

Biocombustíveis

Uma opção para um ambiente mais saudável

Ana Cristina Oliveira

INETI / LNEG

Departamento de Energias Renováveis

Unidade de Biomassa

cristina.oliveira@ineti.pt

Biocombustíveis

O que são?

Decreto-Lei 62/2006, de 21 de Março

“Biocombustível - o combustível líquido ou gasoso para transportes, produzido a partir de biomassa”

Biocombustíveis

Porquê?

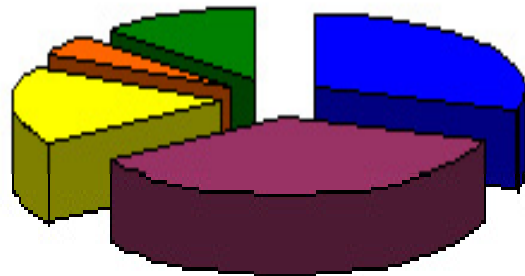
Biocombustíveis



- Diminuir a dependência energética
- Aumentar a **segurança do abastecimento**

- As reservas de petróleo são limitadas em quantidade e restritas a algumas regiões do Mundo
- Preço do petróleo (??)

Consumo de energia final por sector, em Portugal (2007)



Indústria	29,2%
Transportes	36,4%
Doméstico	17,1%
Serviços	12,2%
Outros	5,1%

Sector dos transportes

~ 38% do petróleo importado é para utilização neste sector

~ 98% da energia consumida neste sector *ainda* provém do petróleo

Uso de produtos petrolíferos por sector

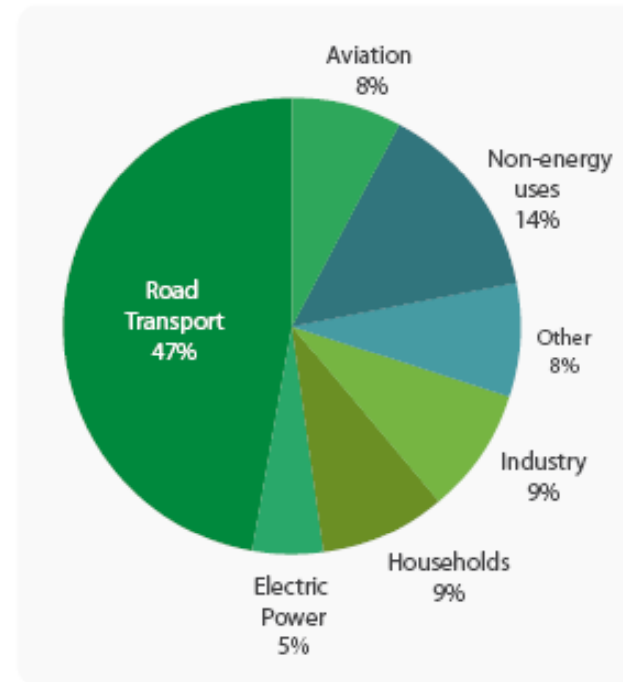


Figure 1.2. Petroleum products use by sector, Source: Eurostat 2007.

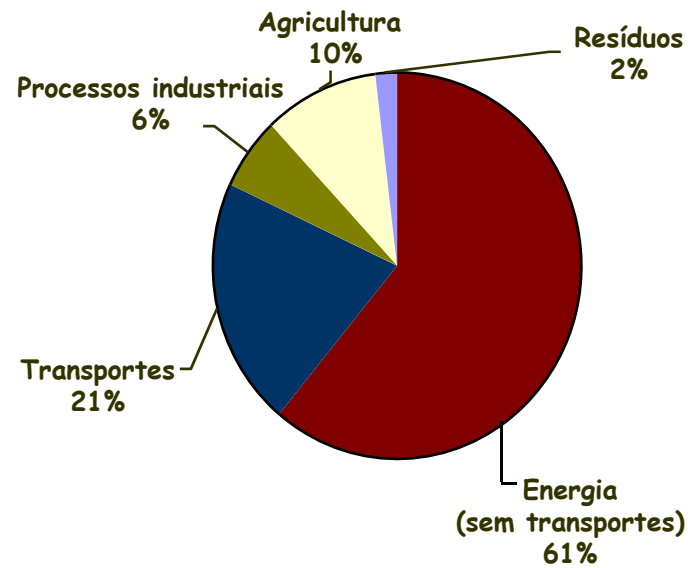
Cerca de 47% do petróleo consumido na UE destina-se ao sector dos transportes

- **Diminuir emissões** de gases de efeito de estufa (GEE)

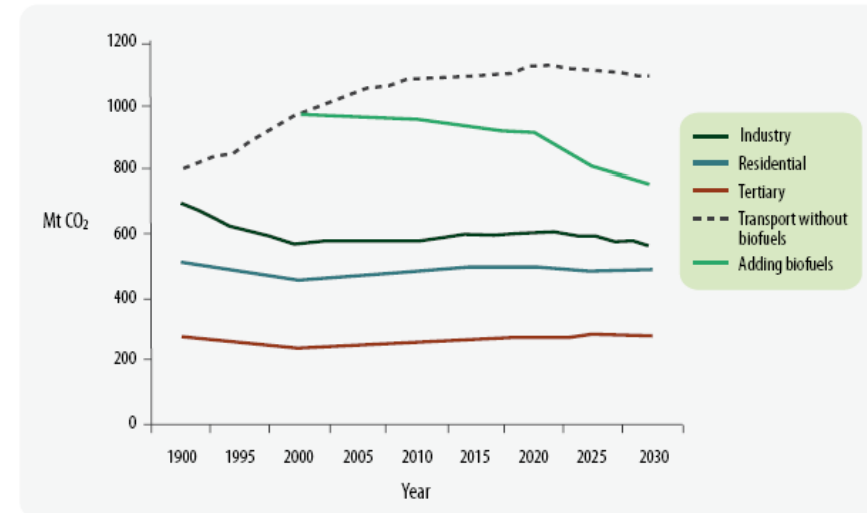
Biocombustíveis

- Diminuir a dependência energética
- Aumentar a **segurança do abastecimento**

Emissões de GEE por sector de actividade (UE-15, 2002)



Fonte: Agência Europeia de Ambiente, 2004.
"Green house gas emission trends and projections in Europe"



Fonte: European Biofuels Technology Platform, 2007

Redução de consumos e emissões – como actuar?

Fonte Energética

Utilizar combustíveis menos poluentes

- **Biocombustíveis**
- Gás Natural
- Electricidade
- Hidrogénio

Tecnologia de veículos

Desenvolver modelos:

- Mais leves
- Mais eficientes (menor consumo)
- Menos poluentes (emissões médias de 120g CO₂/km, em 2012)
- Novos sistemas de propulsão (híbridos,...)

Gestão da mobilidade

- Transporte individual
- + Transportes públicos
- + Parques de estacionamento
- + Transporte ferroviário de mercadorias

- Diminuir **emissões** de GEE

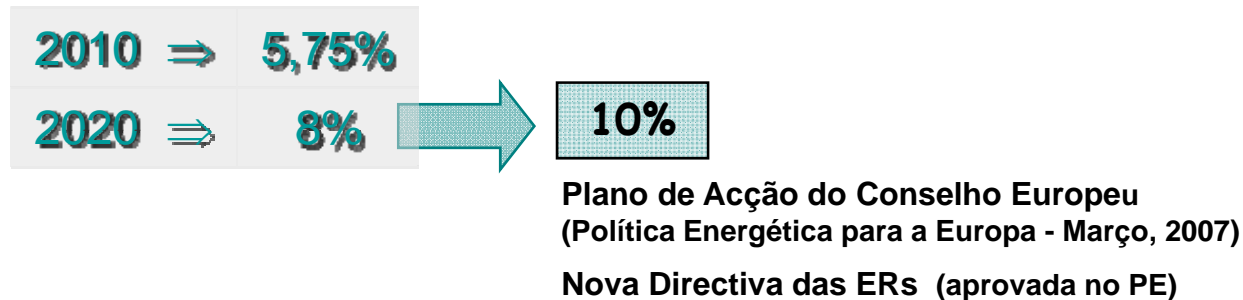
- Cumprir **compromissos internacionais e nacionais**

Biocombustíveis

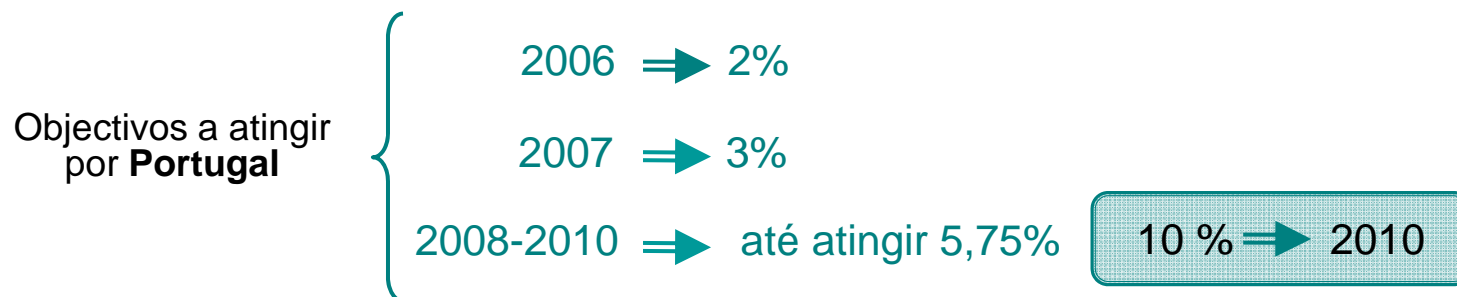
- Diminuir a dependência energética
- Aumentar a **segurança do abastecimento**
- Diminuir a poluição local
- Contribuir para o desenvolvimento rural
(criação de novas indústrias e postos de trabalho)

➤ **Directiva 2003/30/CE**

Utilização de biocombustíveis e combustíveis renováveis no sector dos transportes



➤ **DL 62/2006** de 21 de Março ⇒ Transpõe para a Ordem Jurídica Nacional a Directiva 2003/30/CE



(Resolução de Conselho de Ministros 21/2008)

Biocombustíveis

Quais?

