

Programa de Pós-Graduação em Bioenergia

Disciplina: Combustíveis e Biocombustíveis

Aula: Tecnologias de Produção de Biodiesel

Prof. Dr. Helton José Alves

Palotina, 14/05/18



TÓPICOS

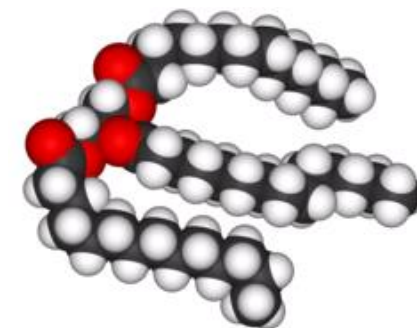
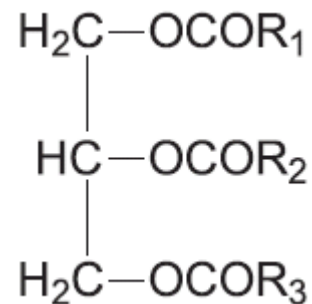
- 1) Conceitos gerais**
 - 2) Cenário nacional e internacional**
 - 3) Matérias primas e insumos**
 - 4) Métodos de produção**
 - 5) Informações complementares**
-

BIODIESEL - CONCEITOS GERAIS

Biodiesel – B100: combustível composto de alquil ésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais.



Óleos vegetais e gordura animal: os maiores componentes são os triacilgliceróis (TAG) / triglicerídeos.

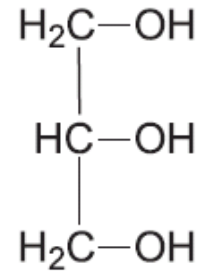
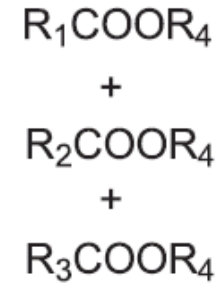
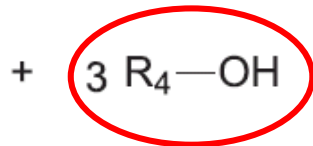
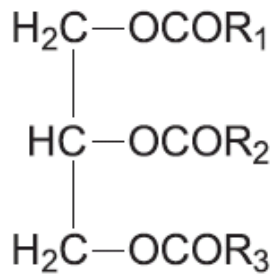


BIODIESEL - VANTAGENS

- 1) Combustível renovável;**
- 2) Rendimento equivalente ao diesel;**
- 3) Pode misturar-se ao diesel em proporções variadas (B2, B5, B20);**
- 4) Reduz a corrosão no motor e aumenta a lubricidade;**
- 5) Menor emissão de particulados;**

BIODIESEL - INTRODUÇÃO

REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO



Óleos vegetais ou
gorduras animais

Monoálcoois

Triacilgliceróis

+

Ácidos graxos
livres

Mistura de
ésteres
alquílicos
BIODIESEL

+

Mono, di e
triacilgliceróis
residuais

1,2,3-propanotriol



Especificação / ANP: teor mínimo de éster \longrightarrow **96,5%** (em massa)

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Lei 11.097/2005: Determina percentuais mínimos de mistura de biodiesel ao diesel e o monitoramento da inserção do novo combustível no mercado.

Inserção na matriz energética brasileira pelo Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB)



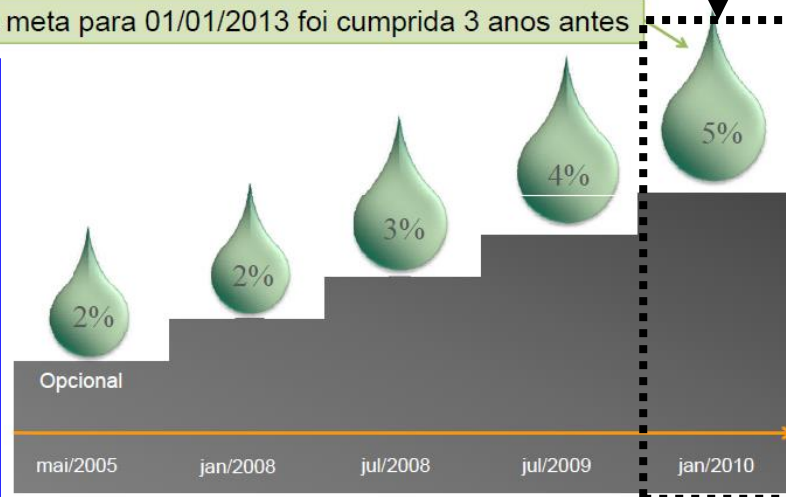
2,4 bilhões de litros/ano

Fonte: Estimativa de mercado de biodiesel elaborada pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

A meta para 01/01/2013 foi cumprida 3 anos antes

Lei 13.263 / Mistura Obrigatória:

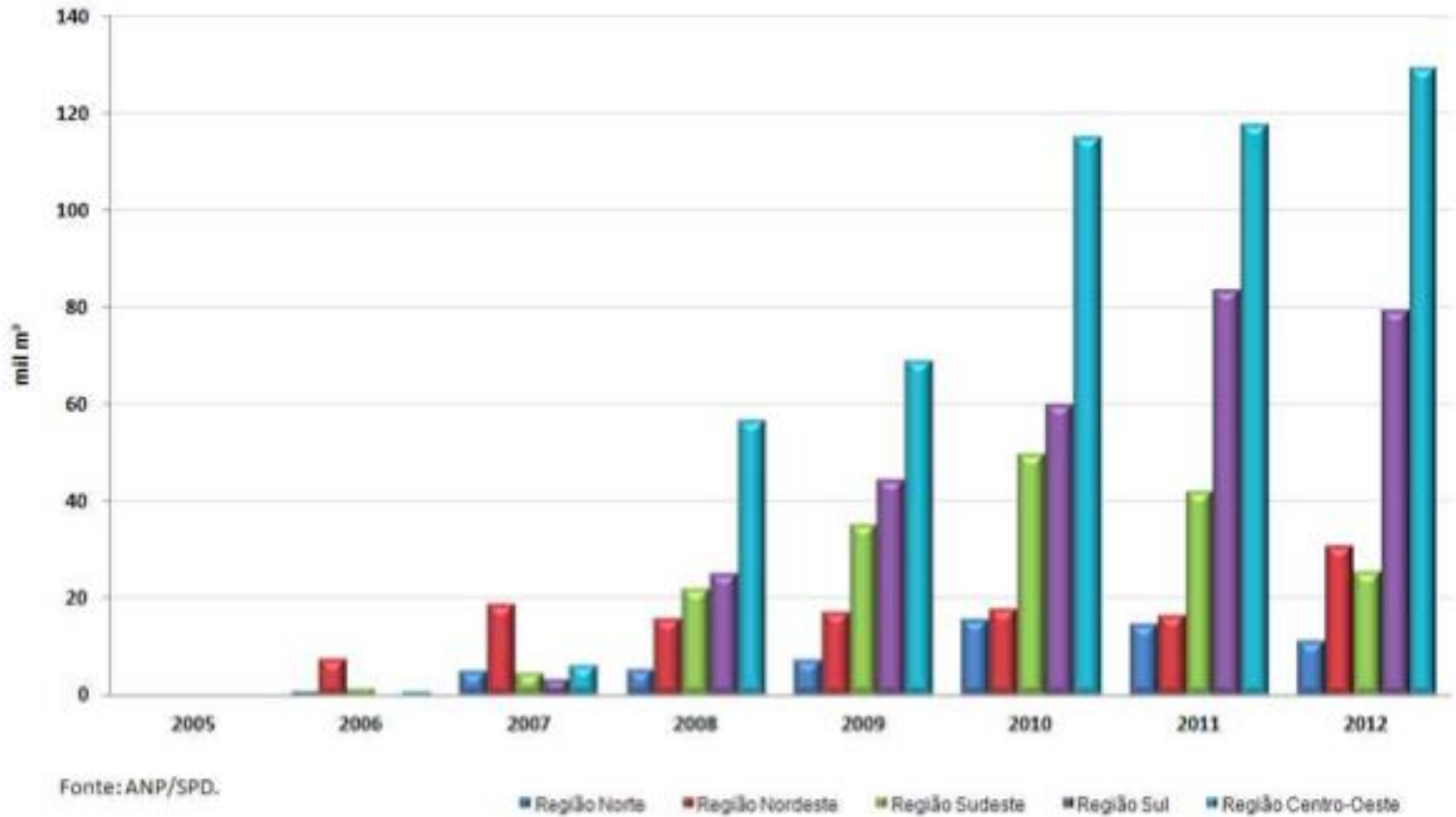
- B7 (23/03/16)
- B8 em até 12 meses (01/03/17) – Res. 11 CNPE
- B9 em até 24 meses-???
- B10 em até 36 meses-(01/03/18) !!!
- Perspectiva de B15 na sequência



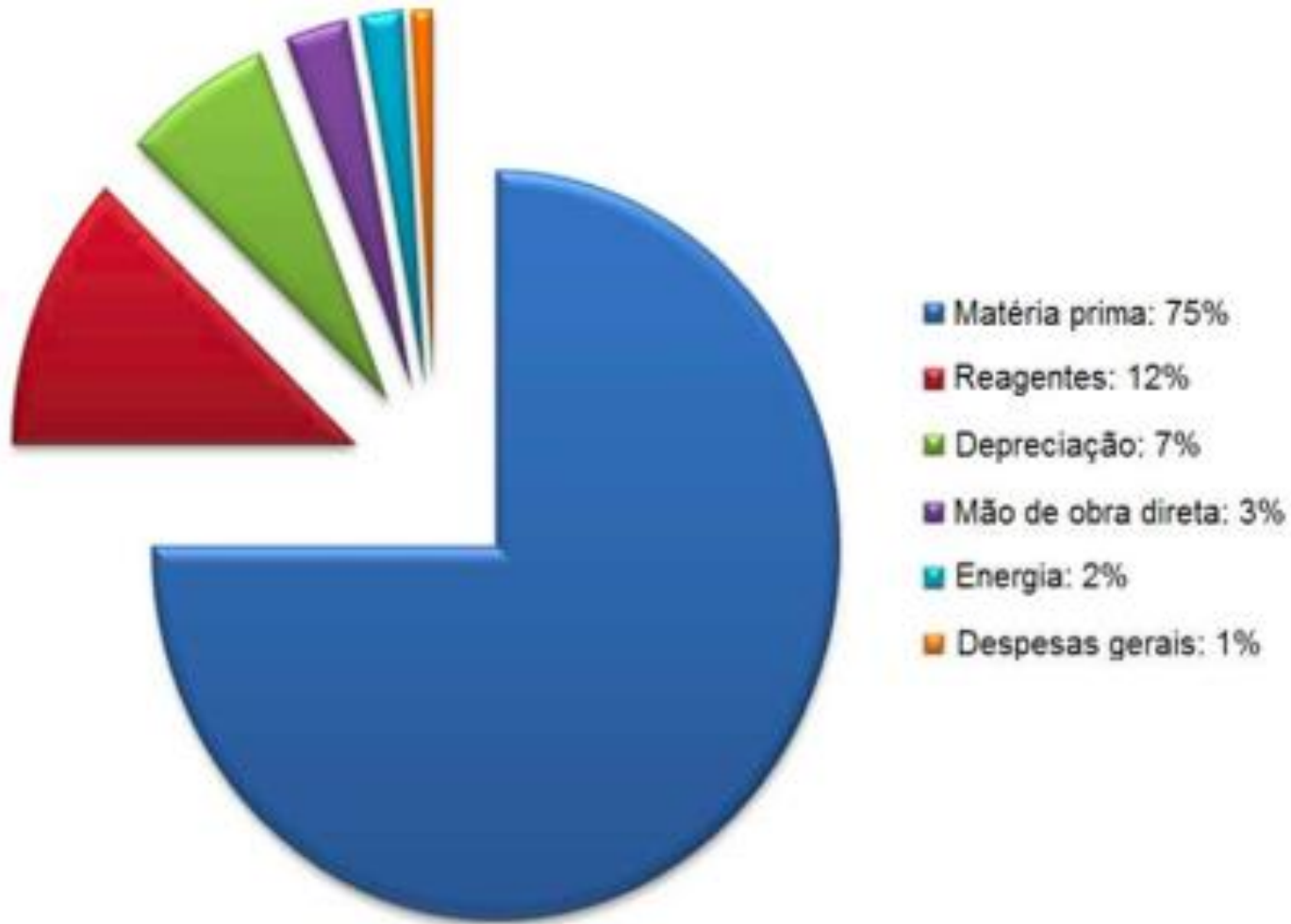
MATÉRIA - BIODIESEL



GLICERINA DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

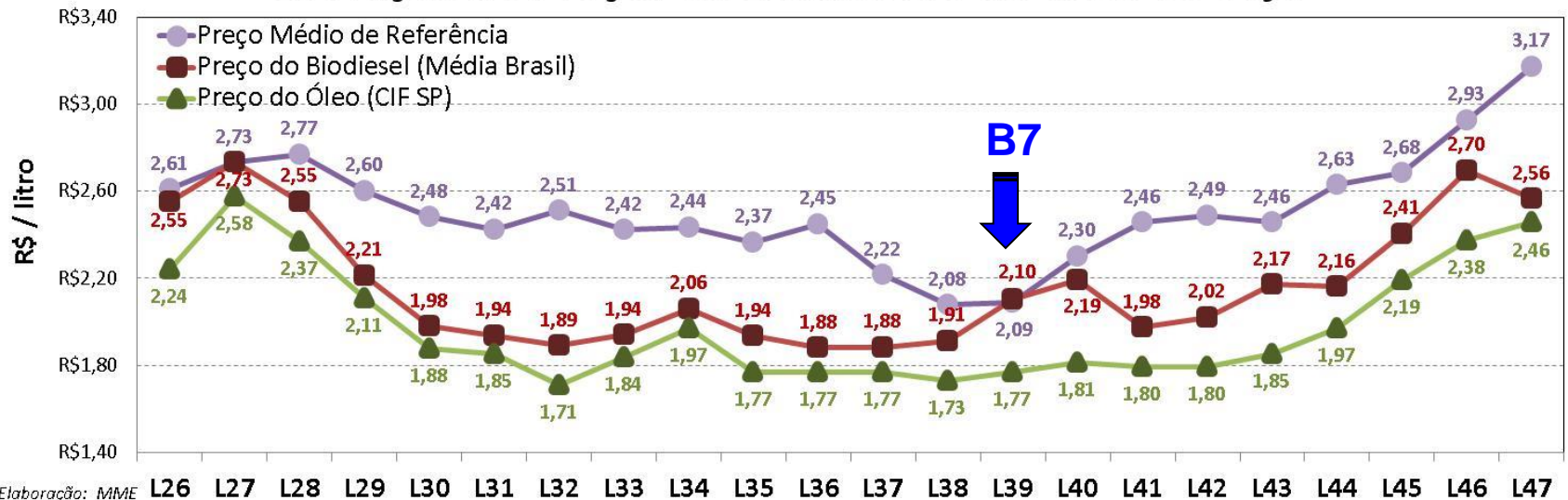


CUSTOS DO BIODIESEL



CUSTOS: MPs X BIODIESEL

Evolução de Preços do Biodiesel e do Óleo de Soja



Elaboração: MME

Fonte: Preços do biodiesel e de referência (ANP); óleo (Abiove)

OBS.: Preço do Biodiesel descontada a margem do adquirente; Preços com PIS/COFINS e CIDE, sem ICMS.

