Dev 2010;14:339–45. doi:10.1016/j.esd.2010.08.001
- MDA.** O Selo Combustível Social. SAF n.d. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/saf-biodiesel/o-selo-combust%C3%ADvel-social>
- Minelli, J.** Biodiesel: Desafios e Projeções (Palestra). In: IX Congresso Internacional de Bioenergia. São Paulo, 2014
- MME.** Ministério das Minas e Energia. RenovaBio 2030 - Textos para Consulta Pública. 2017. Disponível em: <http://mme.gov.br>
- Nunez, C.** The Big Energy Question: How Has Fracking Changed Our Future? National Geographic. 2013. Disponível em: <http://environment.nationalgeographic.com/environment/energy/great-energy-challenge/big-energy-question/how-has-fracking-changed-our-future/>
- ONU.** INDC Submissions. 2016. Disponível em: <http://www4.unfccc.int/submissions/indc/Submission%20Pages/submissions.aspx>
- Pereira, C.** Sustainability evaluation of agro industrial products. Case studies: orange juice and ethanol. UNICAMP - State University of Campinas, 2008
- Pinto, A.; Zucco, C.; Galembeck, F.; Andrade, J.; Vieira, P.** Química sem fronteiras. Química Nova 2012;35:2092–7
- Planalto.** Lei Nr. 11097 - Introdução do Biodiesel na Matriz Energética Brasileira 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097
- Planalto.** Lei Nr. 12187 - Política Nacional sobre Mudança do Clima 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm
- Planalto.** Decreto Nr. 7390 - Política Nacional sobre Mudança do Clima 2010. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm
- Planalto.** Lei Nr. 13263, de 23/3/2016 - Adição Obrigatória de Biodiesel ao Óleo Diesel. 2016
- REN21.** Renewables 2017 Global Status Report. Renewable Energy Policy Network 21st Century, 2017. Disponível em: <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report>

Referências

- REN21.** Renewables 2019 Global Status Report. Renewable Energy Policy Network 21st Century. 2019. Disponível em: <https://www.ren21.net/gsr-2019/>
- Saldiva, P.** Por uma cidade mais saldável. Revista Pesquisa Fapesp 2016:22–7
- Saldiva, P.** Quanto vale uma vida? Conferência Int. BiodieselBR, São Paulo: BiodieselBR; 2012
- Santos, M.; Matai, P.** A importância da industrialização do xisto brasileiro frente ao cenário energético mundial. Revista Escola de Minas. v. 63, n.4, out/dez. Ouro Preto, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672010000400012
- Sheehan, J.; Camobreco, V.; Duffield, J.; Graboski, M.; Shpour, H.** Life cycle inventory of biodiesel and petroleum diesel for use in an urban bus. Golden: 1998
- Souza, J.; Paulillo, L.** O biodiesel brasileiro: matérias-primas, agroindústrias e a agricultura familiar. Soc. Bras. Econ. Adm. e Sociol Rural. Campo Grande: Sober, 2010. p. 1 – 17
- Theis, T.** Problem-Solving, Metrics, and Tools for Sustainability. In: THEIS, T.; TOMKIN, J. (Ed.). Sustainability: A Comprehensive Foundation. Houston: Connexions, 2012, p. 429–94
- Trigueirinho et al.** Biodiesel: oportunidades e desafios no longo prazo. ABIOVE-APROBIO-UBRABIO. 2016. Disponível em: <http://www.abiove.org.br>
- UBRABIO.** Enfim a previsibilidade do B10 e B15 e o estímulo para o B20 e B30 voluntários. 2016. Disponível em: http://www.ubrablo.com.br/1891/Noticias/EnfimAPrevisibilidadeDoB10EB15EOEstimuloParaOB20_259198/
- UFOP.** Biofuels advantage - on average 60 percent better than fossil fuels. Berlin: 2015
- UNEP.** United Nations Environment Programme. Why take a life cycle approach? 2004
- Victoria, R.** II Brazilian BioEnergy Science and Technology Conference (BBest). Campos do Jordão. 2014. In: PIERRO, B. O desafio de ampliar a escala. Rev. Fapesp. São Paulo, 2014, n. 225, p. 36
- WEC.** World Energy Council. World Energy Resources 2016. Disponível em: <https://www.worldenergy.org/publications/2016/world-energy-resources-2016>
- Wikipedia.** Hubbert peak theory. 2019. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Hubbert_peak_theory



Instituto de Energia e Ambiente UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



Obrigado!

Fernando De Oliveira
folive@usp.br