Bioetanol
Bio-ETBE (éter etil ter-butílico)
Biodiesel

Biogás
Óleos vegetais

1ª geração

Bioetanol celulósico
Biometanol
Bio-DME (éter dimetílico)
Bio-MTBE (éter metil ter-butílico)
Biocombustíveis sintéticos
Biohidrogénio

2ª geração

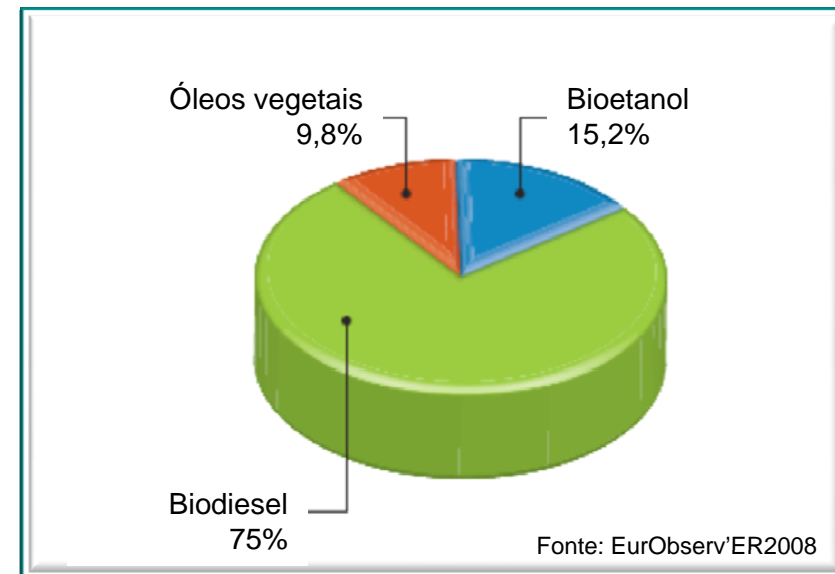
Biocombustíveis

Quais?

Bioetanol
Bio-ETBE (éter etil ter-butílico)
Biodiesel

Biogás
Óleos vegetais

1ª geração



Biocombustíveis

Quais?

Bioetanol
Bio-ETBE (éter etil ter-butílico)

} → Substituto ou aditivo da gasolina

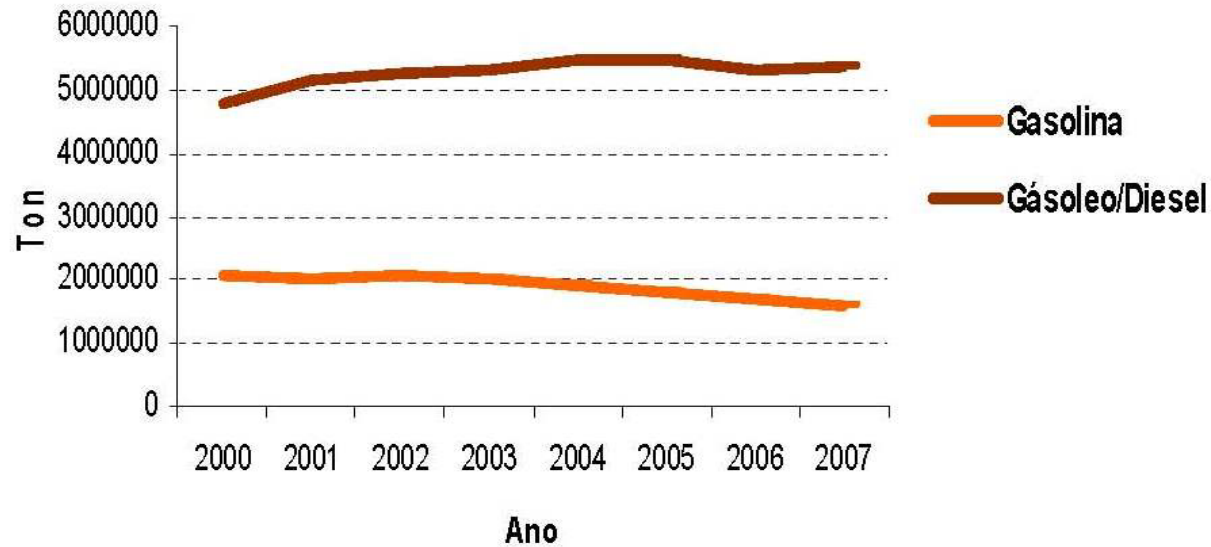
Biodiesel

→ Substituto ou aditivo do gasóleo

País	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Alemanha	2 532 003	2 957 463	304 738	293 078	638 484	752 207	3 475 225	4 002 748
França	589 400	1 161 277	147 800	272 937	0	0	737 200	1 434 215
Itália	148 967	139 350	0	0	0	0	148 967	139 350
Suécia	44 981	99 602	162 875	181 649	14 617	n.d.	222 473	281 251
Espanha	54 102	260 580	114 522	112 640	0	0	168 623	373 220
Áustria	333 429	367 140	0	27 883	n.d.	0	333 429	389 023
Reino Unido	131 820	270 660	48 450	78 030	0	0	180 270	348 690
Polónia	42 218	15 480	52 548	55 200	0	0	94 766	100 680
Eslováquia	12 820	n.d.	340	13 262	0	0	13 160	13 262
Lituânia	13 900	41 000	5 500	11 600	0	0	19 400	57 600
Eslovénia	4 092	12 093	170	794	0	n.d.	4 262	13 787
Letónia	1 447	2	1 027	1 738	0	0	2 484	1 740
República Checa	18 290	32 660	1 110	180	0	0	19 430	32 840
Grécia	46 440	80 840	0	0	0	0	46 440	80 840
Hungria	334	0	12 616	9 180	0	0	11 990	9 180
Holanda	14 761	n.d.	15 349	8 670	1 810	0	31 920	8 670
Irlanda	7 111	4 612	1 117	2 352	1 230	1 410	3 057	8 374
Malta	835	0	0	n.d.	0	0	835	0
Luxemburgo	538	34 098	0	865	0	0	538	34 963
Portugal	70 312	158 853	0	0	0	0	70 312	158 853
Bélgica	897	91 260	0	0	0	0	897	91 260
Chipre	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0	0	0	n.d.
Dinamarca	0	0	3 611	6 025	0	0	3 611	6 025
Estónia	633	n.d.	0	n.d.	0	0	633	n.d.
Finlândia	0	n.d.	820	n.d.	0	n.d.	820	n.d.
Bulgária	8 223	46 336	0	66 160	0	0	8 223	112 496
Roménia	2 752	n.d.	0	n.d.	0	n.d.	2 752	n.d.
Total EU	4 073 904	5 774 207	871 673	1 166 243	656 141	753 617	5 601 718	7 694 097

n.d.- não disponível

Evolução do consumo de gasolina e gasóleo em Portugal (DGEG, 2008)



		2006	2010
Combustíveis fósseis	Gasolina (t)	1 678 058	1 500 000
	Gasóleo (t)	4 761 420	5 000 000

➔ Portugal é excedentário em gasolina e deficitário em gasóleo

BIODIESEL



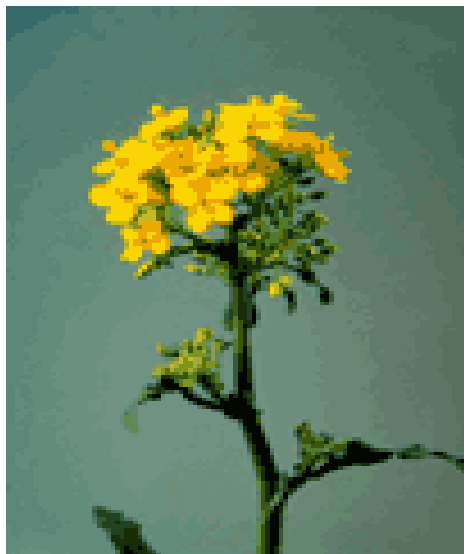
Girassol



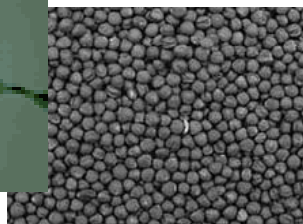
Palma

Matérias-primas tradicionais

Semente	Teor em óleo (%)
Girassol	38 - 48
Soja	~20
Colza	37 - 50
Palma	~50



Colza



Soja





Jatropha



Cártamo

**Novas alternativas
de matérias-primas**

Semente	Teor em óleo (%)
Jatropha	35 - 40
Cártamo	20 - 45
Mamona	35 - 55
Cardo	20 - 24