Preço do Sebo Bovino no Brasil



Elaboração: MME

Fonte: ABOISSA. CIF-SP, pagamento em 30 dias, sem ICMS

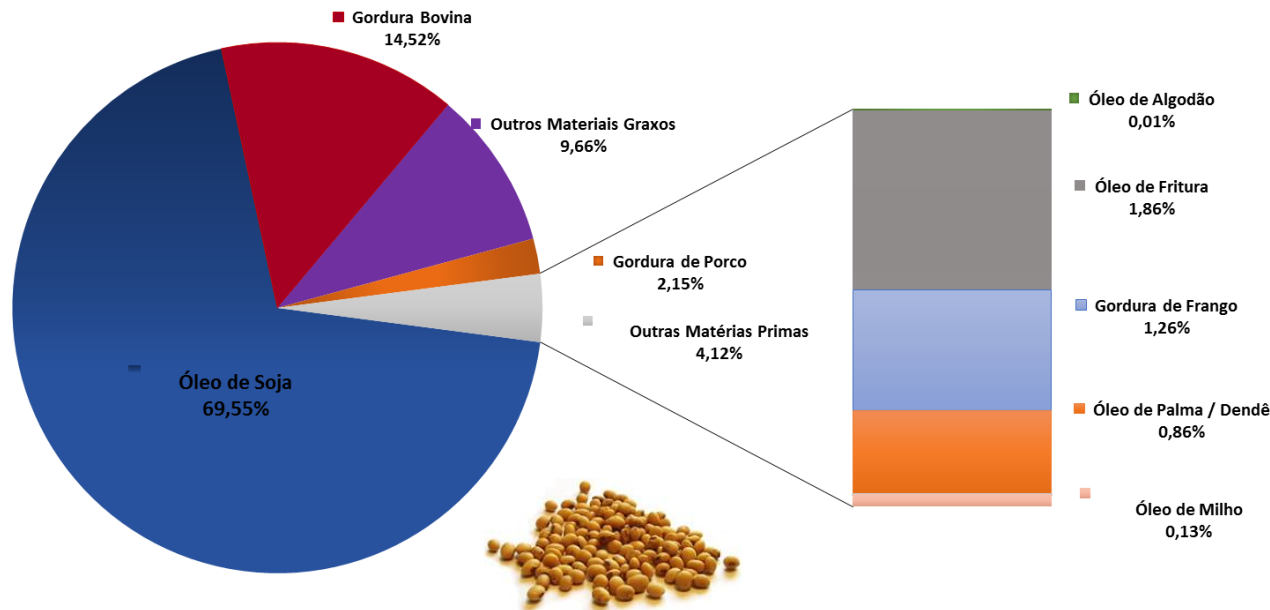
DESAFIOS

- ✓ **Matérias primas alternativas que possuam baixo custo e não sejam comestíveis;**
- ✓ **Métodos de produção (catalisadores, qualidade do glicerol, menor custo energético, menor volume de resíduos gerados, adaptação para matérias primas alternativas).**

BIODIESEL - MATÉRIAS PRIMAS

MATÉRIAS PRIMAS

Março/2018



- | | |
|----------|------------------------|
| ALGODÃO | NABO FORRAGEIRO |
| AMENDOIM | ÓLEOS DE FRITURA |
| BABAÇU | PALMISTE |
| BURITI | PEQUI |
| CANOLA | PINHÃO-MANSO |
| DENDÊ | SOJA |
| GERGELIM | TUCUMÃ |
| GIRASSOL | RESÍDUO INDUSTRIAL |
| JOJOBA | SEBO OU GORDURA ANIMAL |
| LINHAÇA | |
| MAMONA | |



Algodão



Girassol



Palma



Mamona



Soja



Babaçu

Amendoim



Canola



Gordura Animal



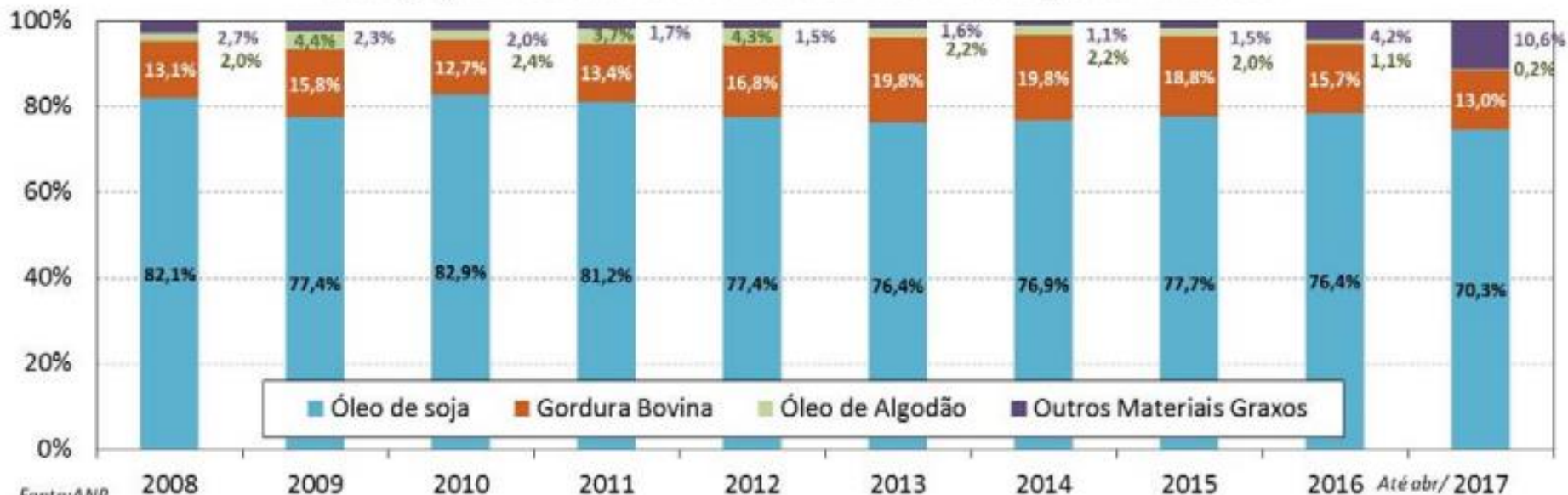
Residuais



Nabo Forrageiro

PRODUÇÃO DE BIODIESEL POR MATÉRIA PRIMA

Participação das Matérias-Primas Usadas na Produção do Biodiesel



Fonte: ANP

Elaboração: MME. OBS.: Até 2015 considera-se os dados consolidados da Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

BIODIESEL - MATÉRIAS PRIMAS

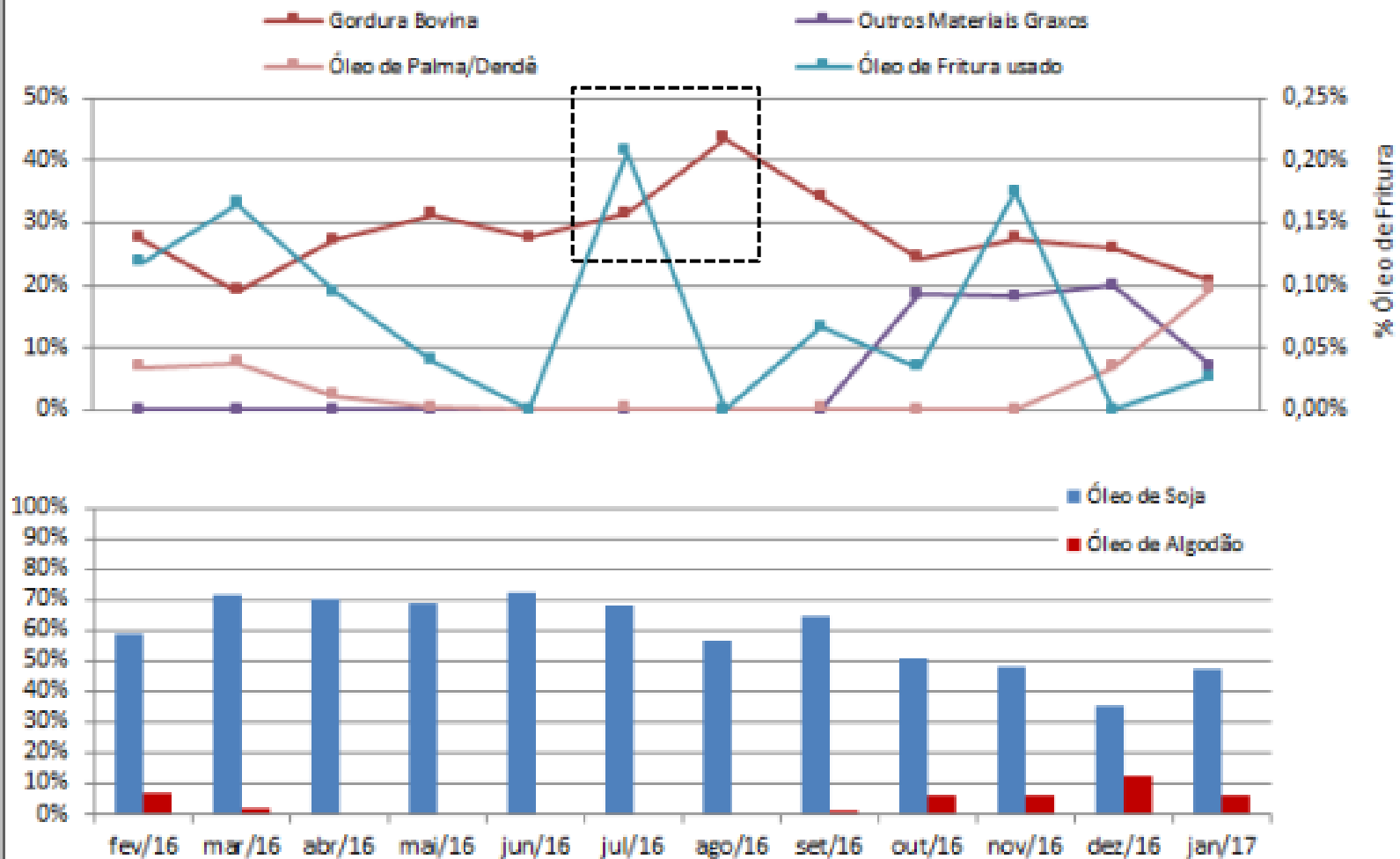
MATÉRIAS PRIMAS POR REGIÃO

JANEIRO DE 2017

Matéria-Prima	Região				
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
Óleo de Soja		47,02%	75,65%	26,72%	65,35%
Gordura Bovina	100,00%	20,61%	4,07%	52,34%	18,59%
Óleo de Algodão		5,77%			
Outros Materiais Graxos		7,08%	20,05%	1,37%	2,82%
Óleo de Fritura usado		0,03%	0,12%	7,26%	0,14%
Gordura de Porco			0,09%	0,01%	9,72%
Gordura de Frango			0,02%	1,18%	1,05%
Óleo de Palma / Dendê		19,49%	0,00%	11,11%	
Óleo de Colza/Canola					2,34%

BIODIESEL - MATÉRIAS PRIMAS

Região Nordeste



MATÉRIAS PRIMAS - BIODIESEL

SOJA

- ↪ Apresenta maior percentual da produção brasileira de óleos vegetais (ABIOVE);
- ↪ Brasil: Entre os maiores produtores Mundiais (CONAB).
- ↪ Competição direta com o setor alimentício;



- ❖ Arranjos produtivos muito bem estudados e implantados em boa parte do território brasileiro.
- ❖ Capaz de suprir a demanda Brasileira.

MATÉRIAS PRIMAS - BIODIESEL

GORDURA ANIMAL

- ❖ Brasil é um grande produtor e a oferta de tais matérias primas é substancial;
- ❖ ↓ custos.

➤ 2,5 milhões de toneladas de gordura provenientes do abate industrial de aves, bovinos e suínos (EMBRAPA).



MATÉRIAS PRIMAS - BIODIESEL

MICROALGAS

Microalga	Conteúdo oleaginoso [% peso seco]
<i>Botryococcus braunii</i>	25-75
<i>Chlorella sp.</i>	28-32
<i>Cryptocodinium cohnii</i>	20
<i>Cylindrotheca sp.</i>	16-37
<i>Dunaliella primolecta</i>	23
<i>Isochrysis sp.</i>	25-33
<i>Monallanthus salina</i>	>20
<i>Nannochloris sp.</i>	20-35
<i>Nannochloropsis sp.</i>	31-68
<i>Neochloris oleoabundans</i>	35-54
<i>Nitzschia sp.</i>	45-47
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	20-30
<i>Schizochytrium sp.</i>	50-77
<i>Tetraselmis sueica</i>	15-23

➤ Elevador teor de óleo e necessita de baixa área cultivável.

❑ Produção de óleos com eficiência superior a obtida em plantações de oleaginosas.



❖ A produtividade de óleo, por unidade de área empregada para o processo, pode ser até 100 vezes superior do que aquela obtida com oleaginosas.

MATÉRIAS PRIMAS - BIODIESEL

VANTAGENS: ↓ **custos** para colheita e transporte, **fácil tratamento químico** em função de suas pequenas dimensões, podem ser cultivadas sob **condições impróprias** para produção agrícola convencional.



- DESAFIOS:** (a) complexidade da logística de produção em larga escala;
- (b) alto custo na formulação dos meios de cultivo (micronutrientes);
- (c) ↑ demanda energética para secagem e extração;
- (d) ↑ acidez do material lipídico isolado (método de extração).

MATÉRIAS PRIMAS - BIODIESEL

TABELA 2. Produtividade da cultura ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), teor de óleo (%) e produção de óleo ($\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$) das espécies potencialmente produtoras de óleo.

Espécie	Produtividade (kg/ha)	Óleo (%)	Produtividade óleo (l/ha)
Algodão	1400	15	263
Amendoim	2000	43	1075
Canola	2200	48	1320
Crambe	1500	40	750
Dendê	25000	20	6250
Girassol	2000	50	1250
Mamona	1500	45	844
Pinhão Manso	12000	52	7800
Soja	3000	20	750

PRODUTIVIDADE

Macaúba - 4.500 litros de óleo por hectares ano;

Nabo Forrageiro – 150 a 450 litros de óleo por hectare;

Microalgas – 58.700 litros de óleo por hectare (variável).

MATÉRIAS PRIMAS - BIODIESEL

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

↑AGS - problemas de solidificação em baixas temperaturas.

↑ viscosidade – entupimento dos filtros de óleo e do sistema de injeção.

Tabela 1. Composição química em ácidos graxos de diversos tipos de óleos vegetais.

Ácido graxo		Óleo vegetal								
		Soja	Milho	Algodão	Uva	Oliva	Amendoim	Palma	Cacau	Girassol
C12:0	Láurico	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
C14:0	Mirístico	0,2	0,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,9	0,1	0,1
C16:0	Palmitico	11,0	13,0	27,3	7,0	10,2	12,5	43,7	0,1	5,5
C16:1	Palmitoléico	0,2	0,0	0,8	0,1	0,7	0,0	0,1	0,3	0,1
C17:0	Heptadecanóico	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
C18:0	Estearico	4,2	2,5	2,0	3,0	2,5	2,5	4,5	44,6	4,7
C18:1	Oléico	21,9	30,5	18,3	22,1	78,1	37,9	39,9	48,1	19,5
C18:2	Linoléico	53,3	52,1	50,5	67,2	7,1	41,3	10,5	4,9	68,5
C18:3	Linolênico	7,5	1,0	0,0	0,5	0,6	0,3	0,3	0,1	0,1
C20:0	Araquídico	0,3	0,5	0,3	0,1	0,5	0,5	0,2	1,5	0,3
C20:1	Gadoléico	0,2	0,2	0,0	0,0	0,3	0,7	0,0	0,1	0,1
C22:0	Behênico	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,1	0,9
C22:1	Erúico	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
C24:0	Lignocérico	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,2

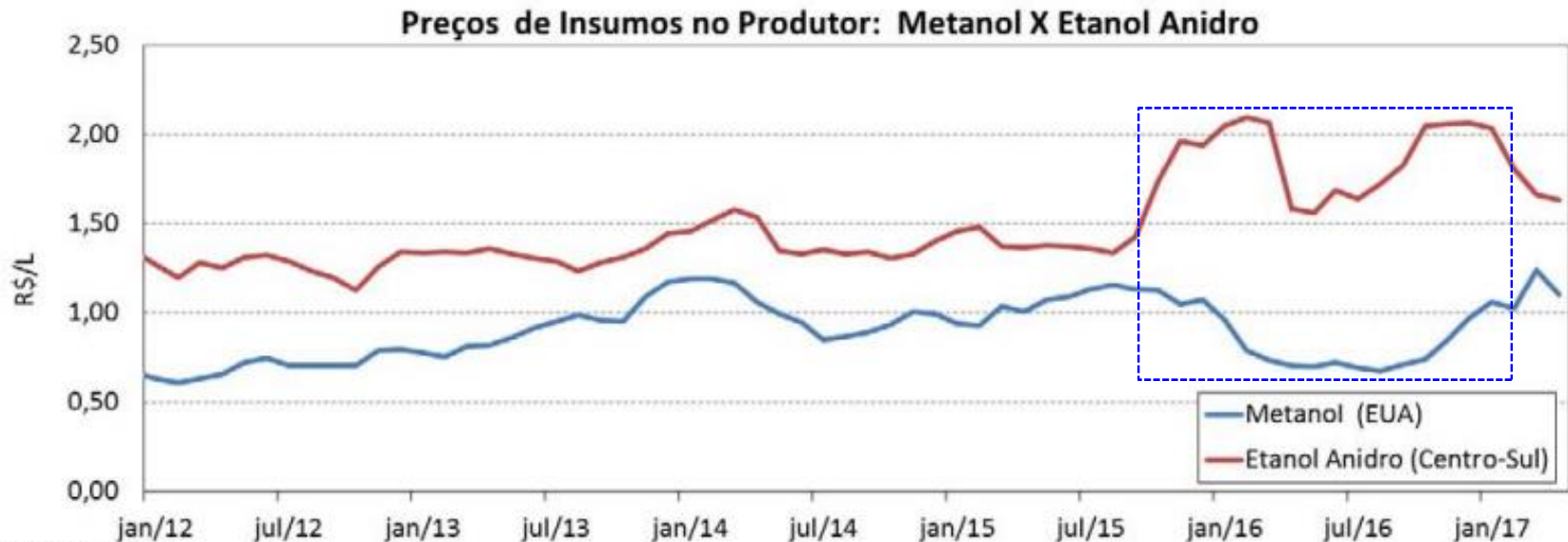
Name	Number of carbons	Number of double bonds Position of double bonds	
Formic acid	1: 0	○	Not contained in lipids
Acetic acid	2: 0	○	
Propionic acid	3: 0	○	
Butyric acid	4: 0	○	
Valerianic acid	5: 0	○	
Caproic acid	6: 0	○	
Caprylic acid	8: 0	○	
Capric acid	10: 0	○	
Lauric acid	12: 0	○	
Myristic acid	14: 0	○	
Palmitic acid	16: 0	○	
Stearic acid	18: 0	○	
Oleic acid	18: 1; 9	○	
Linoleic acid	18: 2; 9,12	○	
Linolenic acid	18: 3; 9,12,15	○	
Arachidic acid	20: 0	○	
Arachidonic acid	20: 4; 5,8,11,14	○	
Behenic acid	22: 0	○	
Erucic acid	22: 1; 13	○	
Lignoceric acid	24: 0	○	
Nervonic acid	24: 1; 15	○	

A. Fatty acids (long-chain carboxylic acids)

★ Essential in human nutrition

BIODIESEL - ÁLCOOIS REAGENTES

Preços – Metanol x Etanol



Elaboração: MME

Fonte: Metanol - Methanex Non-Discounted Reference Price; Etanol Anidro - CEPEA/ESALQ (sem PIS/COFINS, sem ICMS no Centro-Sul).

ETANOL

Vantagens: produto nacional, proveniente de fonte renovável, toxicidade reduzida, mais miscível no óleo.