Mamona



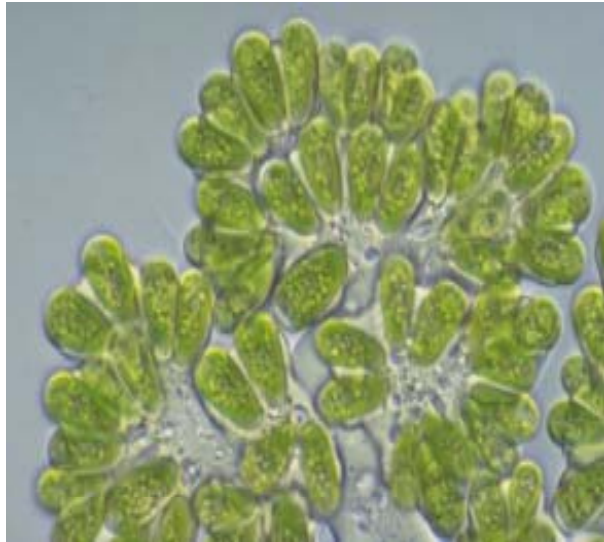
Cardo



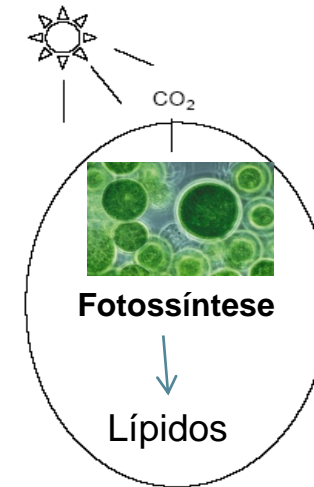
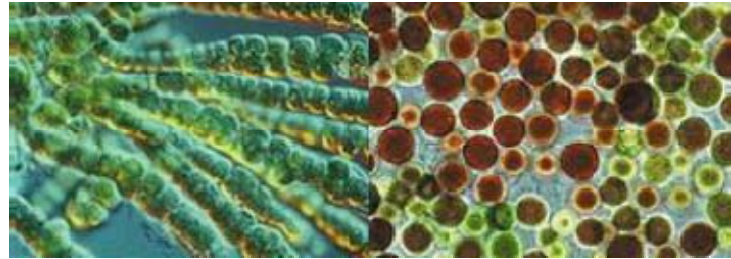
Microalgas

Novas alternativas de matérias-primas

Semente	Teor em óleo (%)
Jatropha	35 - 40
Cártamo	20 - 45
Mamona	35 - 55
Cardo	20 - 24
Microalgas	> 50



Microalgas



- Eficientes fixadores de CO_2
- Elevada eficiência fotossintética
- Elevada taxa de crescimento (>> plantas superiores)
- Produtividades muito superiores às oleaginosas tradicionais
- Produção não sazonal e em áreas marginais (desertos e águas salobras)
- Elevado teor em óleo (> 50 %)

Microalgas

Produção de microalgas no Campus do INETI



Lagoas raceway - 8000L



Fotobiorreatores fechados 400L 50L

Óleos Alimentares Usados

Gorduras animais

RESÍDUOS

➤ Podem ser reciclados

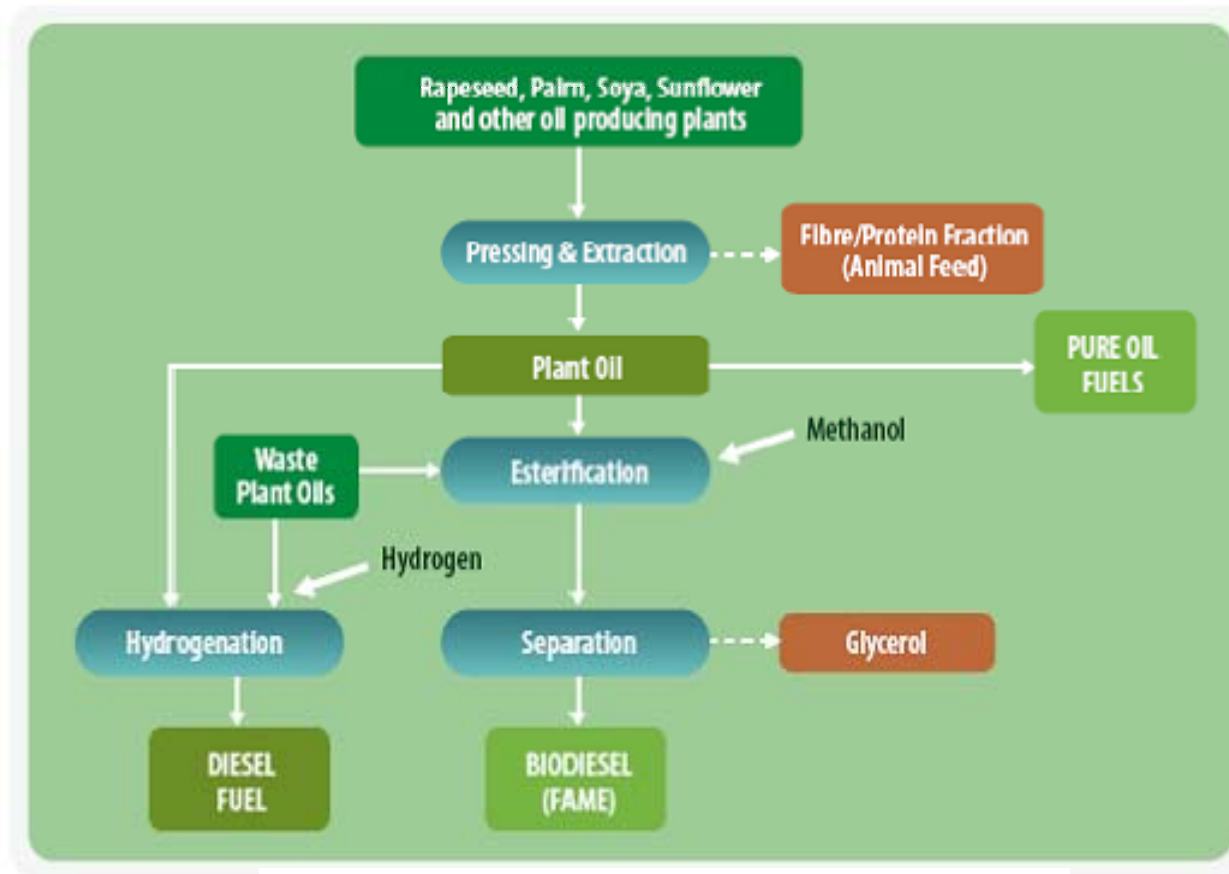


➤ evitando problemas de contaminação de esgotos

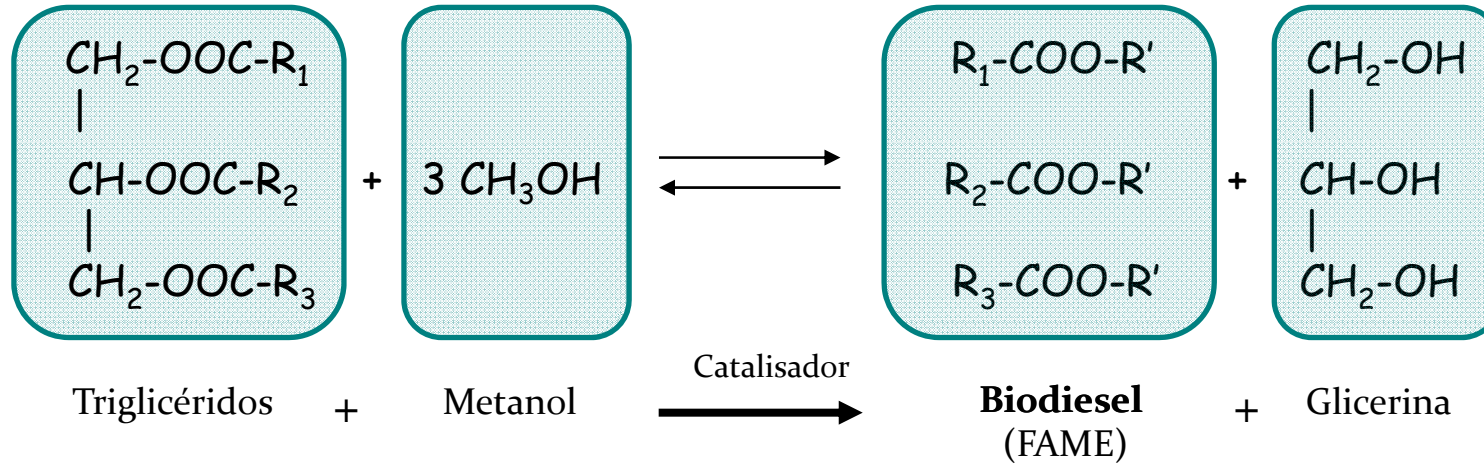
➤ permitindo a produção de um combustível alternativo (biodiesel)