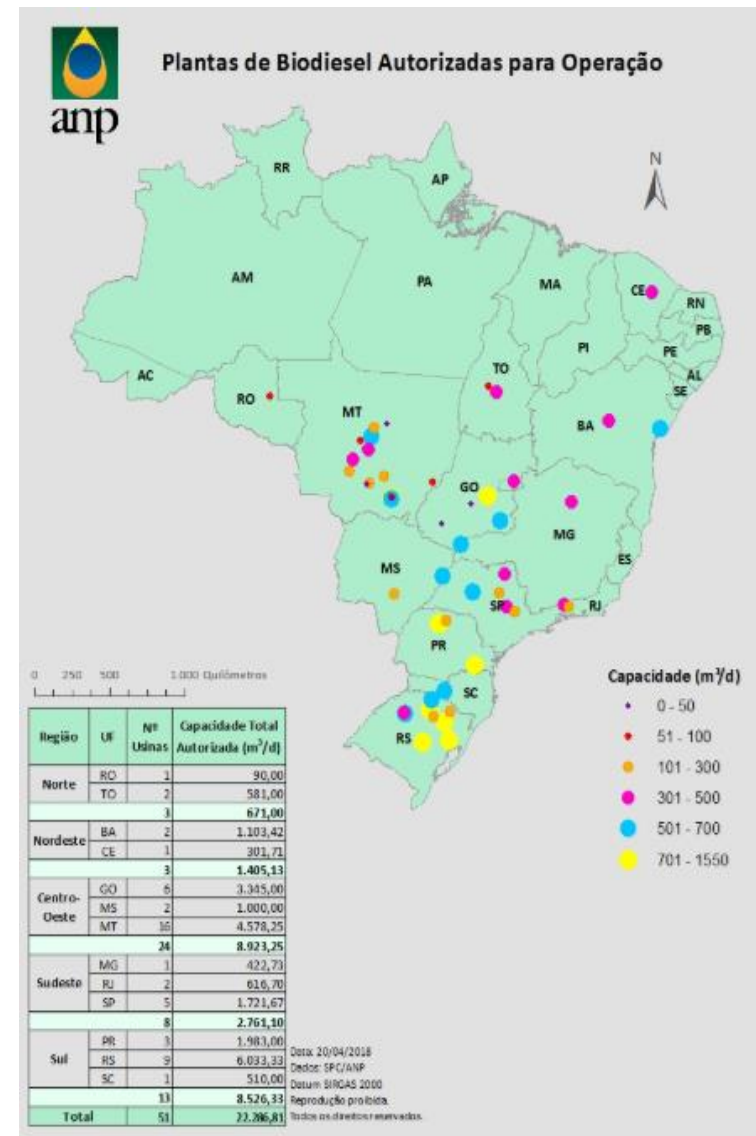
Desvantagens: preço, cinética desfavorecida, dificulta a separação dos produtos.

BIODIESEL - INTRODUÇÃO

SETOR INDUSTRIAL

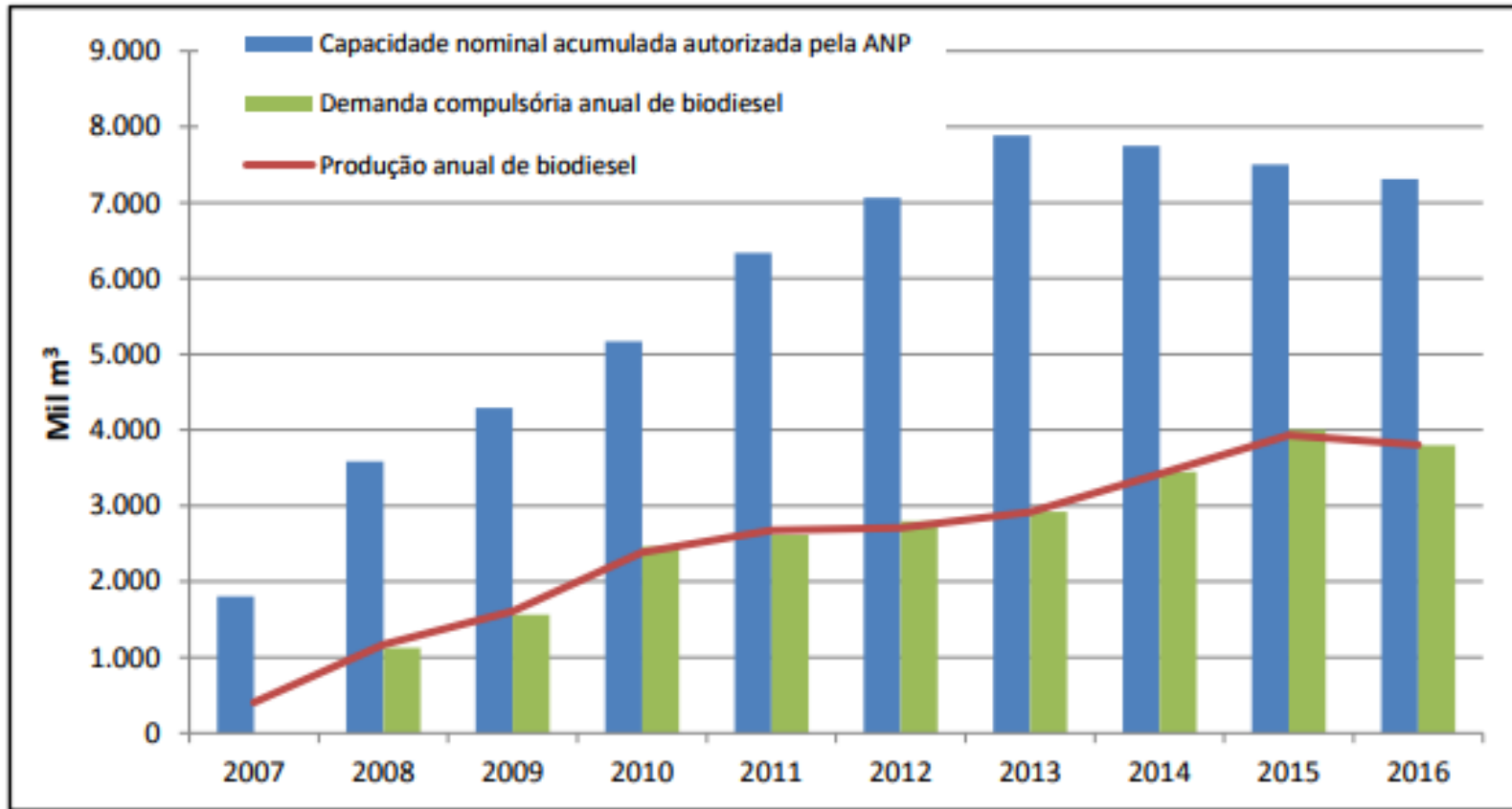
Setor industrial em Abr/2018:

- 51 plantas produtoras autorizadas
- 2 novas plantas autorizadas para construção
- 3 autorizadas para ampliação de capacidade



CENÁRIOS - BIODIESEL

PRODUÇÃO DE BIODIESEL



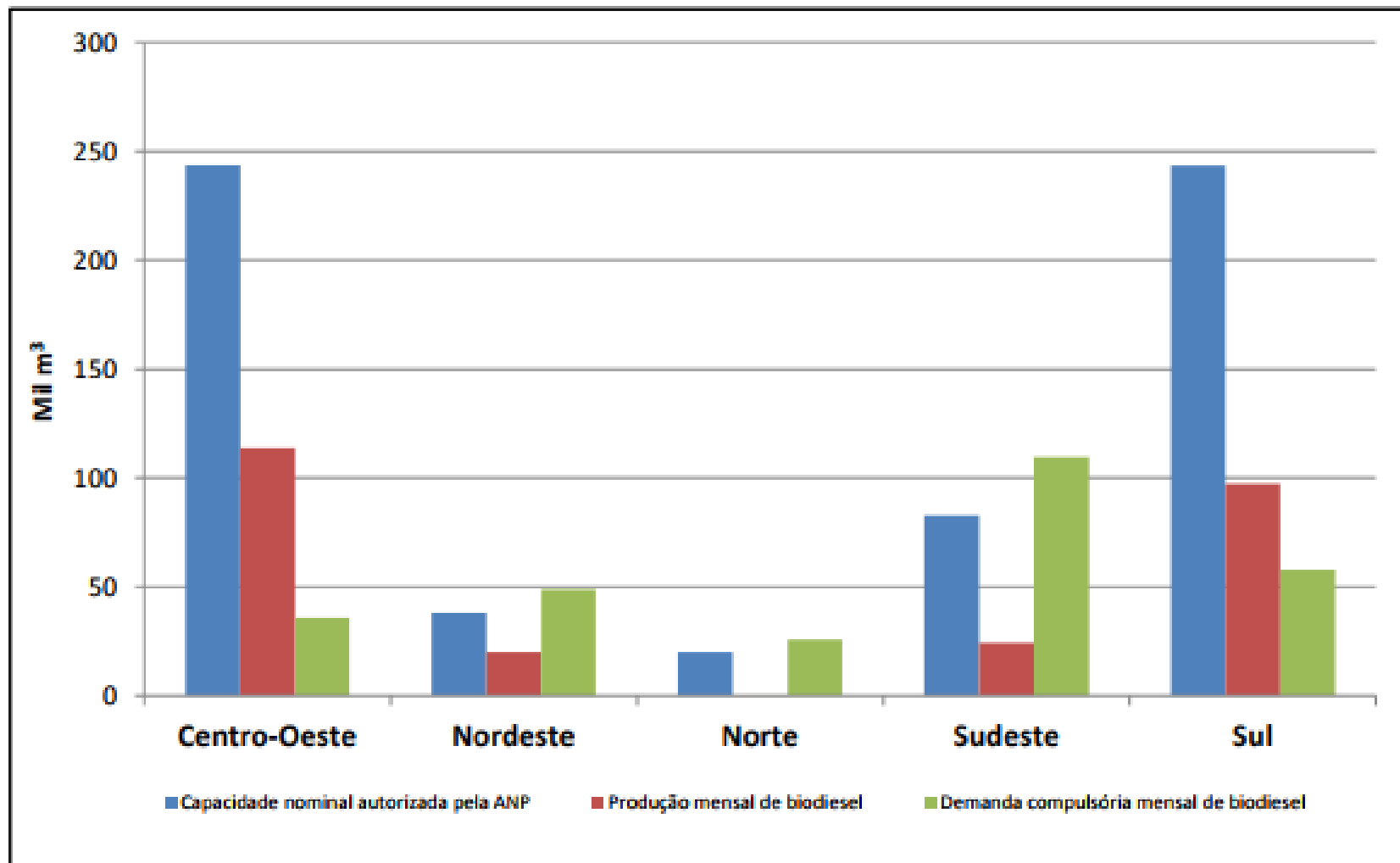
**SEGUNDO MAIOR PRODUTOR MUNDIAL
(1º EUA)**

2017: 4,3 bilhões de L

2018: 5,4 bilhões de L

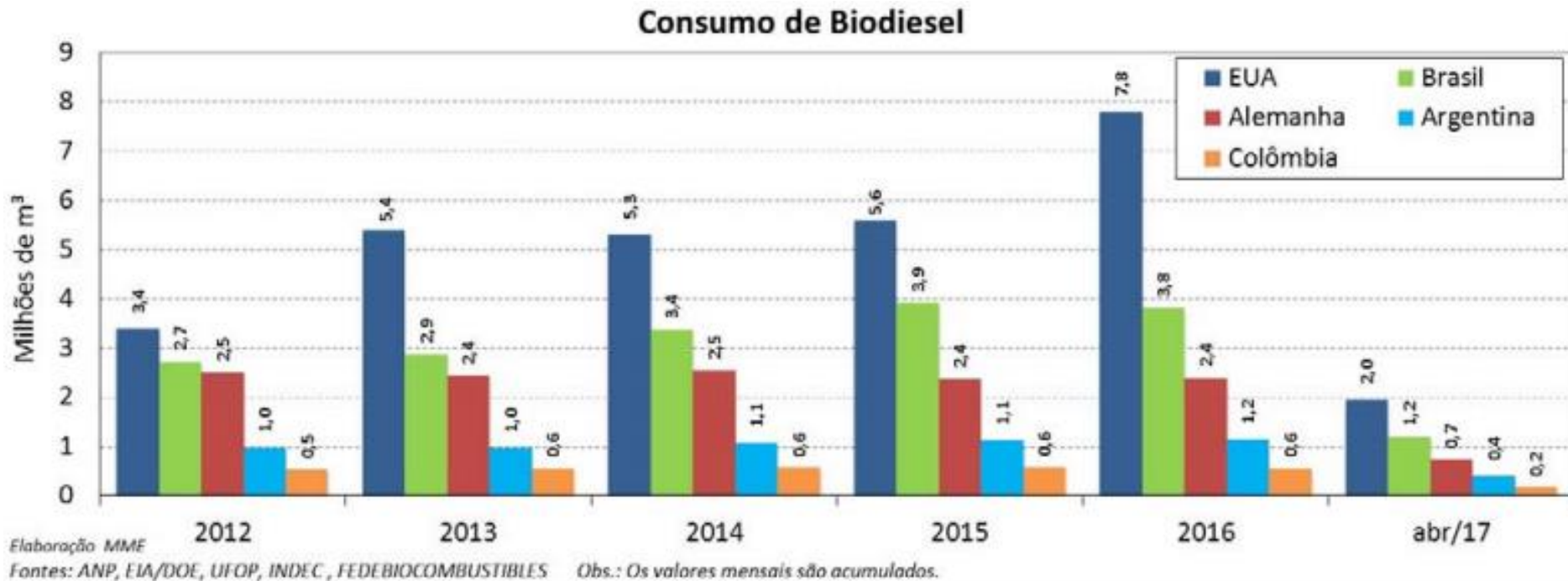
CENÁRIOS - BIODIESEL

PRODUÇÃO DE BIODIESEL POR REGIÃO



CENÁRIOS - BIODIESEL

CONSUMO DE BIODIESEL NO MUNDO



Desde 2012 o Brasil é o **SEGUNDO MAIOR** consumidor de biodiesel do mundo.

BIODIESEL - REFLEXÕES



Fonte: ANP

Elaboração: MME OBS: A partir de jul/2012 os preços de biodiesel consideram os valores realizados pelo produtor/importador de diesel na oferta para a distribuidora.



Fonte: ANP/PMQC

Elaboração: MME. OBS: A análise do teor de biodiesel iniciou-se somente em 2009. Antes disso, não havia análises para essa natureza.

BIODIESEL - NORMA

Controle de qualidade do biodiesel comercializado no Brasil

ANEXO

REGULAMENTO TÉCNICO ANP Nº 3/2014

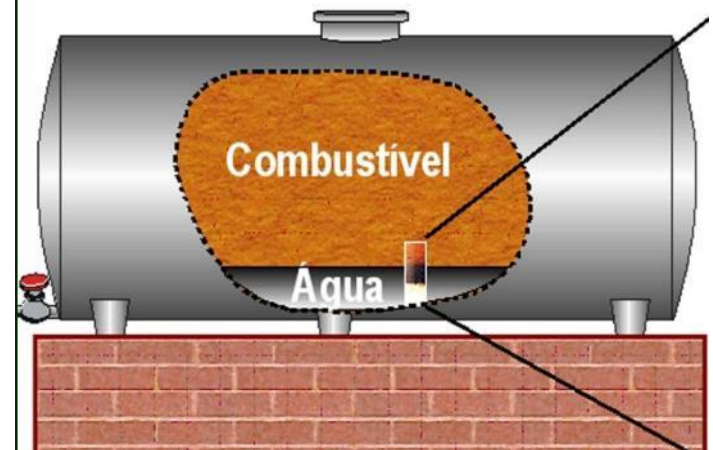
Tabela I - Especificação do Biodiesel

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE	MÉTODO		
			ABNT NBR	ASTM D	EN/ISO
Aspecto	-	LII (1) (2)	-	-	-
Massa específica a 20° C	kg/m ³	850 a 900	7148 14065	1298 4052	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Viscosidade Cinemática a 40°C	mm ² /s	3,0 a 6,0	10441	445	EN ISO 3104
Teor de água, máx.	mg/kg	<u>200,0 (3)</u>	-	6304	EN ISO 12937

BIODIESEL - PROBLEMAS

Teor de água

- Diretamente relacionado ao processo de purificação e também ao armazenamento do biodiesel
- Característica higroscópica: absorver água do ambiente.
- Um dos parâmetros que mais críticos para má qualidade.
- Problemas:
 - Indesejável hidrólise do biodiesel: originando ácidos graxos
 - Proliferação de microorganismos
 - Corrosão em tanques de estocagem



BIODIESEL - PROBLEMAS

Problemas de qualidade no meio e fim da cadeia

Borras em Postos

B5: já
misturado ao
diesel



Fotos cedidas pela Fecombustíveis)

Alísio Vaz. 8º Fórum de debates sobre a qualidade de combustíveis. Rio de Janeiro, 2012.

BIODIESEL - PROBLEMAS

Ponto de entupimento de filtro a frio (PEFF)

Não pode solidificar até...

➤ Resolução ANP N° 45/2014

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	LIMITE MÁXIMO, °C											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
SP - MG - MS	14	14	14	12	8	8	8	8	8	12	14	14
GO/DF - MT - ES - RJ	14	14	14	14	10	10	10	10	10	14	14	14
PR - SC - RS	14	14	14	10	5	5	5	5	5	10	14	14

Praticamente não é comercializado biodiesel de sebo nos meses de inverno.