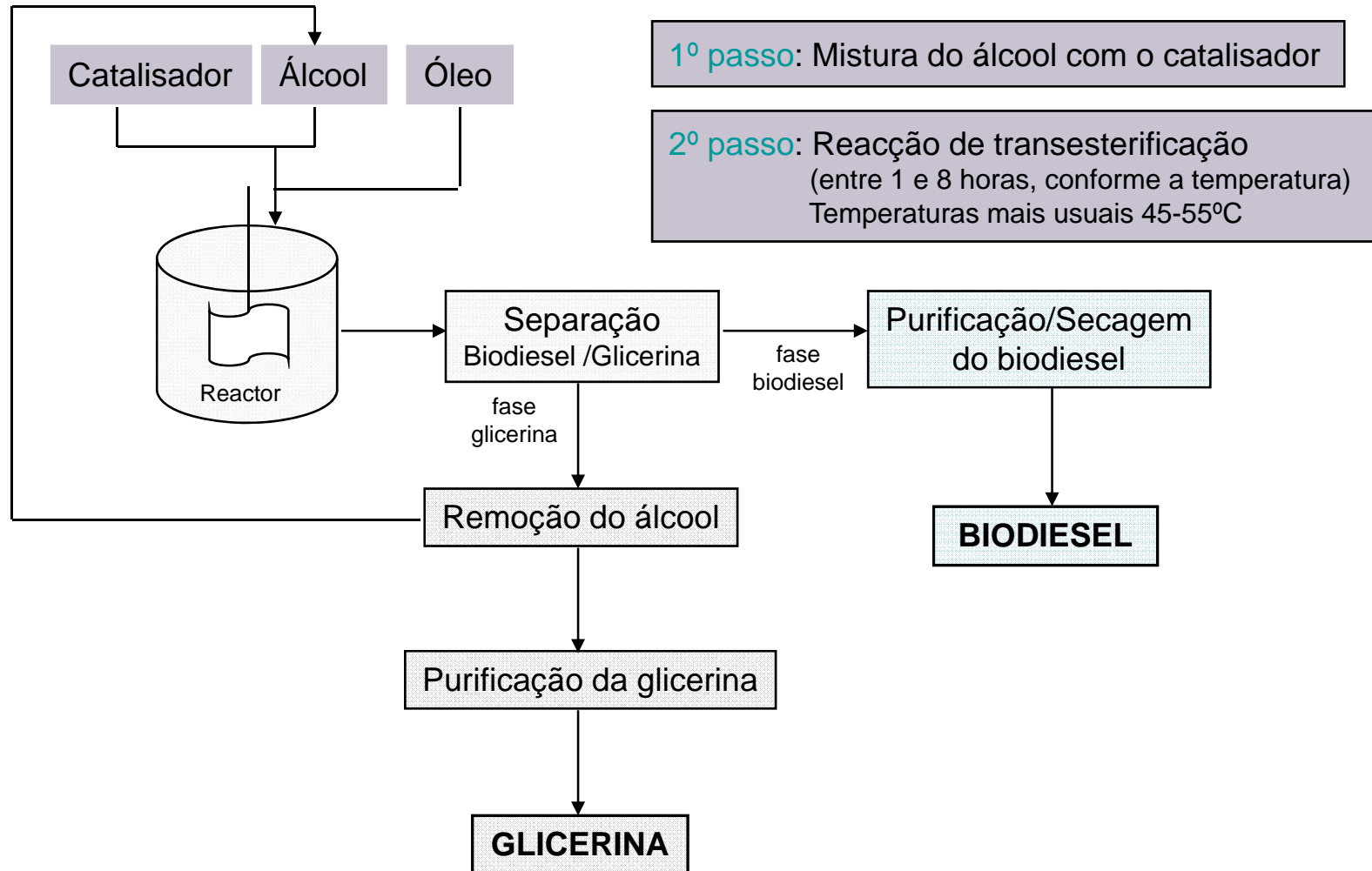
Vantagens ambientais e energéticas !!!

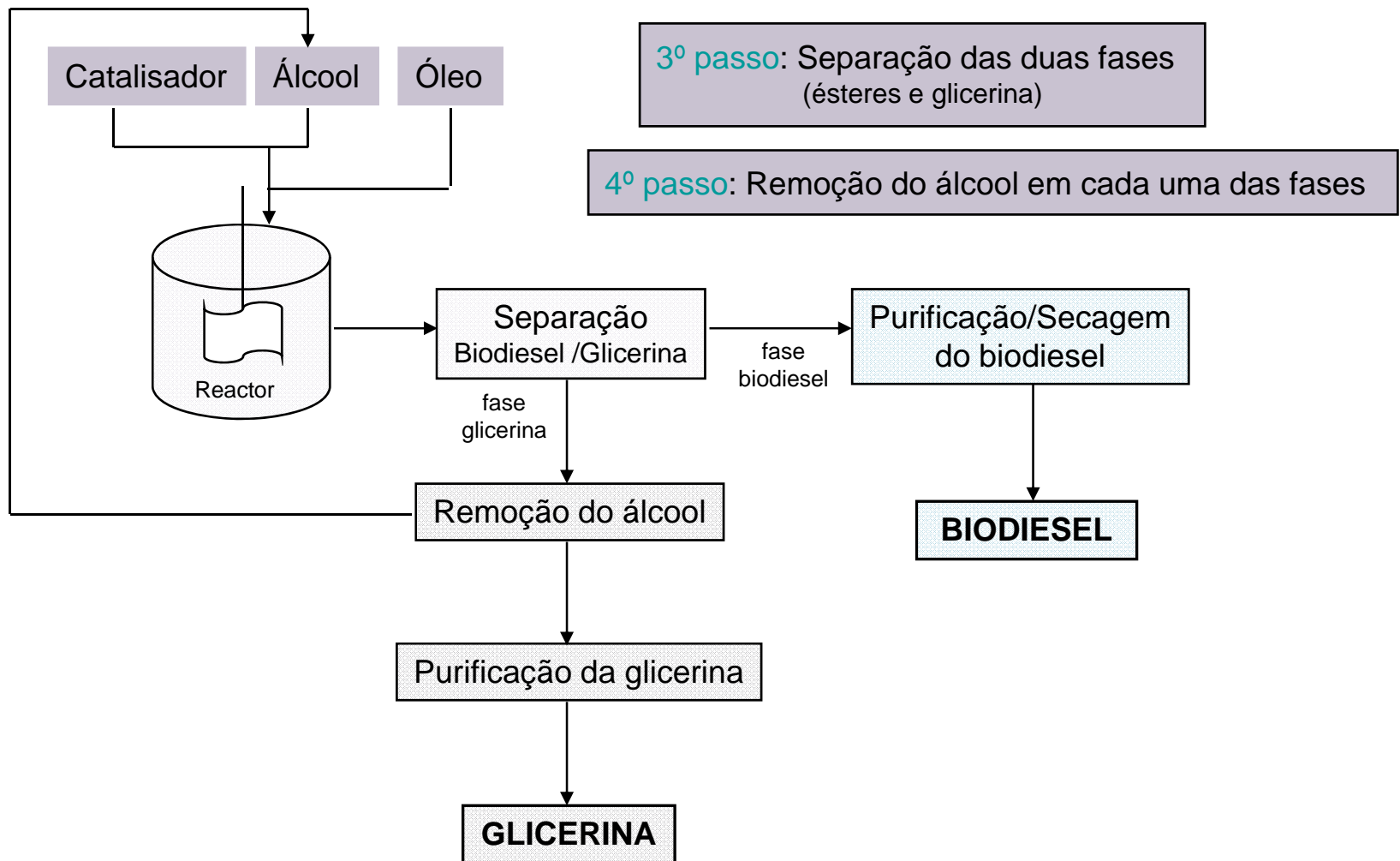


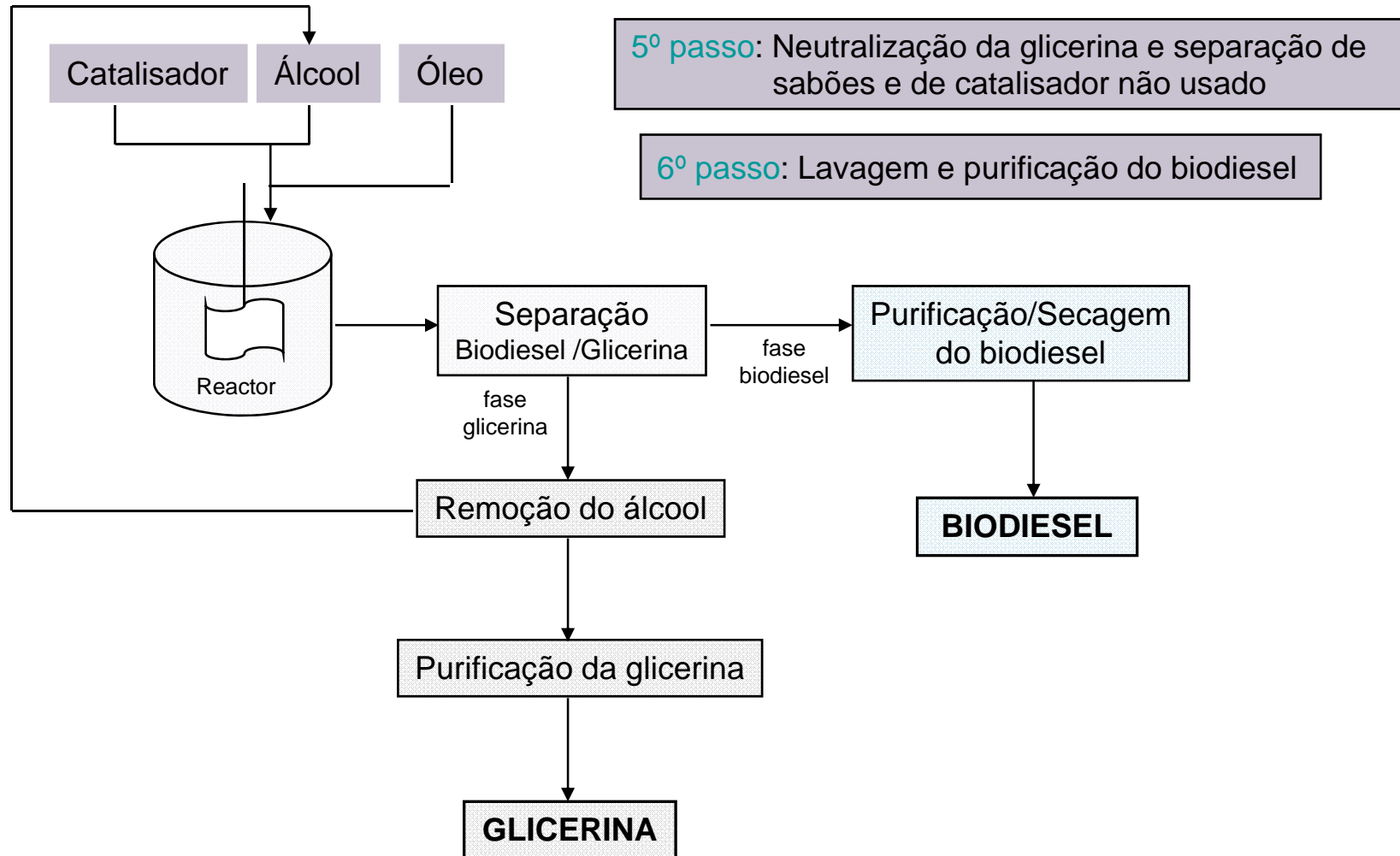
Fonte: European BiofuelsTechnology Platform, Set, 2007