Biodiesel de sebo: PEFF próximo a 14 °C

Biodiesel de soja: PEFF próximo a 0 °C

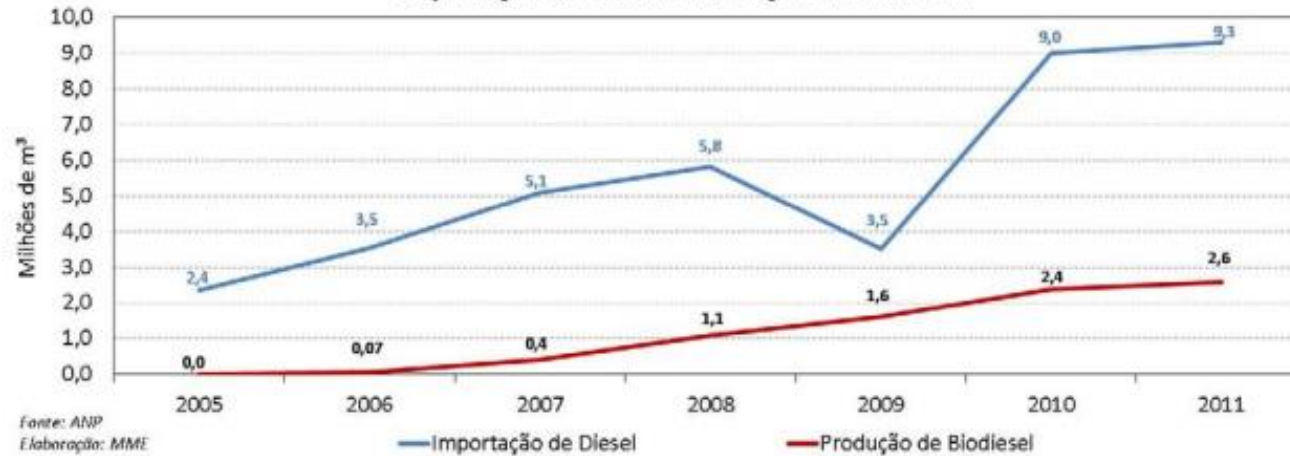
Alguns meses é feita mistura sebo/soja.



BIODIESEL - REFLEXÕES

SETOR INDUSTRIAL

Importação de Diesel X Produção de Biodiesel



- Entre 2005 e 2011:
- (+) 8,2 milhões de m³ de biodiesel produzidos no Brasil
 - (+) Economia de US\$ 5,3 bilhões nas importações de diesel
 - (-) 7,4 milhões de ton de óleo vegetal
 - (-) O Brasil deixou de exportar US\$ 8,5 bilhões

(-) SALDO NEGATIVO

(+) Devem ser incluídos: crédito ambiental, social, econômico, saúde humana, etc.

UBRABIO: Reduz CO₂

+1% Biod. 45.000 empr. campo

BR 4.000 mortes/ano

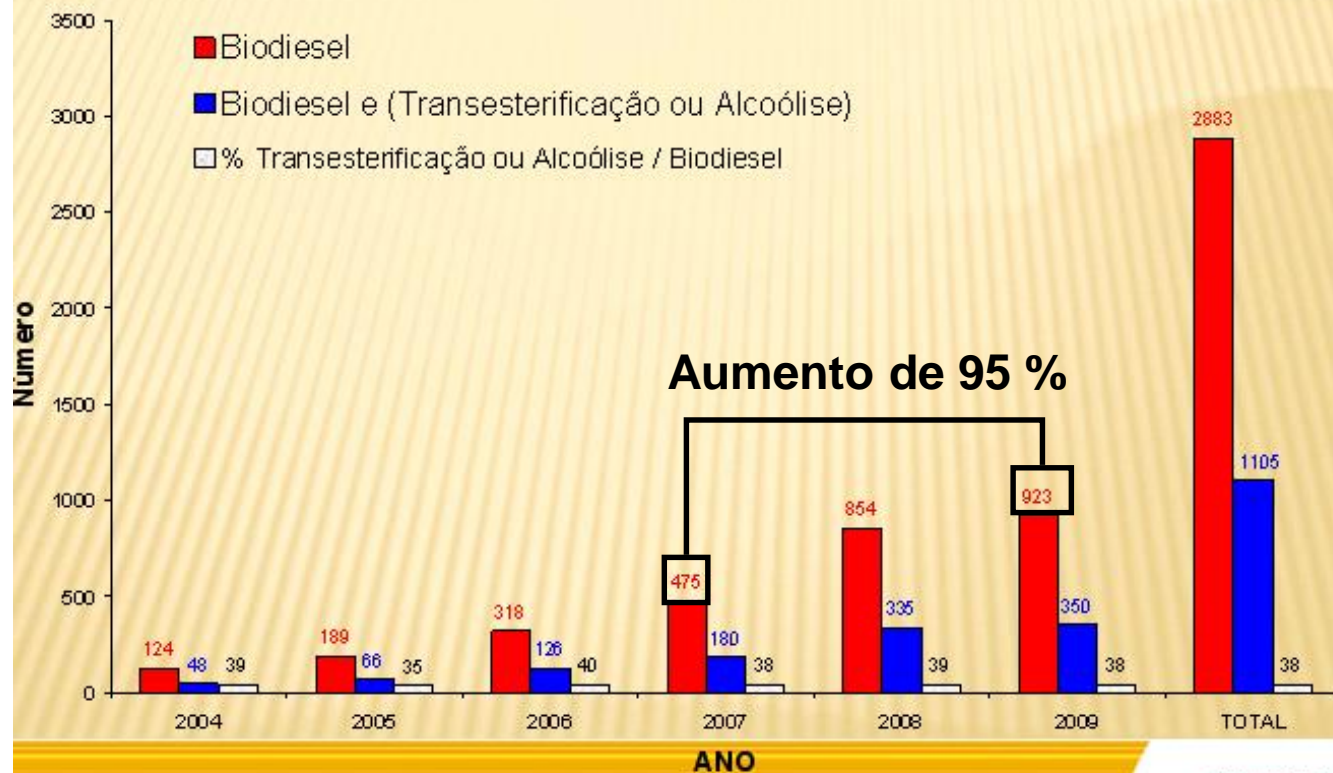
CENÁRIOS - BIODIESEL

PUBLICAÇÕES INTERNACIONAIS

Transesterificação e Produção de Biodiesel

ARTIGOS INDEXADOS

Web of Science

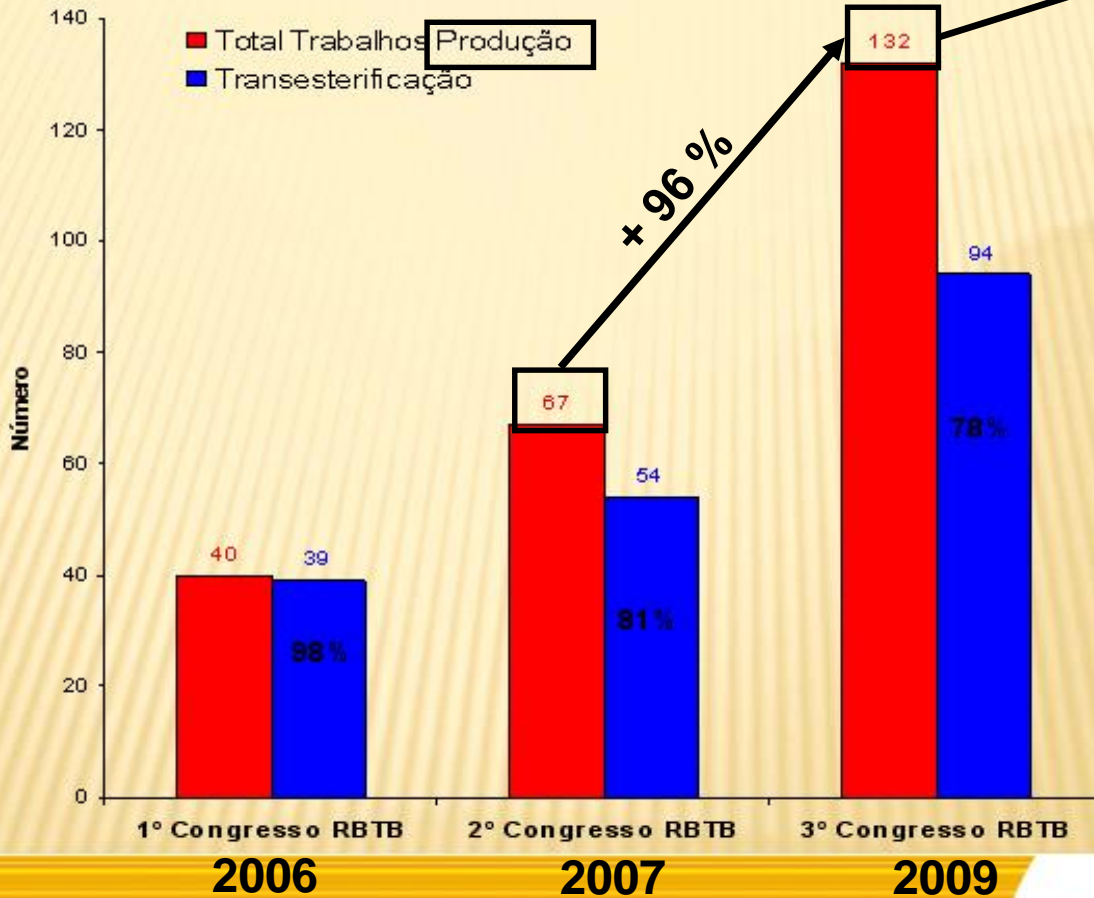


CENÁRIOS - BIODIESEL

PUBLICAÇÕES NACIONAIS



Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel



2010

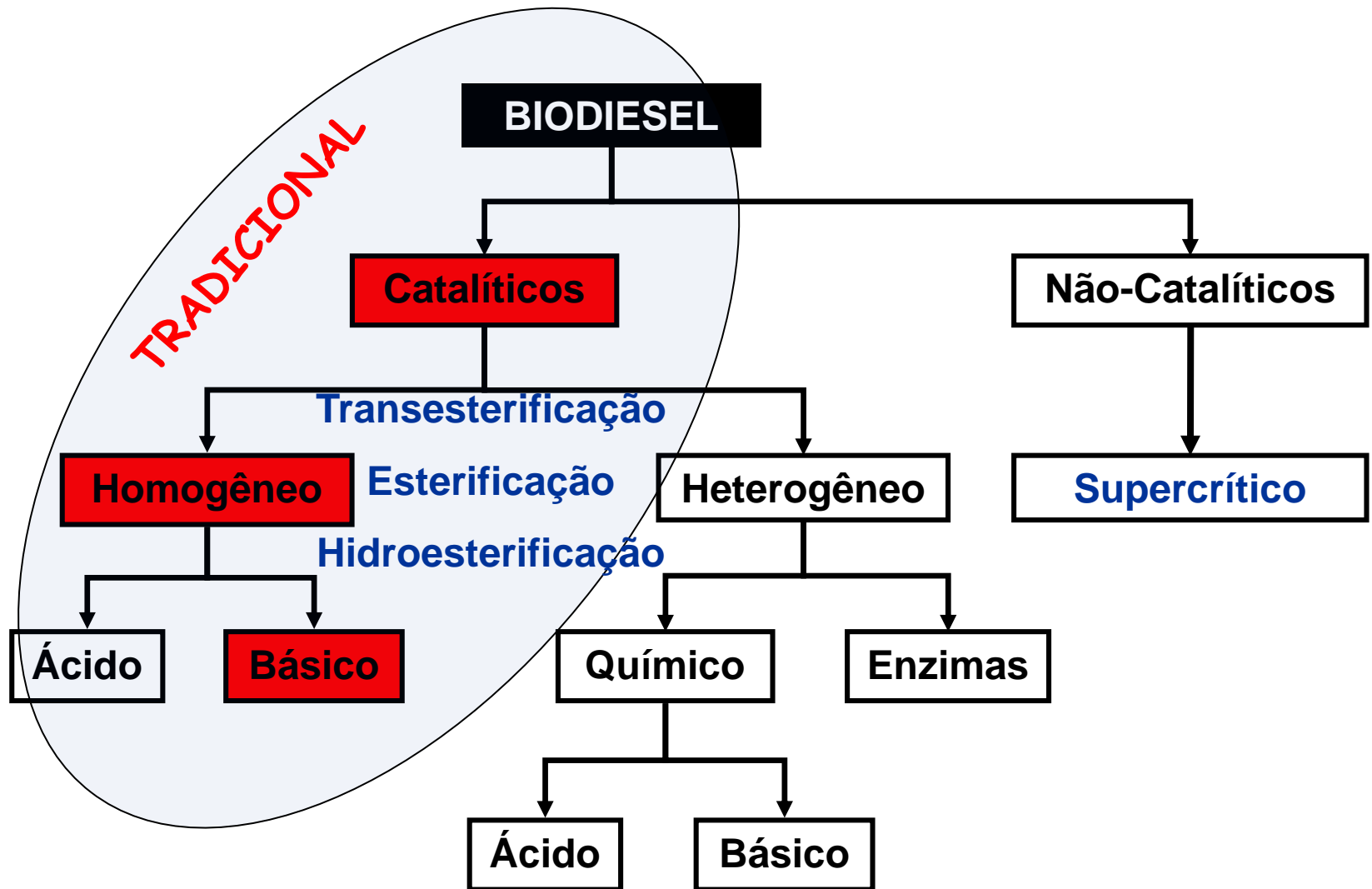
**Produção de biodiesel:
230 trabalhos**

2012

**880 trabalhos
apresentados**

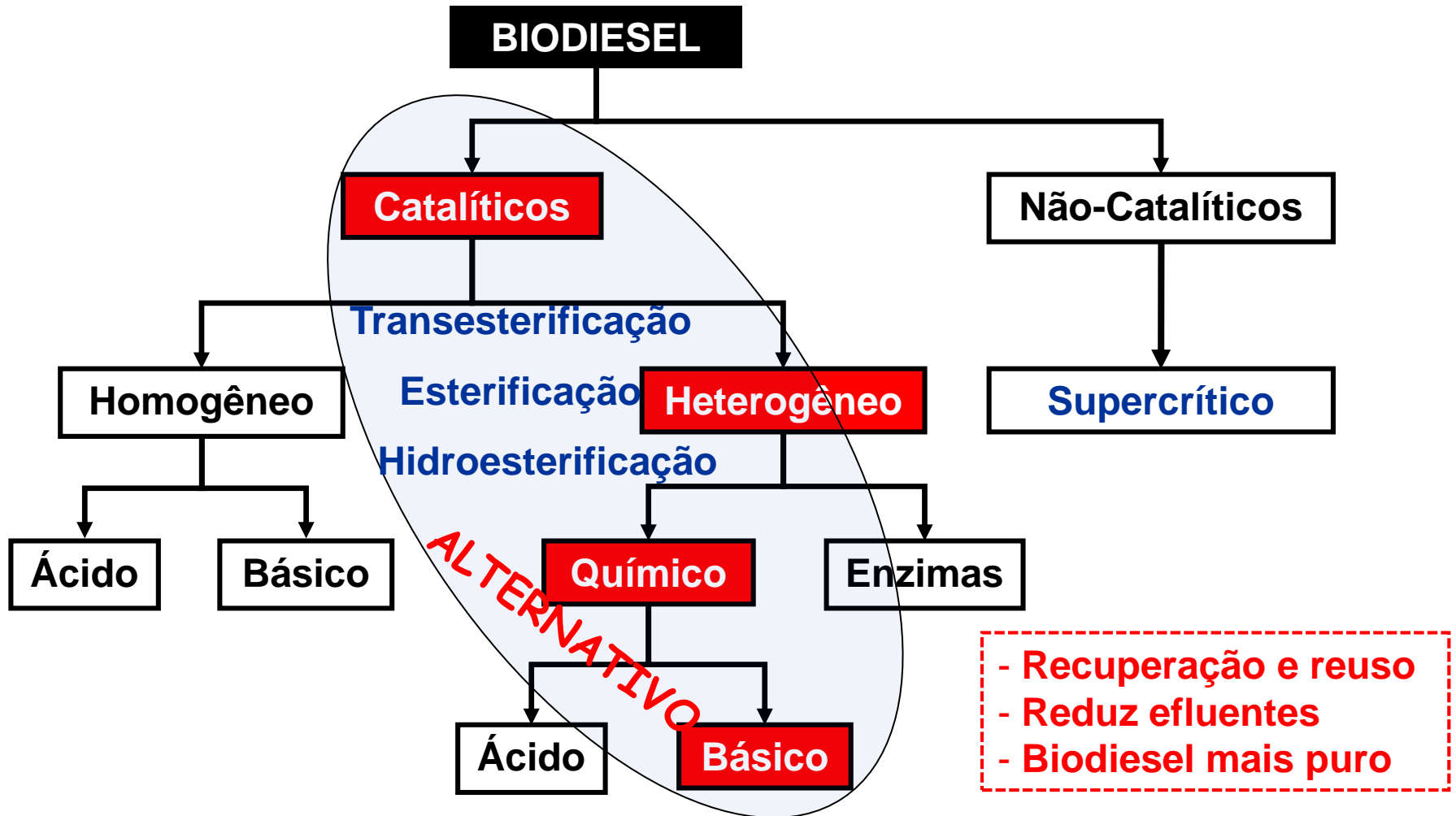
BIODIESEL - PRODUÇÃO

PROCESSOS PRODUTIVOS



BIODIESEL - PRODUÇÃO

PROCESSOS PRODUTIVOS



REAÇÕES - PRODUÇÃO DE BIODIESEL

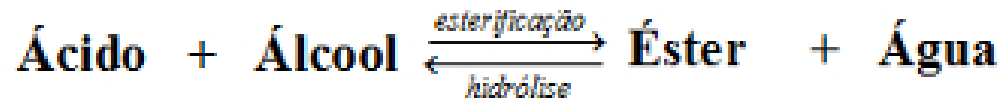
TRANSESTERIFICAÇÃO

Baixa acidez
(trans. alcalina)



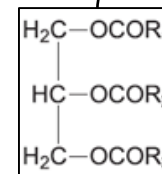
ESTERIFICAÇÃO

Acidez elevada



HIDRÓLISE

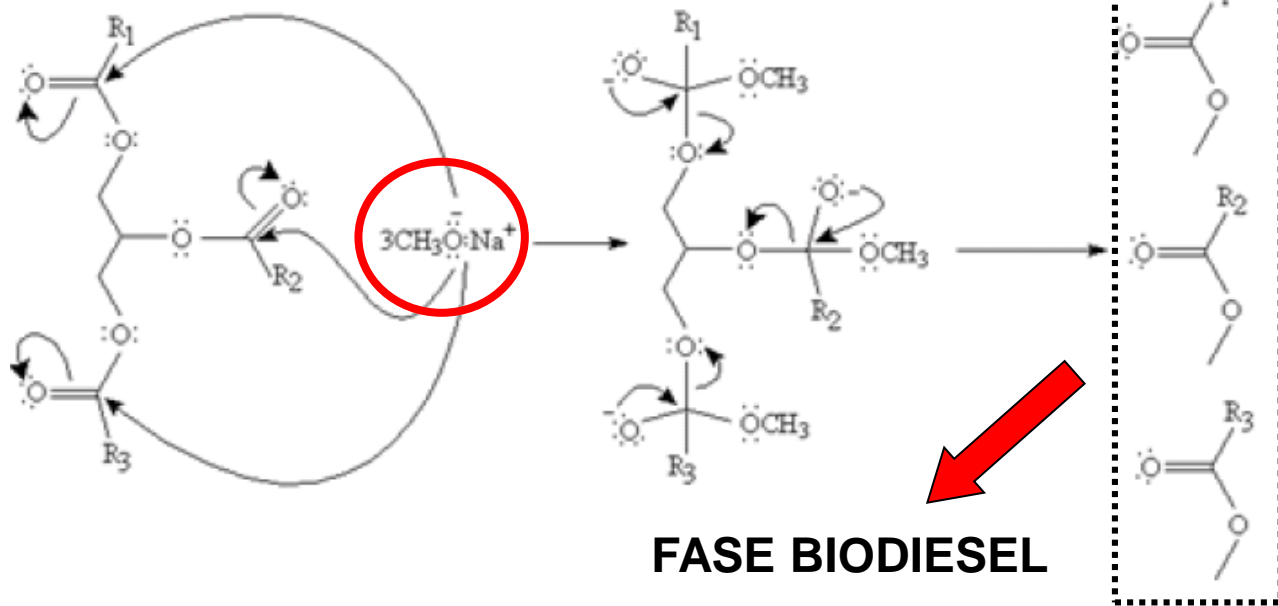
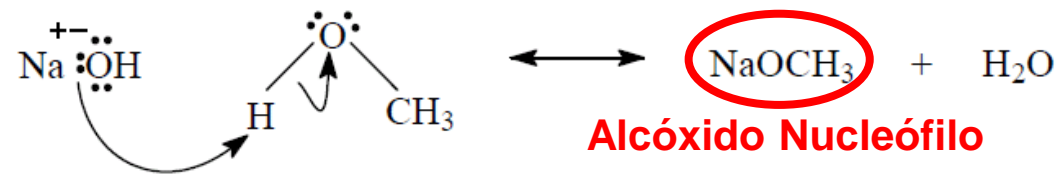
Acidez moderada
(condições reacionais)



REAÇÕES - PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Mecanismo - Catálise Homogênea Básica

Elevadas conversões:
> 99% (35-55°C, 2-4 horas, RM 6:1)



Impurezas: triacilgliceróis não convertidos; semi-convertidos (mono e diacilgliceróis); álcool.

Impurezas: sais (emulsões), álcool + água e metóxido de sódio que não reagiu.

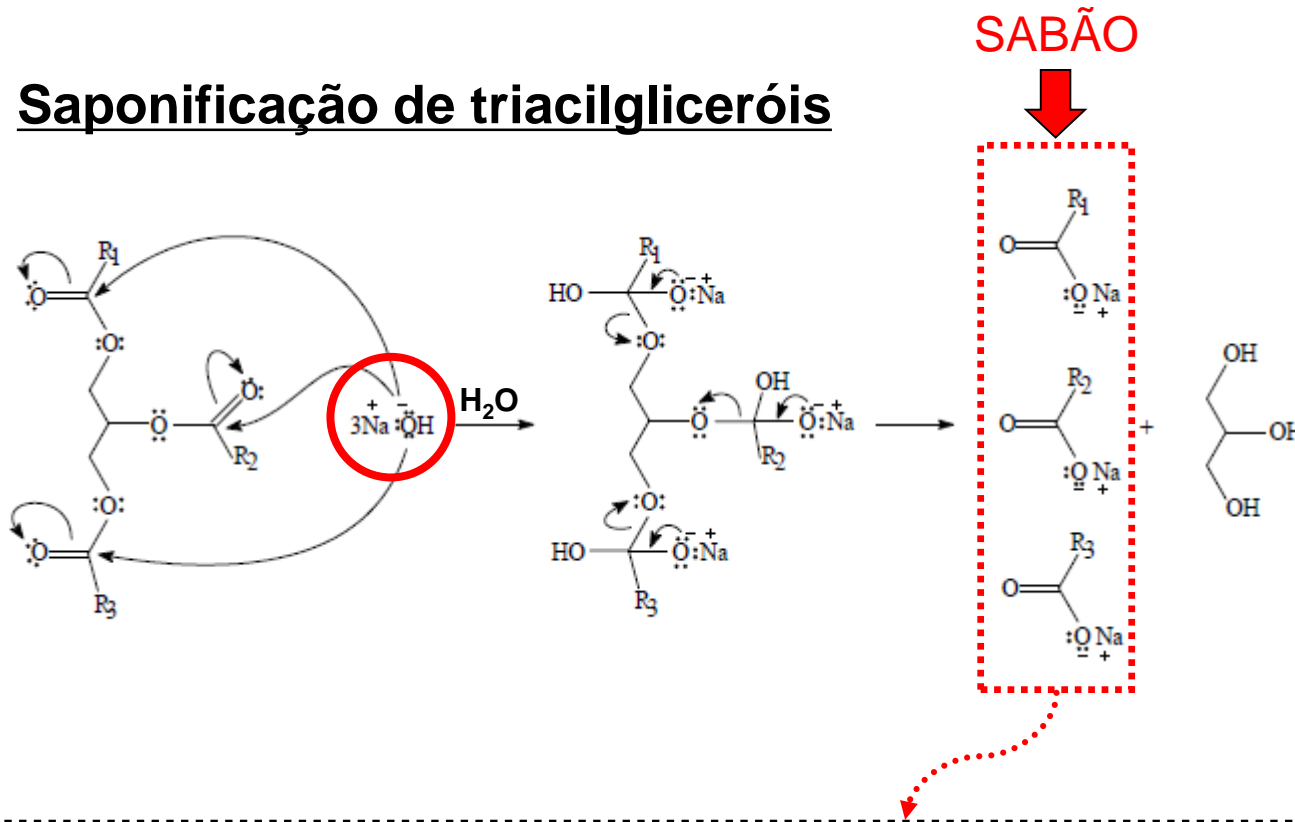


REAÇÕES - PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Mecanismo - Catálise Homogênea Básica

A combinação completa entre o catalisador e o álcool evita a formação de sabão.

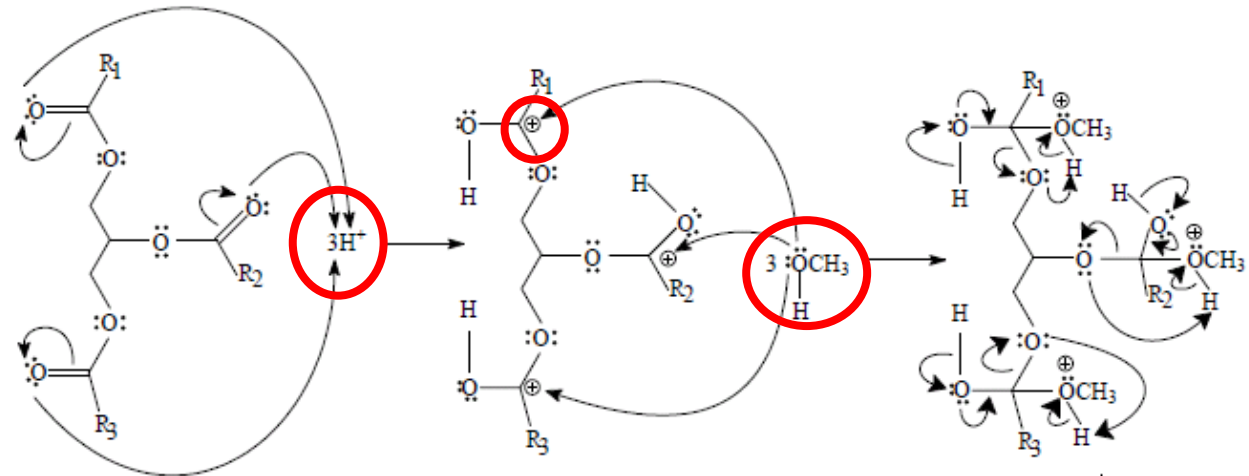
Saponificação de triacilgliceróis



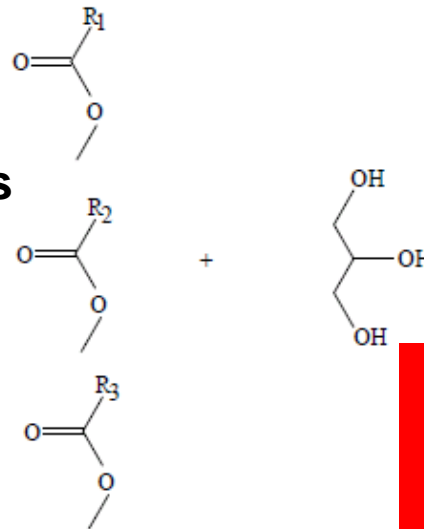
Também pode ser formado pela reação de neutralização dos ácidos graxos livres:
 $\text{NaOH} + \text{AGL} \longrightarrow \text{SABÃO} + \text{H}_2\text{O}$

REAÇÕES - PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Mecanismo - Catálise Homogênea Ácida

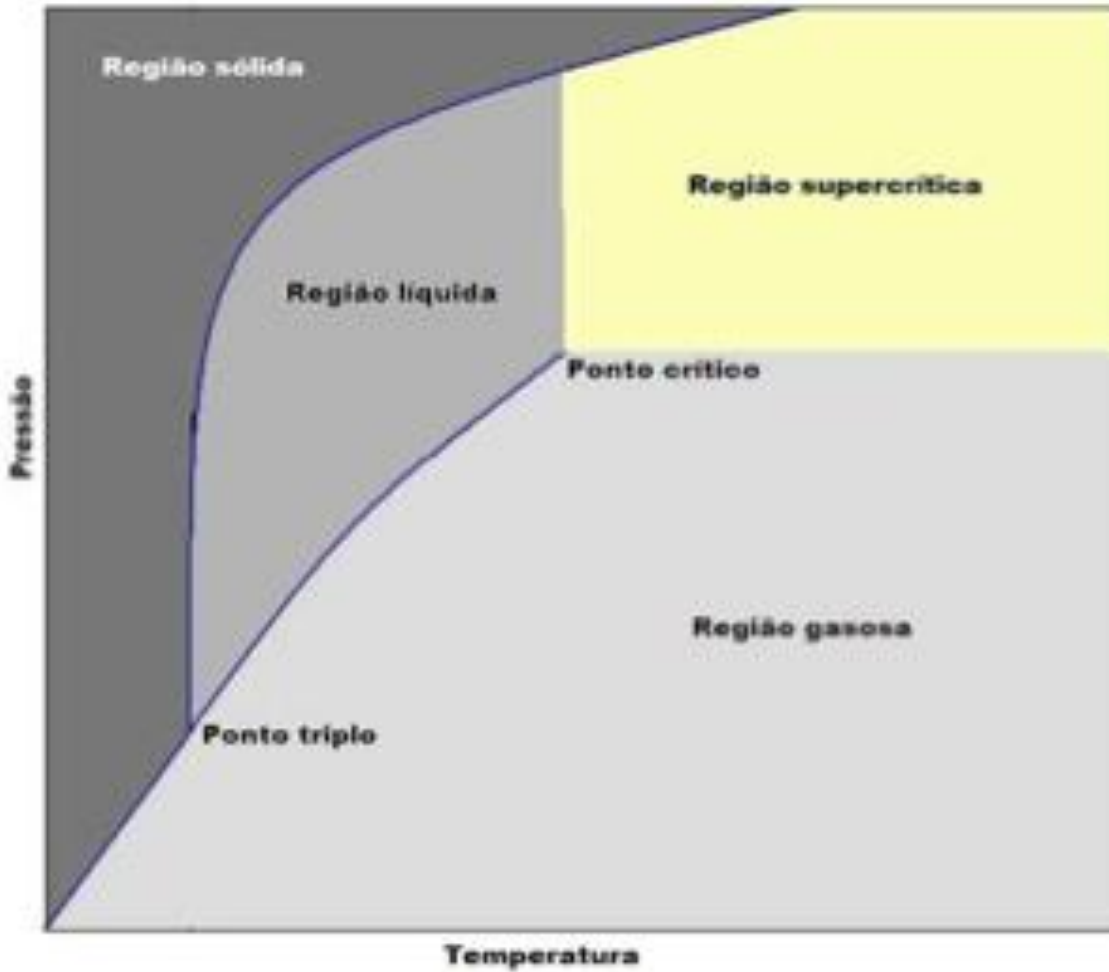


- adição do ácido em 1 única etapa
- converte os ácidos graxos livres presentes na fonte de triacilglicerídeos em biodiesel por esterificação



- Catálise Ácida:**
- Evita a saponificação
 - 6 vezes mais lenta
 - Temperaturas superiores

PROCESSO ALTERNATIVO - NÃO CATALÍTICO



Álcool em condições supercríticas

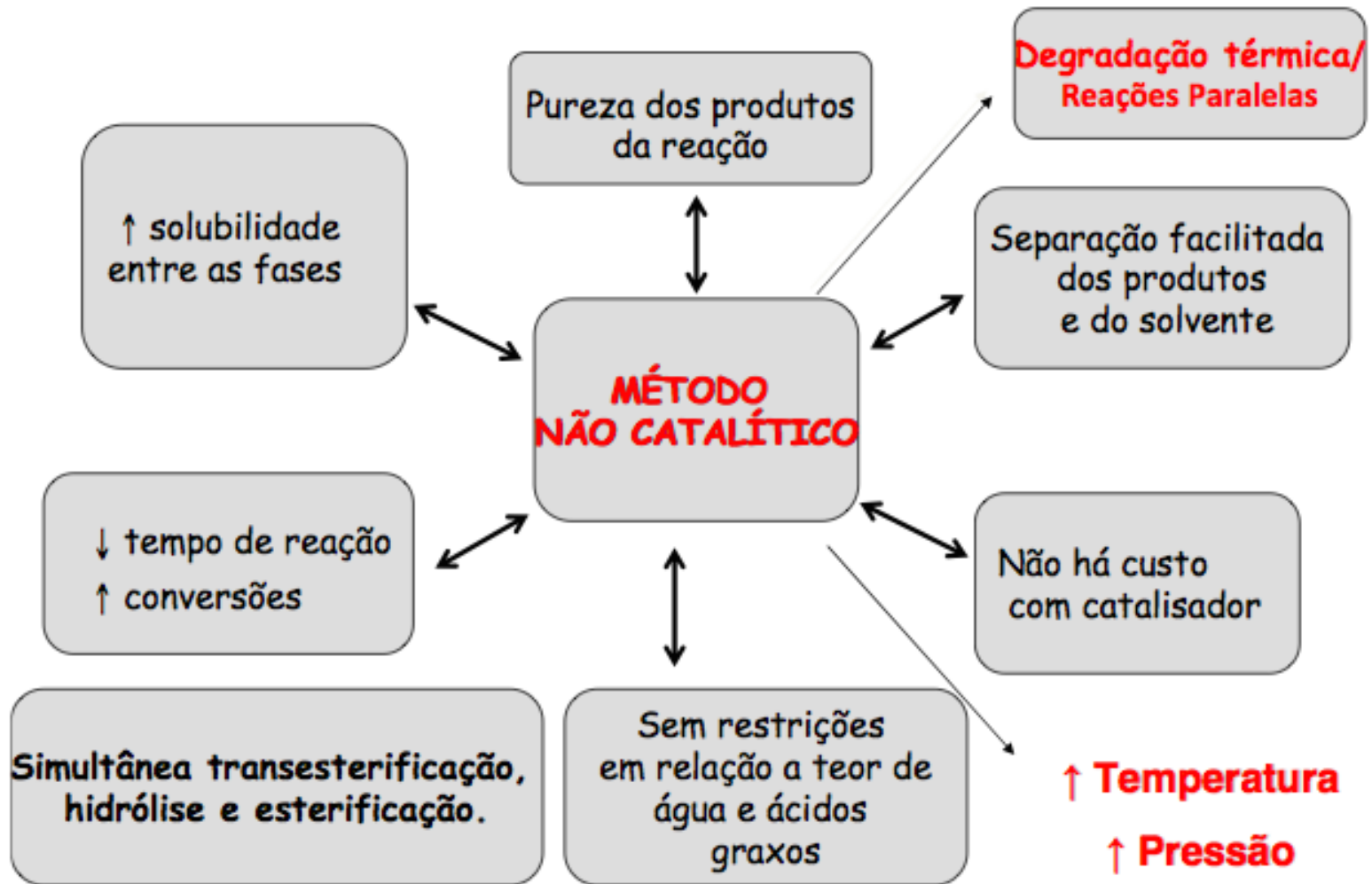
↑ Solubilidade

↓ Viscosidade ↑ Difusividade

DIAGRAMA PT PARA UMA SUBSTÂNCIA PURA

PROCESSO ALTERNATIVO - NÃO CATALÍTICO

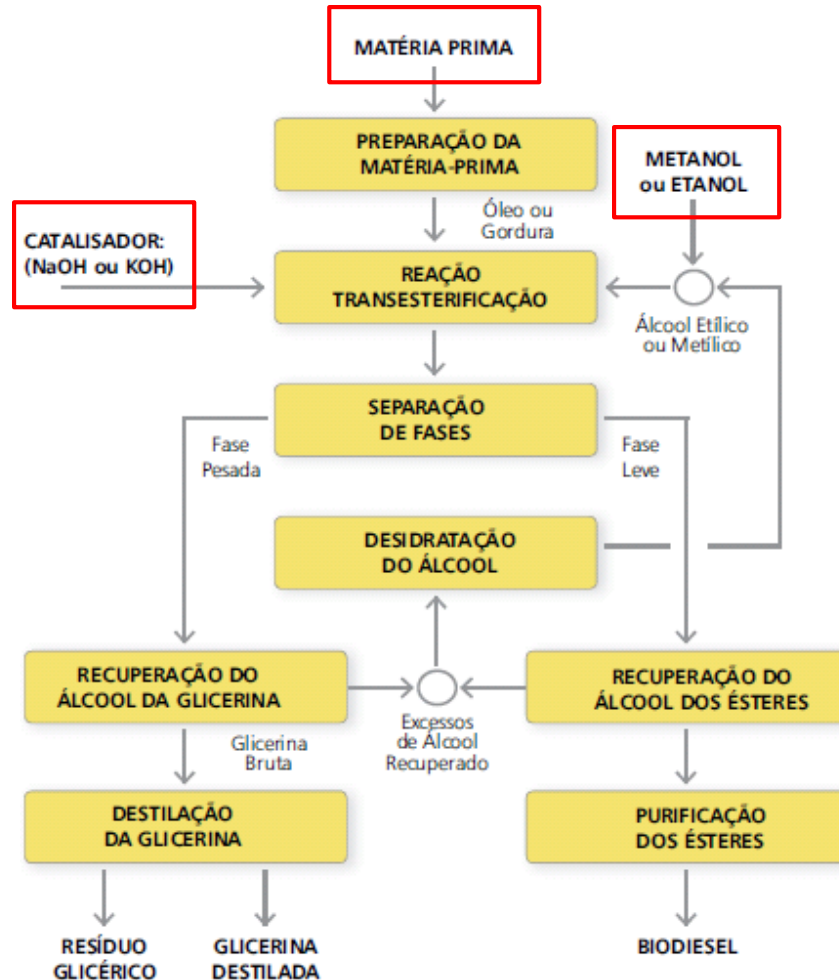
CARACTERÍSTICAS DO MÉTODO



BIODIESEL - ENTRAVES

Existem alguns entraves tecnológicos que dificultam a expansão da produção de biodiesel