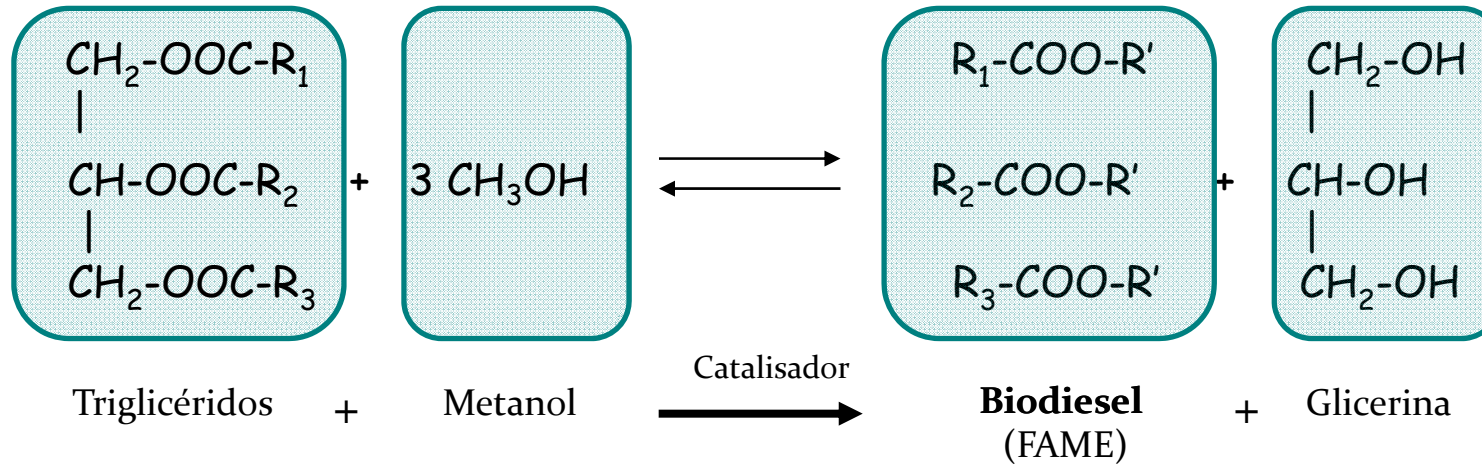


Produção de Biodiesel - INETI



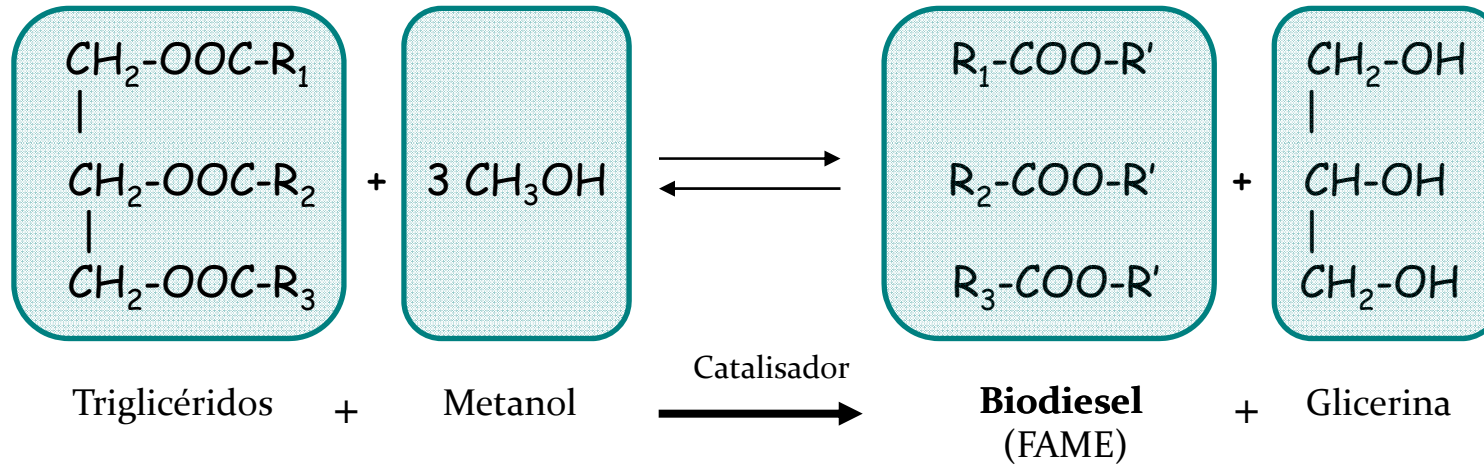






Parâmetros a ter em consideração:

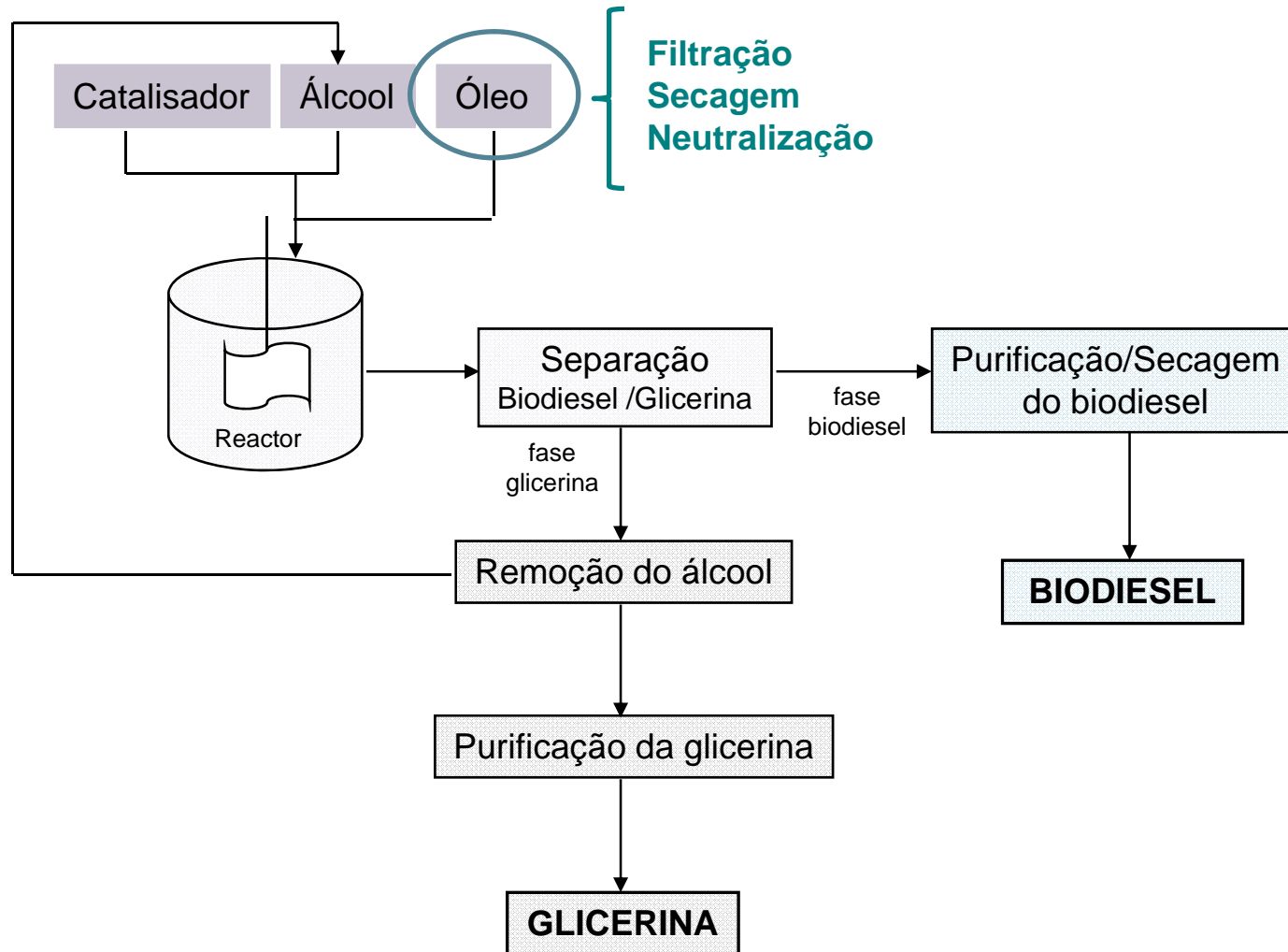
- **Catalisador:** *básico, ácido, enzimático*
- **Razão molar álcool:glicéridos** (*razão óptima para catálise básica 6:1*)
- **Concentração do catalisador e temperatura**
- **Tempo de reacção**
- **Teor em ácidos gordos livres e humidade**