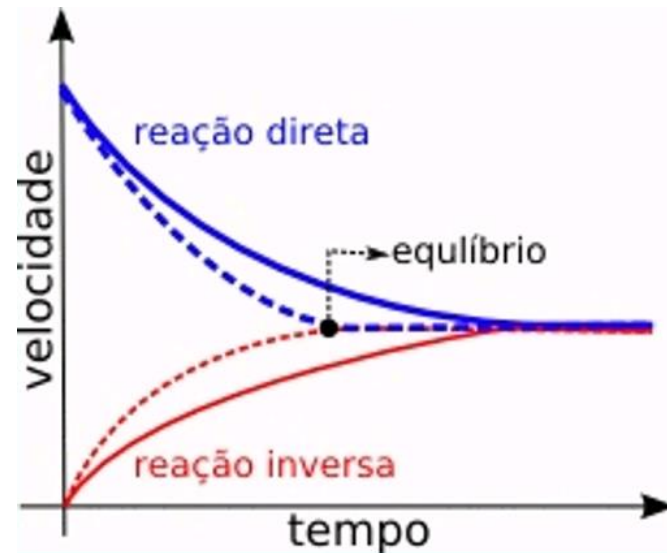
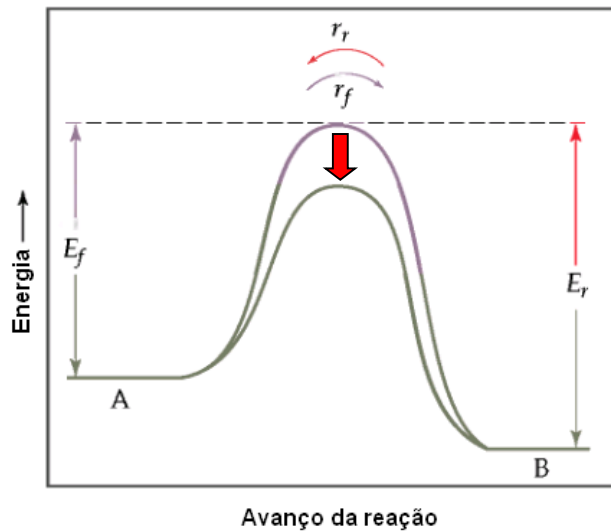
Fluxograma do Processo de Produção de Biodiesel



CATALISADORES

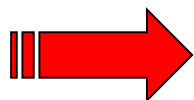
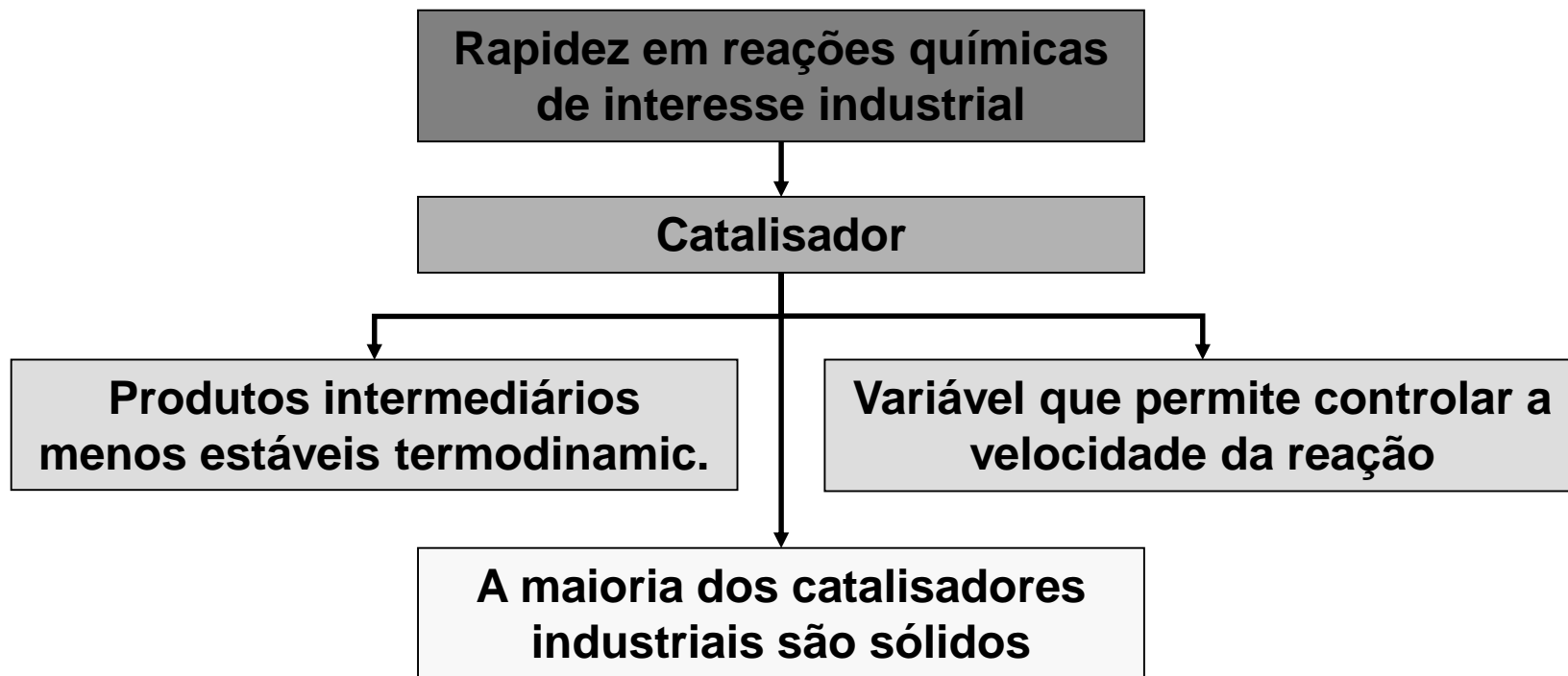
Catalisadores: substâncias capazes de modificar a energia de ativação de uma reação química, sem sofrer alteração química.

Função: tornar a reação mais veloz, promovendo um mecanismo reacional diferente sem alterar o equilíbrio químico.



INTRODUÇÃO À CATÁLISE HETEROGÊNEA

Importância da catálise



... atualmente existem mais de 180 tipos de catalisadores para 130 processos industriais

42% Zeólitas – 30% Óxidos – 10% Fosfatos – 10% Resinas trocadoras de íons - 0,25%
Argilas – 0,20% Carbonatos – 0,20% Enzimas imobilizadas – 7,35% Outros.

INTRODUÇÃO À CATÁLISE HETEROGÊNEA

Definições

Catálise é o fenômeno em que uma quantidade relativamente pequena de um material estranho à estequiometria – o **catalisador heterogêneo** – aumenta a velocidade de uma reação química sem ser consumido no processo (IUPAC, 1976).



R = reagente

P = produto



RX = intermediário



X = catalisador

O catalisador intervém no mecanismo, mas é regenerado no fim de cada ciclo reacional.

Duração ilimitada??? Na prática isso não ocorre (desativação)...

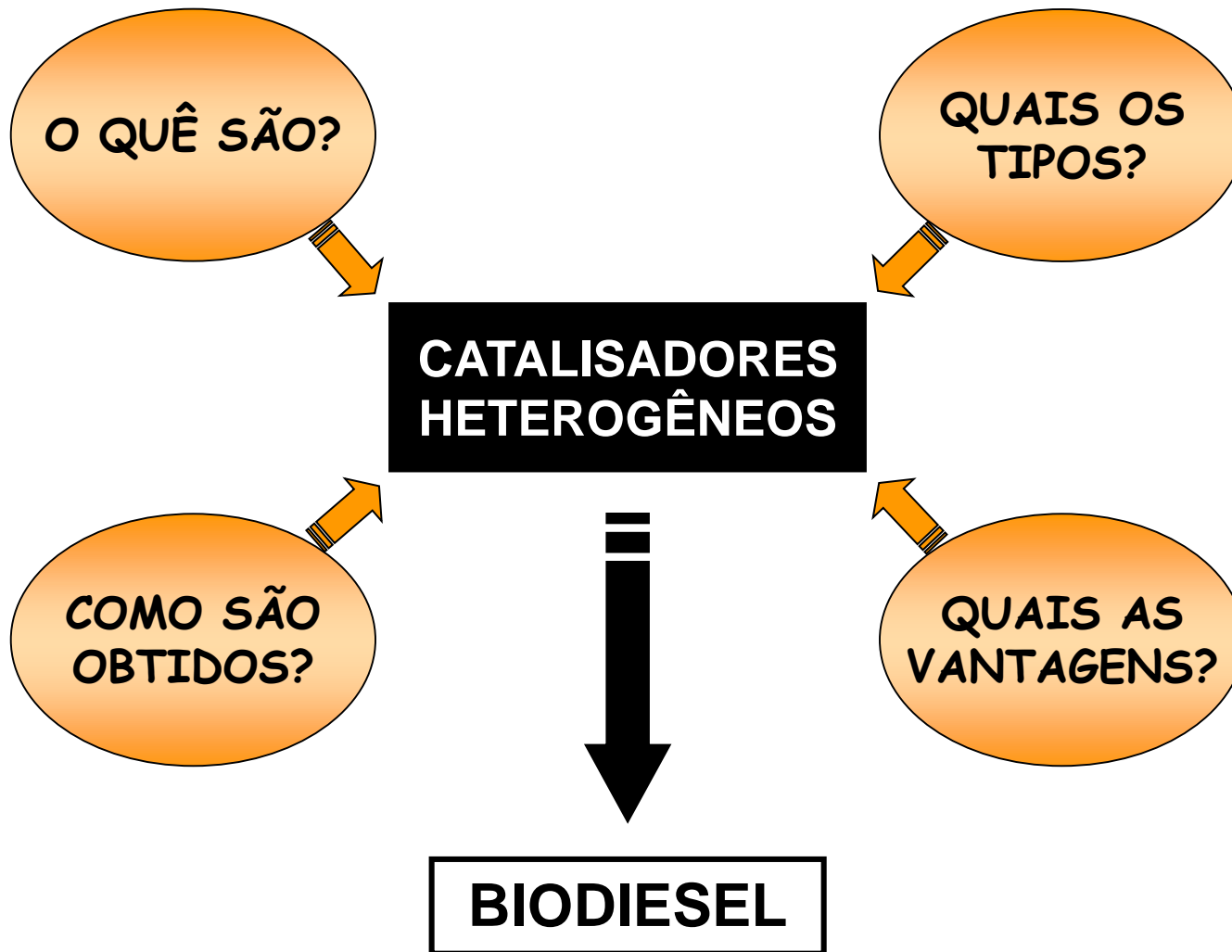
INTRODUÇÃO À CATÁLISE HETEROGÊNEA

Seletividade

Em geral, a partir dos mesmos reagentes haverá várias reações termodinamicamente possíveis, onde se verifica que catalisadores diferentes originam produtos diferentes. Em cada caso, o catalisador **favorece uma** entre várias reações possíveis.

TABELA 1.3 — REACÇÕES DO GÁS DE SÍNTESE (CO + H₂)

Catalisador	Condições	Produtos
Ni	100-200 °C, 1-10 atm	CH ₄ + H ₂ O
ZnO-Cr ₂ O ₃	400 °C, 500 atm	CH ₃ OH + H ₂ O
Co/ThO ₂	190 °C, 1-20 atm	CH ₄ , C ₂ H ₆ e alcanos superiores, + H ₂ O
Fe + alcali	315 °C, 15 atm	Idem + olefinas, álcoois e ácidos
Ru	200 °C, 200 atm	Alcanos de peso molecular elevado + H ₂ O
ThO ₂	400 °C, 200 atm	Alcanos de cadeia ramificada + H ₂ O



CATÁLISE HETEROGÊNEA

Catalisadores heterogêneos: ácidos e básicos

- São classificados como catalisadores de Bronsted ou de Lewis (ou os dois);
- 117 processos industriais utilizam catalisadores ácidos e apenas 10 básicos / **craqueamento do petróleo**;

COMO O CAT. HETEROGÊNEO ATUA NA TRANSESTERIFICAÇÃO?

Diferentes mecanismos são apresentados na literatura:

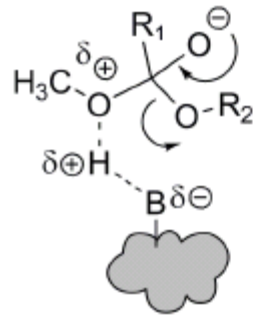
- Adsorção do álcool na superfície do catalisador (Cat. Básica);
- Adsorção do triacilglicerídeo (Cat. Ácida).

MECANISMO - CATÁLISE HETEROGÊNEA BÁSICA

Alcóxido Nucleófilo



Intermediário tetraédrico



Sítios Ativos



Base de Lewis

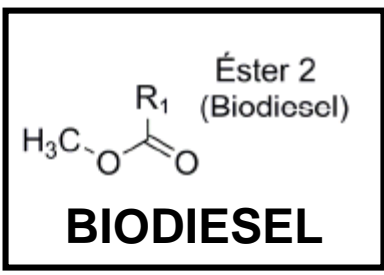
B: Sítio básico de Lewis na superfície do catalisador
 R₁: Grupo alquil do ácido graxo
 R₂: Ésteres alquílicos de ácidos graxos

Éster 1
 Etapa 2

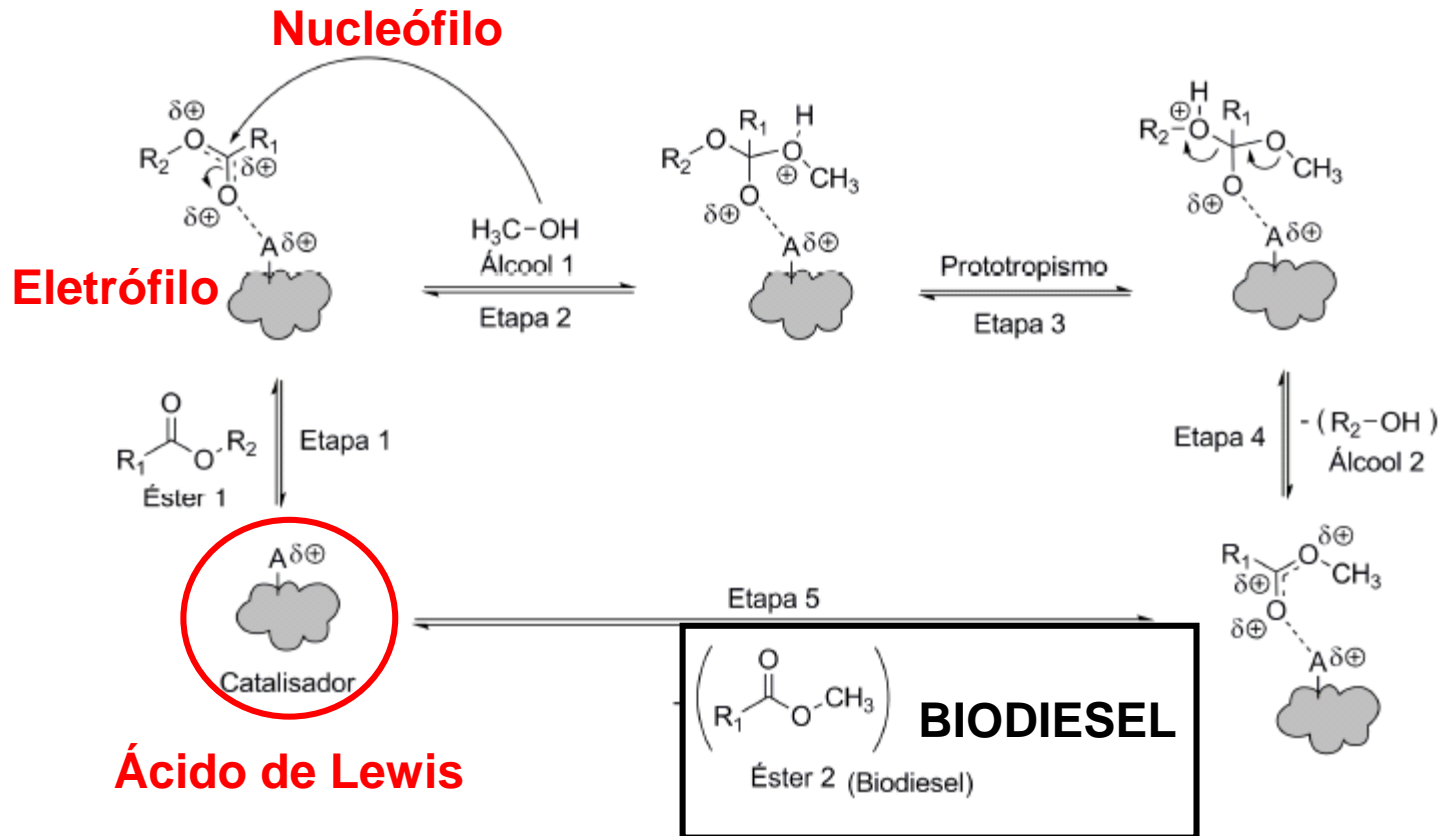
H₃C-OH
 Álcool 1
 Etapa 1

Etapa 3

Etapa 4
 -(R₂OH)
 Álcool 2
 (Glicerina)