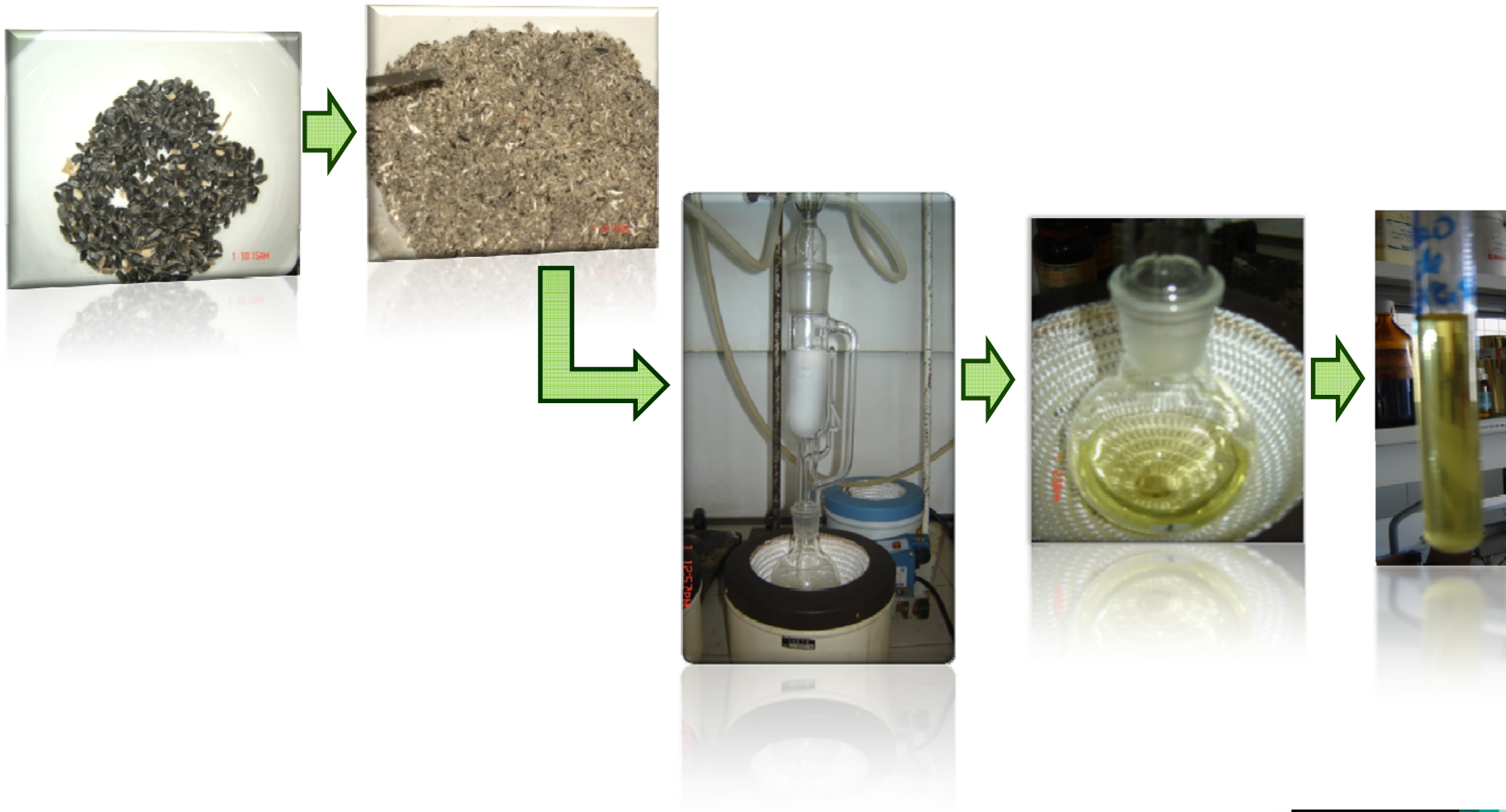
Elevadas temperaturas, na presença de ar e humidade

↓

Reacções de hidrólise, de oxidação



Extracção do óleo



Transformação do óleo em biocombustível



Metanol + KOH



Metanol + KOH + Óleo



Reacção



Separação de fases

Purificação do biocombustível



Aquecimento e lavagem com água



Secagem



Piloto de 1000L/dia



Piloto de 4000L/dia

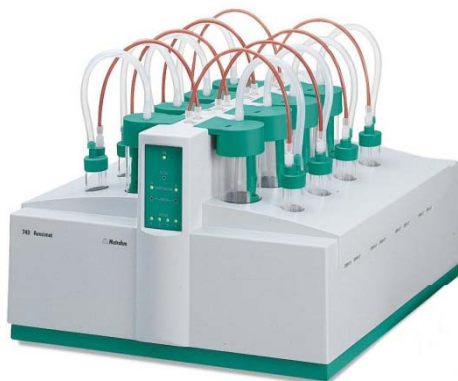
Avaliação da qualidade do biocombustível

Teor em ésteres metílicos

Teor de mono, di e triglicéridos

Teor de glicerol

Teor de metanol



Estabilidade à oxidação

Teor em água



Ponto de inflamação

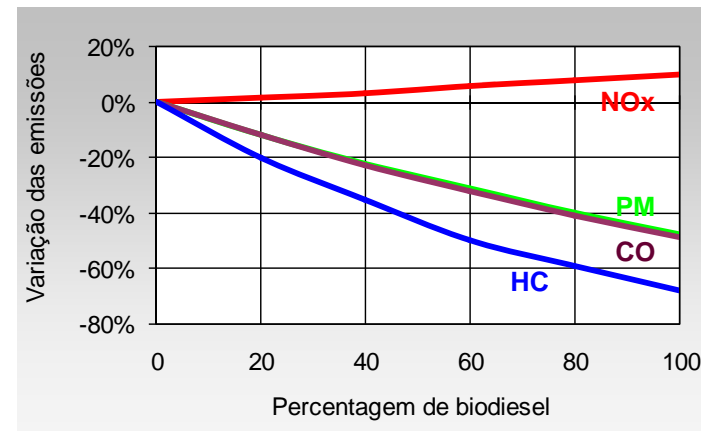
Parâmetro	Unidade	Limites legais
Teor em ésteres metílicos	% (m/m)	> 96,5
Éster metílico do ácido linolénico	% (m/m)	< 12,0
Ésteres metílicos poliinsaturados	% (m/m)	< 1
Teor em metanol	% (m/m)	< 0,20
Teor em monoglicéridos	% (m/m)	< 0,80
Teor em diglicéridos	% (m/m)	< 0,20
Teor em triglicéridos	% (m/m)	< 0,20
Glicerol livre	% (m/m)	< 0,02
Glicerol total	% (m/m)	< 0,25
Metais grupo I (Na+K)	mg/kg	< 5,0
Metais grupo II (Ca+Mg)		
Teor em fósforo	mg/kg	< 4,0
Índice de iodo	g iodo/100g	< 120
Viscosidade a 40°C	mm ² /s	3,50 - 5,00
Ponto de inflamação	°C	> 101
Teor em enxofre	mg/kg	< 10,0
Resíduo carbonoso (em 10% do resíduo da destilação)	% (m/m)	< 0,30
Teor de cinzas sulfatadas	% (m/m)	< 0,02
Teor de água	mg/kg	< 500
Contaminação total	mg/kg	< 24
Índice de cetano	---	> 51,0
Corrosão da lâmina de cobre (3h a 50°C)	---	Classe 1
Estabilidade à oxidação, 110 °C	h	> 6,0
Índice de acidez	mg KOH/g	< 0,50

Efeitos da qualidade inadequada do biodiesel

Parâmetro (EN 14214)	Efeitos
Viscosidade a 40°C	Problemas no fornecimento de combustível (bomba de combustível e bomba de injeção)
CFPP (limite de filtração a frio)	Cristalização a baixa temperatura do combustível nas tubagens e no filtro de combustível
Resíduo carbonoso	Depósito de carvão na bomba de injeção e nos anéis dos pistons
Teor de água	Problemas de corrosão e de turbidez das misturas biodiesel/gasóleo (pode resultar na separação da fase aquosa, nos piores casos)
Metanol	Abaixamento do ponto de inflamação; corrosão de peças de alumínio e zinco
Índice de acidez	Problemas de corrosão; aumento da velocidade de degradação do biodiesel
Metais grupo I (Na+K) Metais grupo II (Ca+Mg)	Problemas de entupimento do filtro. Possível razão para um teor de cinzas aumentado
Contaminação total	Entupimento do filtro, com danificação potencial da bomba de injeção devido a insuficiente lubrificação/arrefecimento

Vantagens

- Biodegradável (4 vezes mais rápido do que o gasóleo)
- Seguro (elevado ponto de inflamação)
- Isento de enxofre e compostos aromáticos
- Emite menos CO e partículas
- Distribuição nas infra-estruturas existentes
- Elevado poder lubrificante



Fonte: Biodiesel Handling and Use Guidelines

Vantagens

- Biodegradável (4 vezes mais rápido do que o gasóleo)
- Seguro (elevado ponto de inflamação)
- Isento de enxofre e compostos aromáticos
- Emite menos CO e partículas
- Distribuição nas infra-estruturas existentes
- Elevado poder lubrificante

Problemas

- Ligeiro aumento de emissões de NOx
- Menor estabilidade ao ar
- Consumos ligeiramente mais elevados
- Poder calorífico inferior ao do gasóleo
- Preços de produção mais elevados

BIODIESEL

Produção a partir de sementes de oleaginosas importadas

Produção a partir de sementes de oleaginosas nacionais

Produção a partir de óleos alimentares usados

2 fábricas a laborar desde 2006

2 fábricas concluídas em 2007

1 + 1 (??) fábricas em 2008

Pelo menos mais 2 projectadas

Capacidade instalada ~ **540 000 t/ano**

BIODIESEL

Produção a partir de óleos alimentares usados
Pequenos produtores dedicados

Companhia	Capacidade de produção	Obs.
DIESELBASE	3 000 L/dia	A laborar
SOCIPOLE	5 000 ton/ano	A laborar
SPACE	3 000 ton/ano	A laborar
SUN ENERGY	5 000 ton/ano	??
VALOURO	3 000 ton/ano	??
AVIBOM	3 000 ton/ano	??

BIODIESEL de 1ª geração

- ✓ Utilizado em misturas com gasóleo em motores diesel convencionais
- ✓ Utilizado puro - B100 - em motores modificados



BIOETANOL

BIOETANOL de 1ª geração

Matérias-primas: culturas energéticas
ricas em açúcares



Milho



Centeio

Cereais



Cevada



Trigo

BIOETANOL de 1ª geração

Matérias-primas: culturas energéticas
ricas em açúcares

Tubérculos



Tupinambo



Beterraba

Mandioca

Batata doce



BIOETANOL de 1ª geração

**Matérias-primas: culturas energéticas
ricas em açúcares**

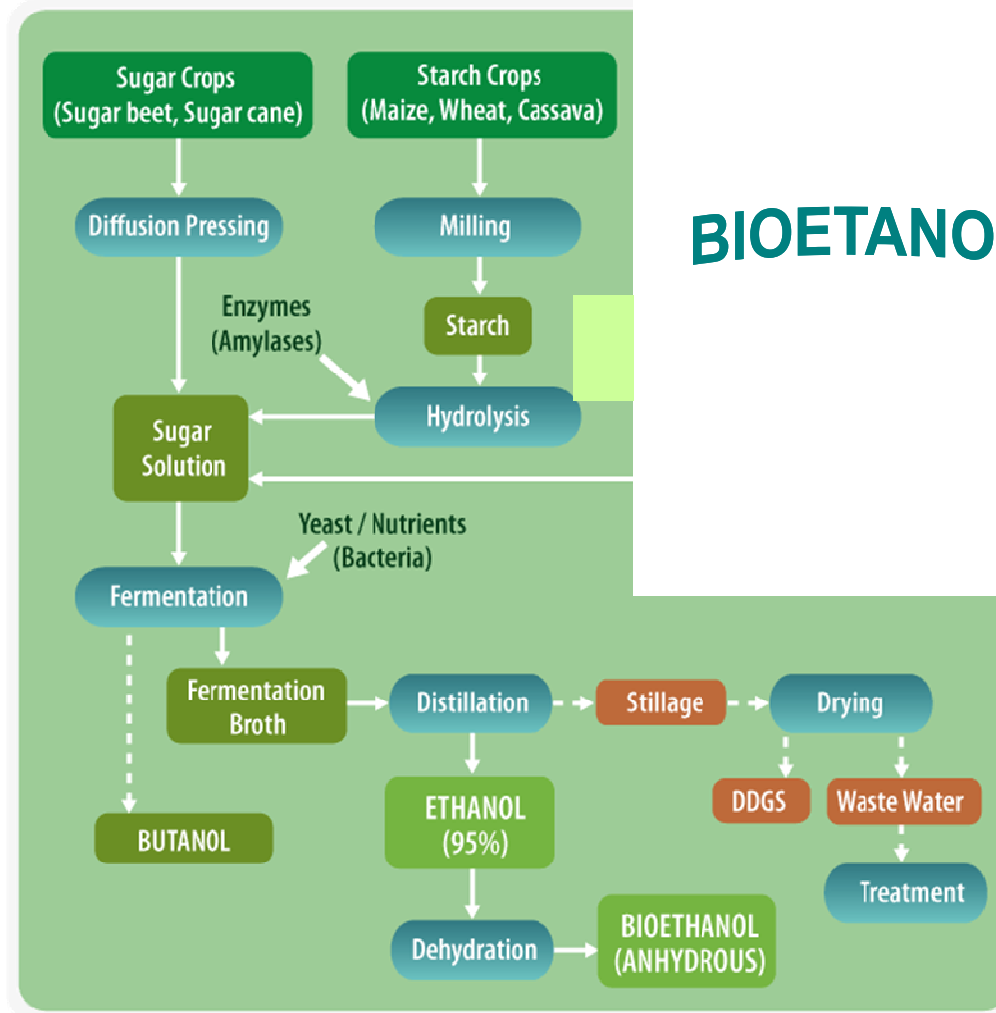


Sorgo doce



Cana de açúcar

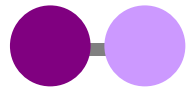
BIOETANOL de 1ª geração



Fonte: European BiofuelsTechnology Platform, Set, 2007

BRASIL

Cana de açúcar
Beterraba sacarina



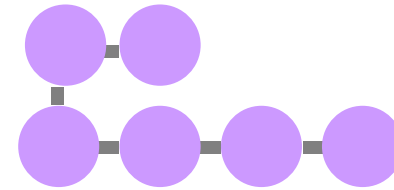
sacarose



frutose glucose

EUA e UE

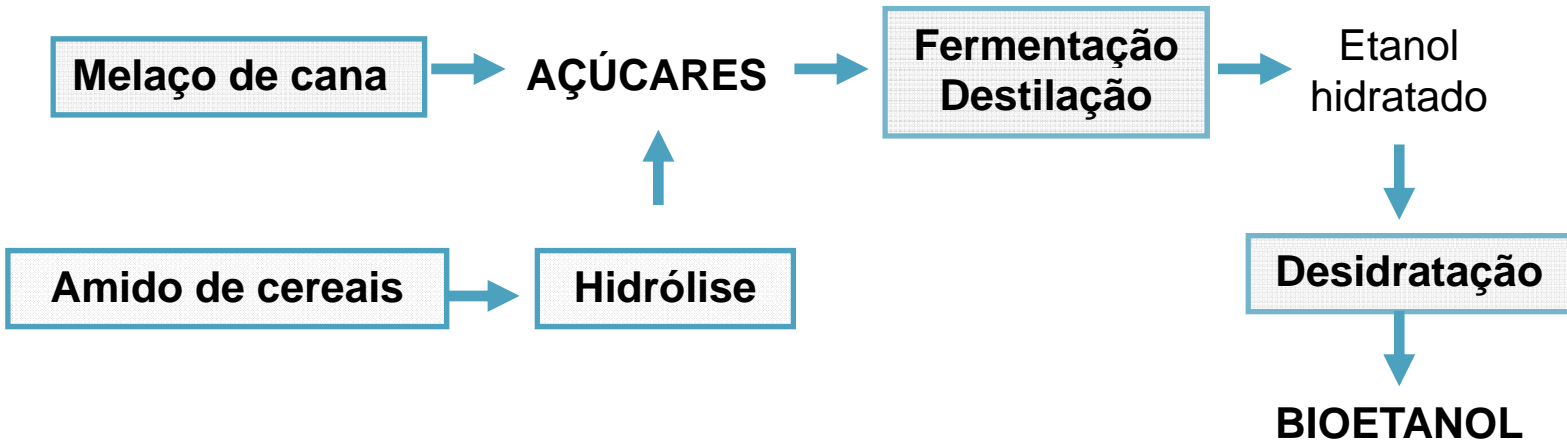
Milho e outros cereais



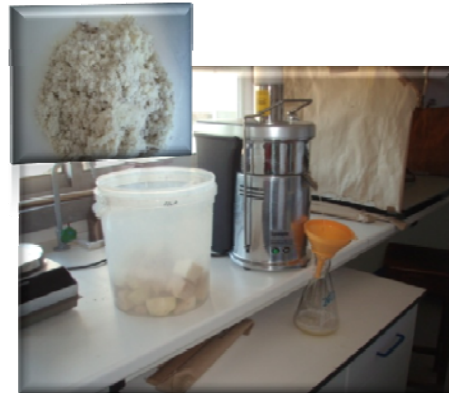
amido



glucose glucose glucose glucose



Preparação do sumo de beterraba



Extracção do sumo



Sumo de beterraba

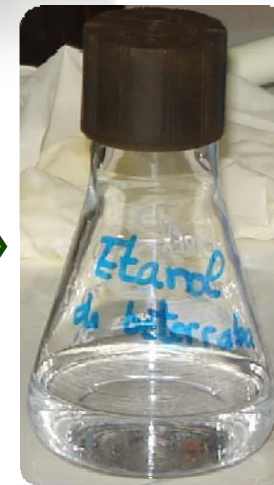


Adição de ácido
pH~4,5

Fermentação



Destilação





*Abengoa's Ecocarburantes
Fábrica em Cartagena, Espanha
Produção: 100 milhões L bioetanol/ano*



*Fábrica de bioetanol da Südzuckerem Mannheim,
Alemanha.
Produção: 260 milhões L/ano, principalmente de trigo*

Parâmetro	Unidade	Limites legais
Etanol	% (v/v)	> 99,8
Teor de água	mg/kg	< 1500
Densidade a 20°C	kg/m ³	~790
Aldeídos	mg/kg	< 250
Ácoois (C3-C5)	mg/kg	< 1500
Índice de acidez	mg KOH/g	< 0,028
Metanol	mg/kg	< 100
Acetona	mg/kg	< 10
Enxofre	mg/kg	< 1,0
Ferro	mg/kg	< 0,1

Vantagens

- É miscível com a gasolina (adequado para misturas)
- Alto índice de octano
- A presença de oxigénio melhora a combustão (reduz emissões de CO e de NO_x)

Problemas

- O elevado calor latente de vaporização cria dificuldades no arranque a frio
- É miscível com a água, o que pode criar problemas nas misturas com gasolina
- A tendência para oxidar a ácido acético cria incompatibilidade com plásticos, borrachas, elastómeros

BIOETANOL

- Não existe nenhuma fábrica
- Projectos de intenção de produção:
 - Pelo menos 3 consórcios baseados em milho
 - Pelo menos 1 consórcio baseado noutra(s) matérias-primas (cana-de-açúcar, sorgo doce,...)