MECANISMO - CATÁLISE HETEROGÊNEA ÁCIDA



A: Sítio ácido de Lewis na superfície do catalisador
R₁: Grupo alquil do ácido graxo
R₂: Grupo glicerínico do triglicerídeo

CATALISADORES HETEROGÊNEOS - VANTAGENS

- Toxicidade reduzida ou nula
- Reduz a corrosão dos reatores
- Evita a formação de sabão
- Reuso do catalisador (filtração e ativação)
- Biodiesel mais puro (dispensa lavagem)
- Glicerina mais pura
- Processo mais limpo (reduz a geração de efluentes)

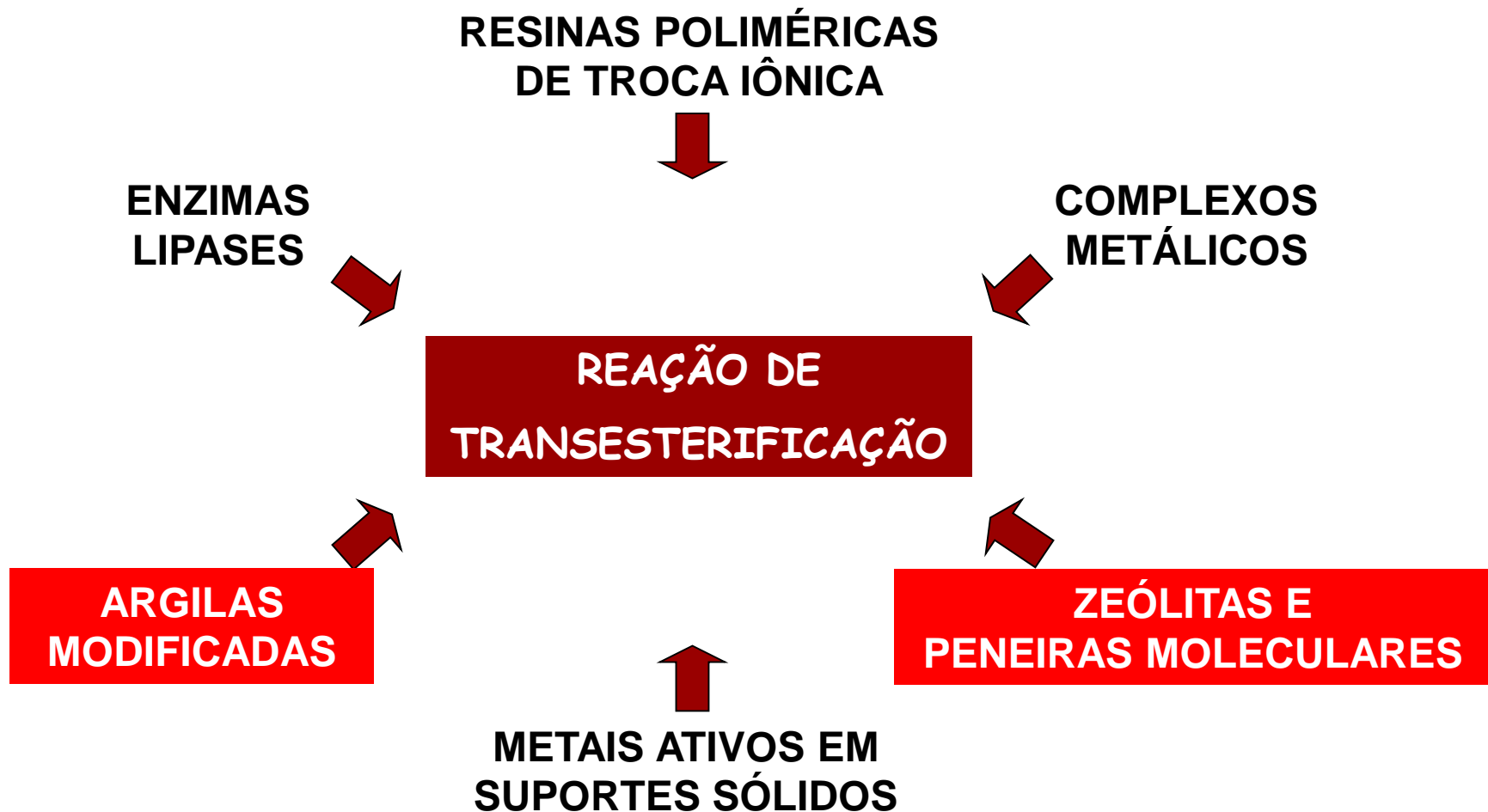


CATALISADORES HETEROGÊNEOS - POTENCIAL

O potencial catalítico depende...

- Características ácido-base da superfície
 - Quantidade, localização e disponibilidade de sítios ativos
 - Área superficial específica
 - **Porosidade (tamanho e morfologia)**
 - Estabilidade química e térmica
 - Insolubilidade no meio reacional
-

CATALISADORES HETEROGÊNEOS - TIPOS



DESAFIOS

Produção de biodiesel:

- Variações do preço das matérias primas (mercado);
- Uso de matérias primas de baixo custo;
- Matérias primas com elevada produtividade/teor lipídico;
- Maiores conversões em menores tempos reacionais;
- Desenvolvimento de catalisadores mais eficientes;
- Produção em grande escala (processo contínuo);
- Novas rotas de produção;
- Redução de efluentes.

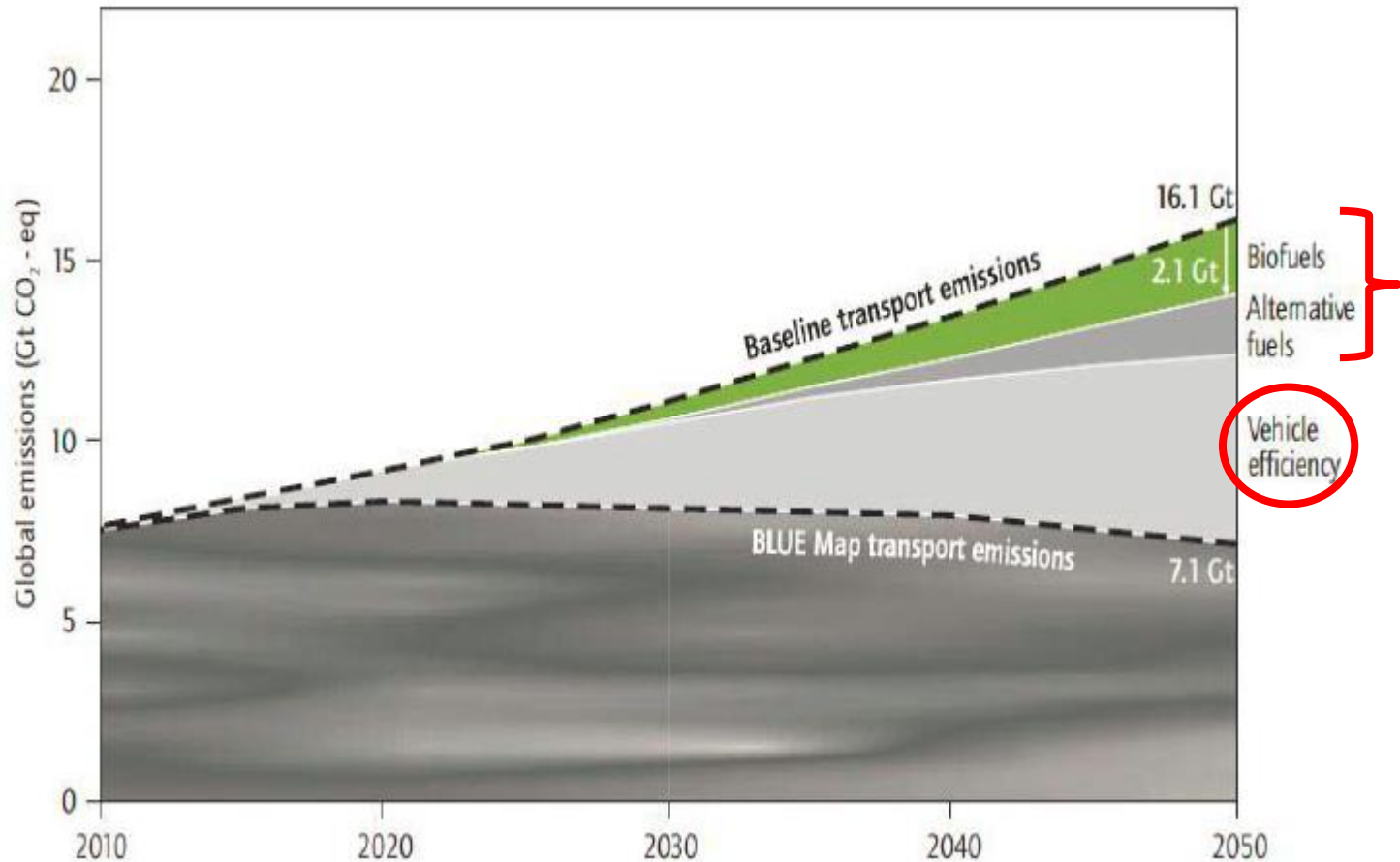
**PESQUISA BÁSICA E
APLICADA!!!**

CENÁRIOS - BIOCOMBUSTÍVEIS



www.iea.org

Setor de Transporte (baixo C)

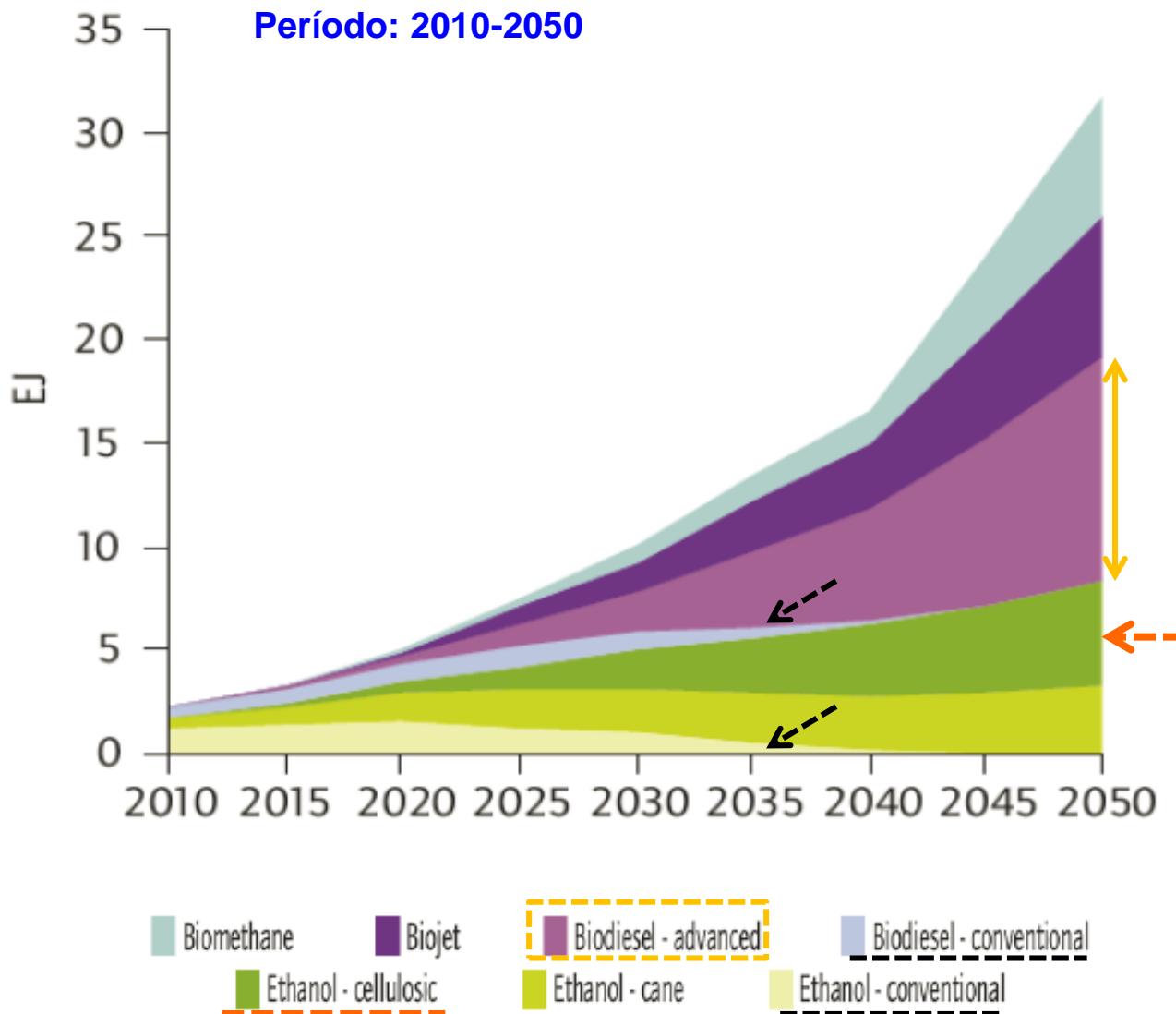


CENÁRIOS - BIODIESEL

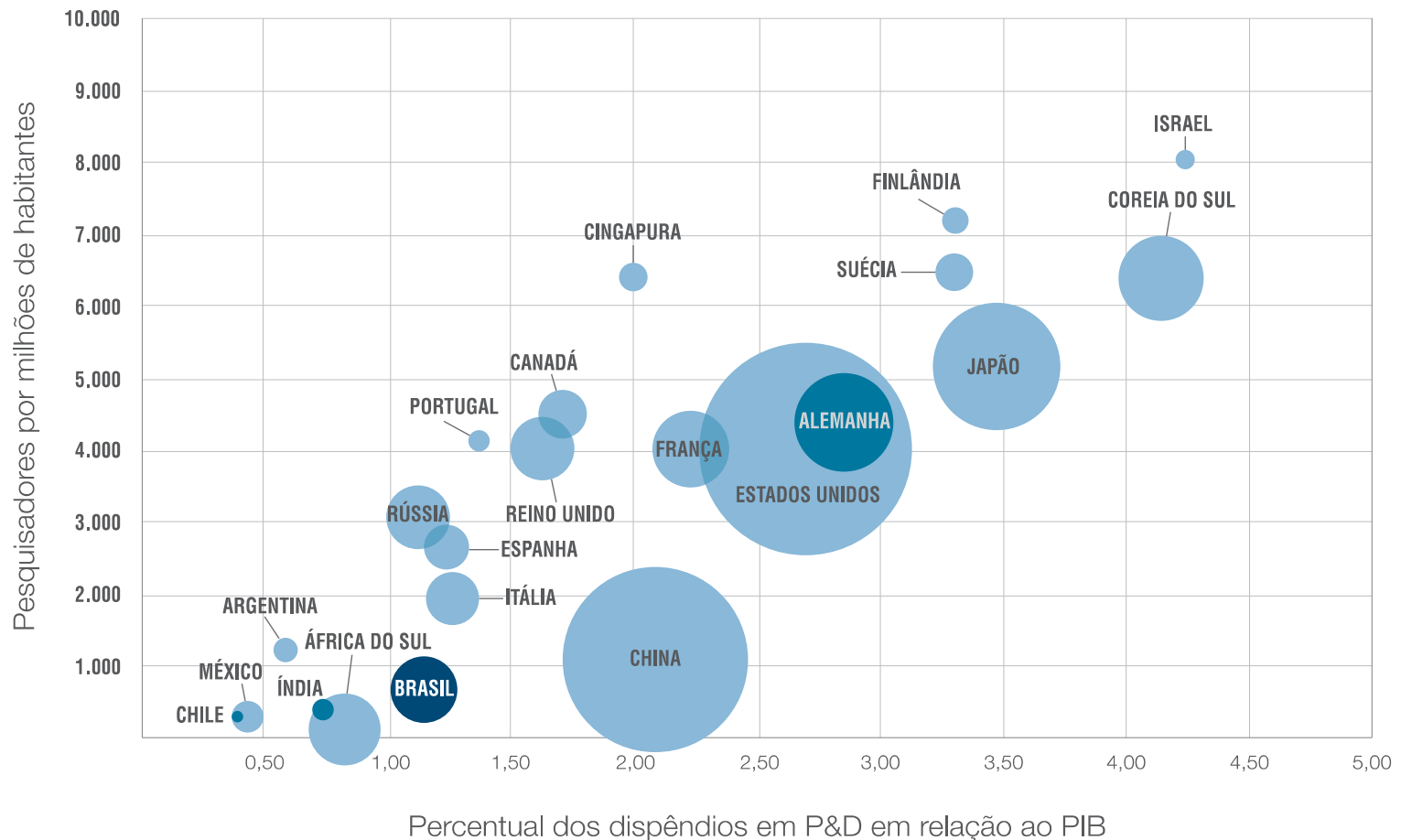
Participação dos Biocombustíveis a Longo Prazo



www.iea.org



P&D e PIB



Fonte: OECD, Main Science and Technology Indicators 2015/1; Índia: Institute for Statistics, UNESCO; Brasil: MCTI.

Obs. 1: O tamanho dos círculos indicam o dispêndio em P&D em bilhões de US\$ correntes de PPC.

Obs. 2: Foram utilizados os últimos dados disponíveis para cada país.

FIGURA 12 – Dispêndios e recursos humanos em P&D

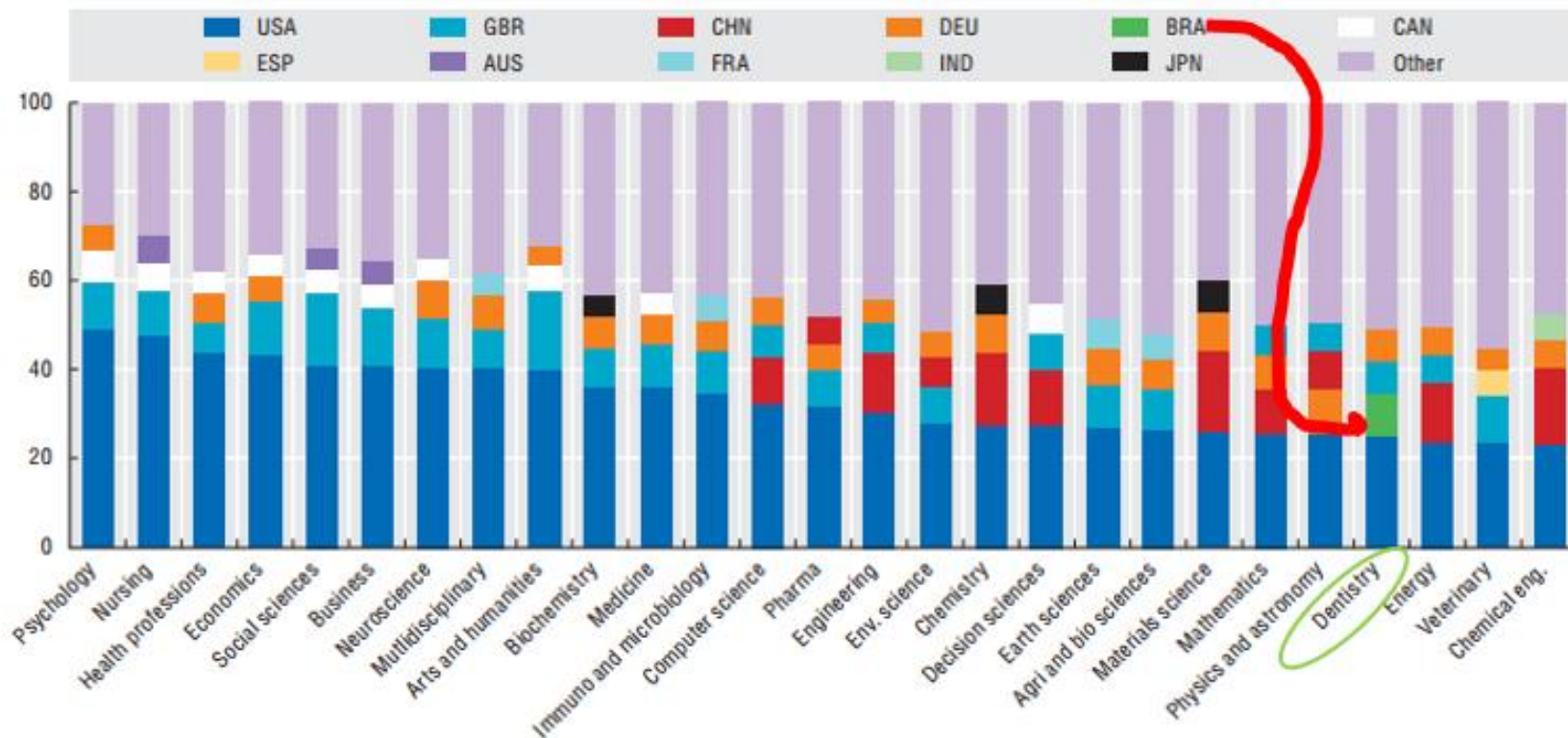
PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Posição do Brasil em relação à produção científica



56. Top 4 countries with the largest number of 10% top-cited publications, by field, 2003-12

As a percentage of all top-cited publications by authors in OECD and BRIICS economies, whole counts



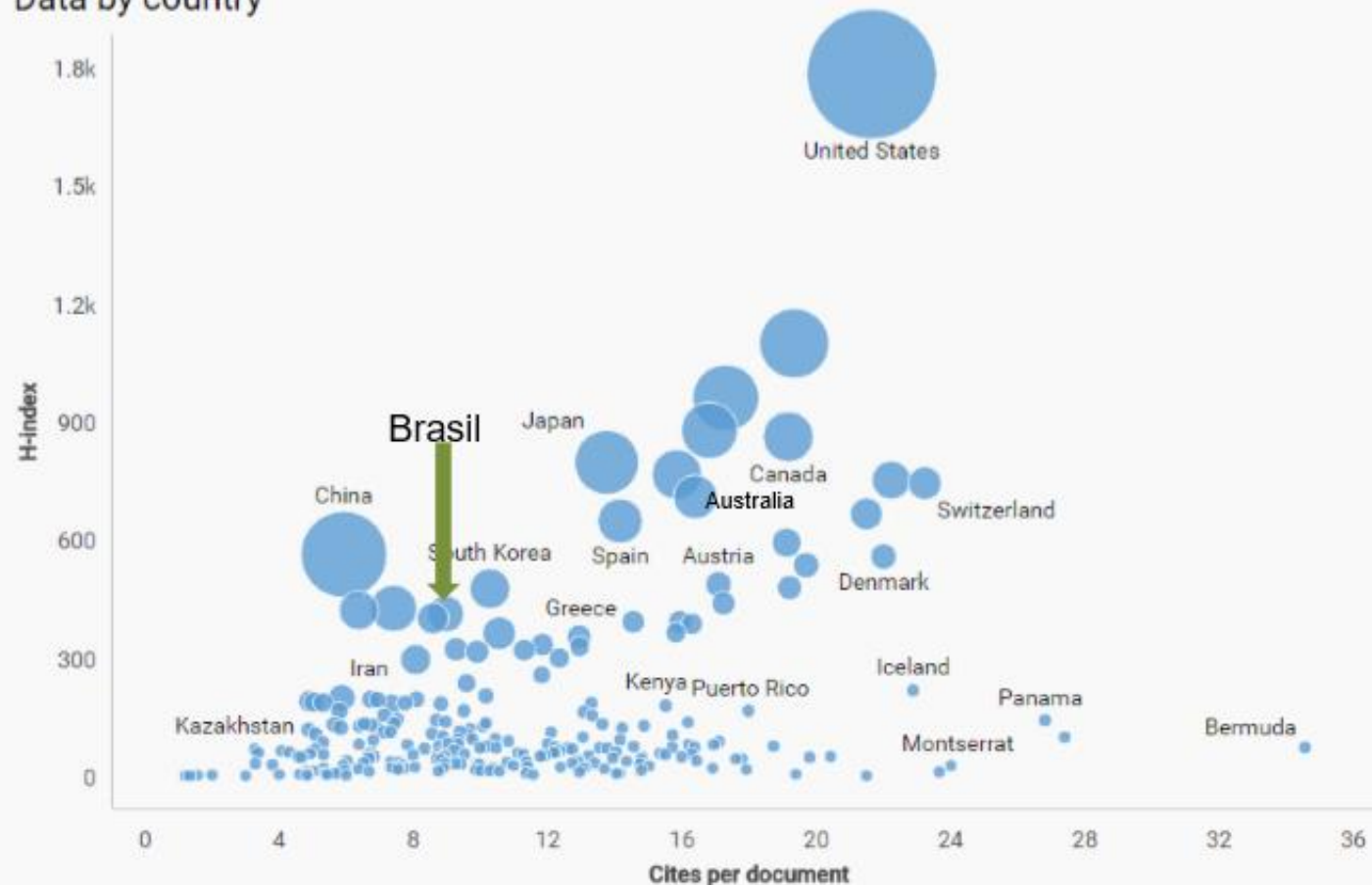
PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Posição do Brasil em relação à produção científica



Scimago – julho 2016

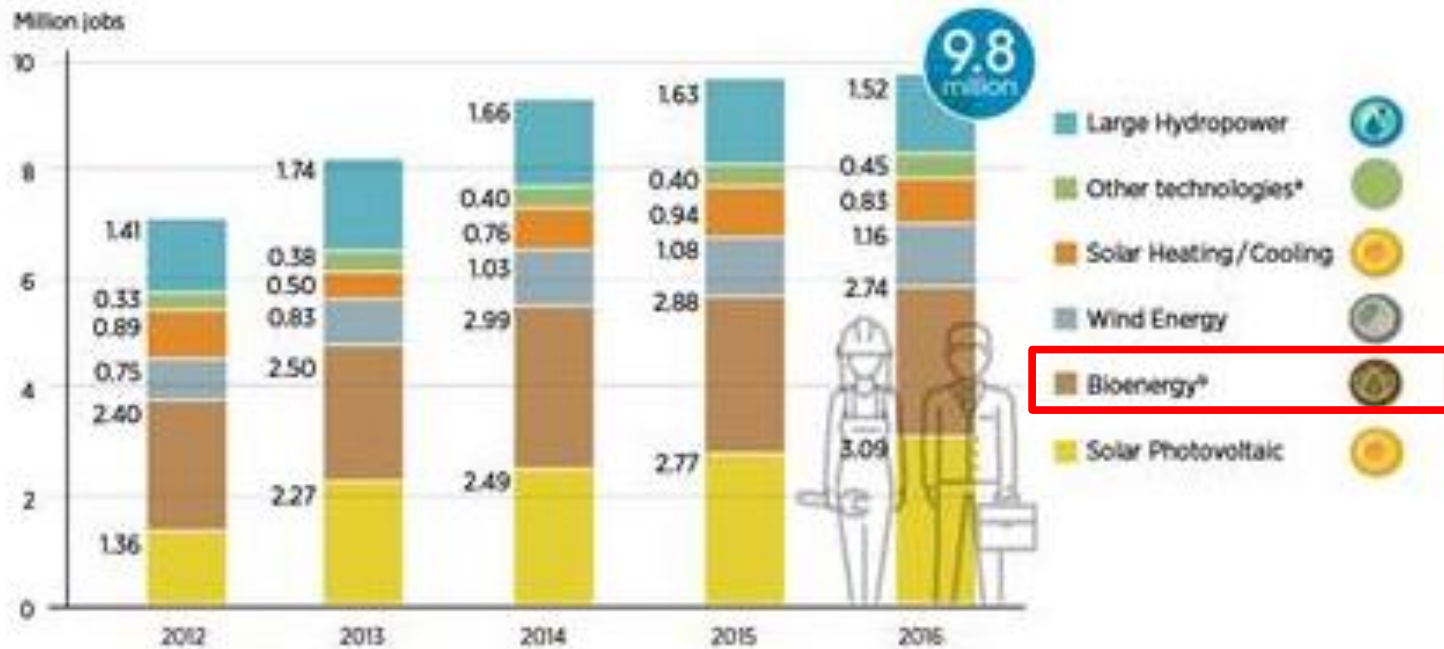
Data by country



Ativar
Acesse C

EMPREGOS NO MUNDO - ENERGIAS RENOVÁVEIS

In the last 5 years the number of solar and wind jobs has more than doubled



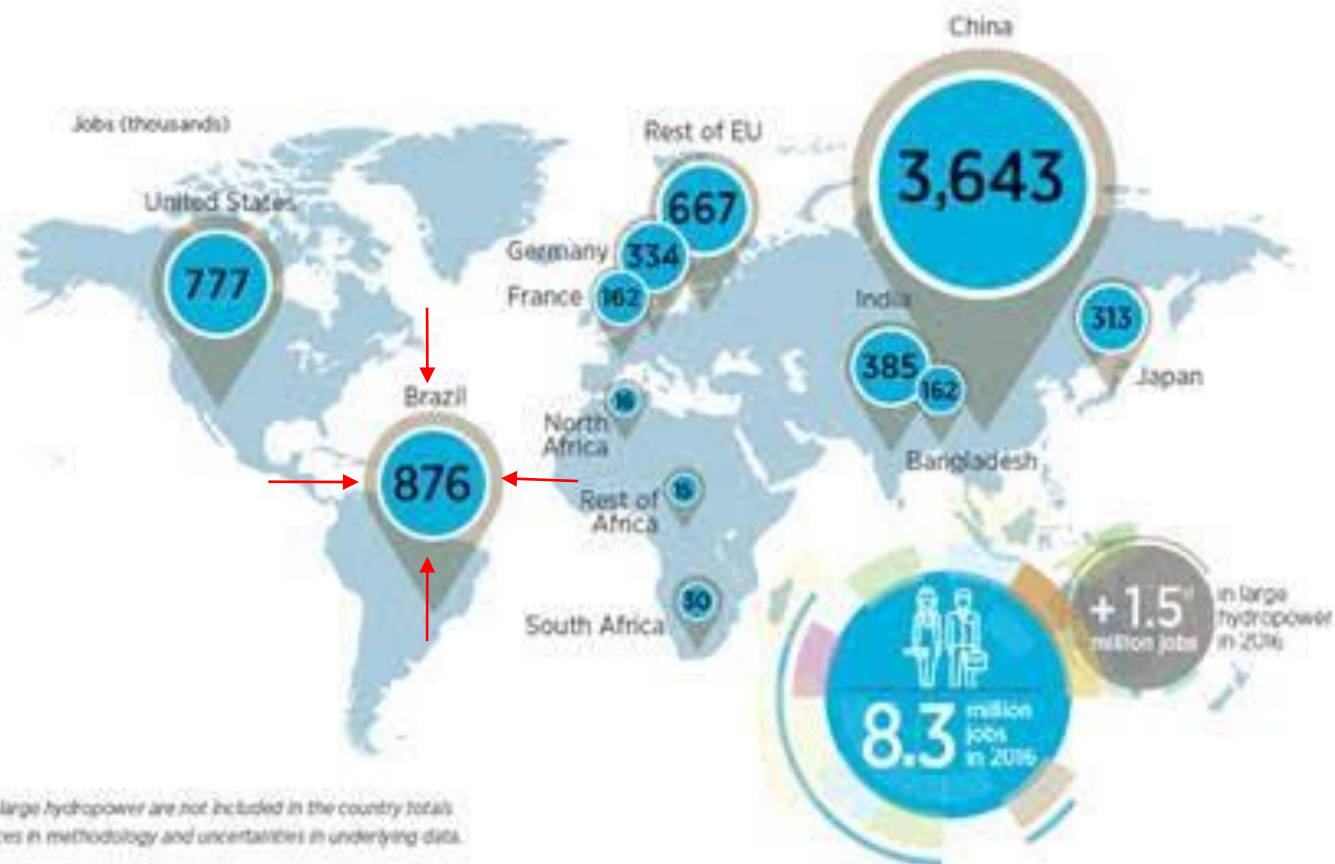
Note: A) includes geothermal energy, hydropower (small), concentrated solar power (CSP), municipal and industrial waste, ocean energy and microhydro
 B) includes liquid biofuel, solid biomass and biogas

#REjobs

IRENA

EMPREGOS NO MUNDO - ENERGIAS RENOVÁVEIS

62% of global renewable energy jobs are in Asia



Bibliografia Recomendada

LIVROS

KNOTHE, G., GERPEN, J. V., KRAHL, J., RAMOS, L. P. Manual de Biodiesel, Ed. Edgard Blucher. São Paulo, 2006, 340 p.

FONTANA, J. D. Biodiesel para leitores de 9 a 90 anos. Ed. UFPR. Curitiba, 2011, 253 p.

ARTIGOS

Ramos, L. P., Silva, F. R., Mangrich, A. S., Cordeiro, C. S. Tecnologias de Produção de Biodiesel. Revista Virtual de Química, 3(5) (2011) 385-405.

Lôbo, I. P., Ferreira, S. L. C., Cruz, R. S. Biodiesel: Parâmetros de qualidade e métodos analíticos. Química Nova, 32(6) (2009) 1595-1608.

Cordeiro, C. S., Silva, F. R., Wypych, F., Ramos, L. P. Catalisadores heterogêneos para a produção de monoésteres graxos (biodiesel). Química Nova, 34(3) (2011) 477-486.

Chisti, Y. Biodiesel from microalgae. Biotechnology Advances, 25 (2007) 294-306.

Bibliografia Recomendada

PERIÓDICOS

Applied Energy

Biomass and Bioenergy

Biomass & Energy

Bioresource Technology

Energy & Fuels

Energy & Environmental Science

Environmental Science & Technology

Fuel

Global Environmental Change

International Journal of Energy Research

Journal Brazilian Chemical Society

Journal of Power Sources

Renewable Energy

Renewable & Sustainable Energy Reviews

OBRIGADO PELA ATENÇÃO!!!

CONTATO:

Prof. Dr. Helton José Alves

Universidade Federal do Paraná – UFPR
Setor Palotina

R. Pioneiro, 2153, Jd. Dallas,
CEP: 85950-000, Palotina – PR
Fone: (44) 3211-8595

e-mail: helquimica@gmail.com