BIOETANOL de 1ª geração

- ♣ A maioria dos motores a gasolina estão adequados para usar misturas gasolina / bioetanol até 10% de bioetanol
- ♣ A UE usa-o essencialmente na forma de ETBE (15%)
- ♣ Os EUA usam misturas gasolina / bioetanol (E10) e o Brasil (E20-E24) de forma generalizada
- ♣ É também usado em milhares de novos veículos **flexi-fuel** que podem ser abastecidos com misturas até 85% de bioetanol



Bioetanol de 1ª geração

Presente

Utilização de 7-10% da cultura cerealífera

Grão de amido (glucose)

Bioetanol de 2ª geração

Futuro

Utilização de 100% da planta

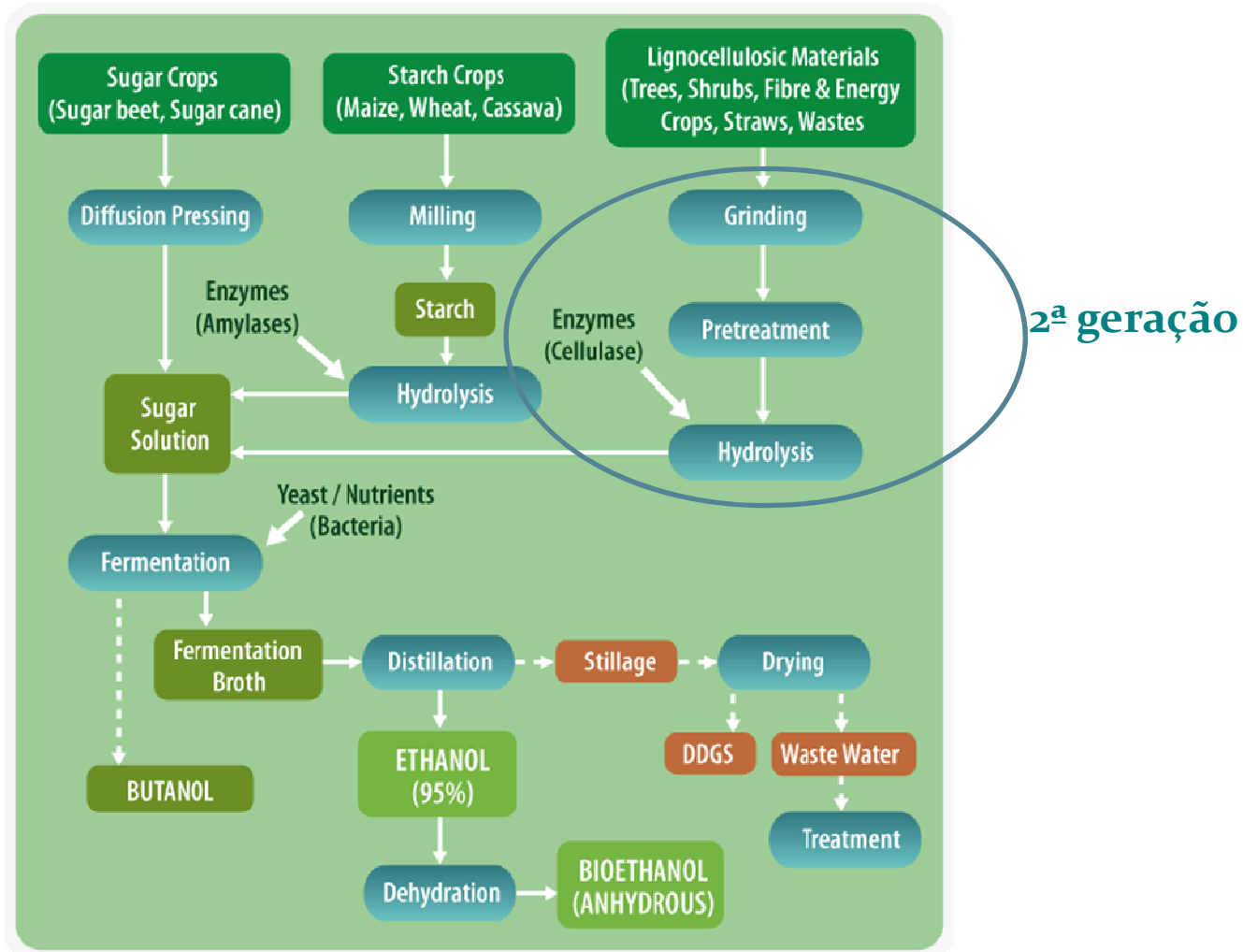
Grão de amido (glucose)

Celulose (glucose)

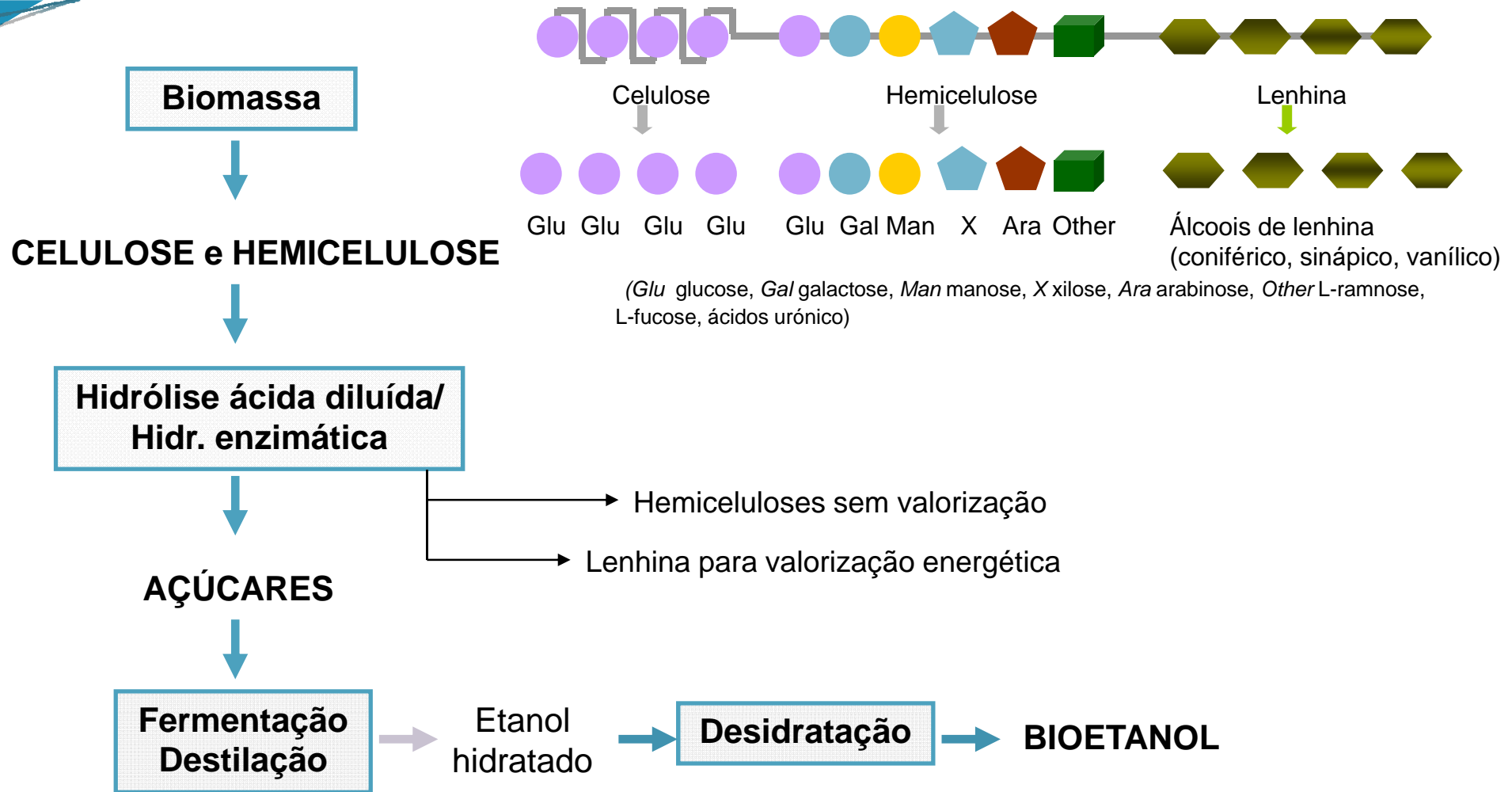
Hemiceluloses (pentoses e hexoses)



Resíduos agrícolas e florestais



Fonte: European Biofuels Technology Platform, Set, 2007



Critérios de sustentabilidade para os biocombustíveis

Emissões de GEE

Os biocombustíveis devem contribuir para a mitigação das alterações climáticas, por redução significativa das emissões de GEE quando comparado com os combustíveis fósseis.

....

Preservação, biodiversidade e protecção ambiental

A produção de biocombustíveis deve cumprir a legislação ambiental em vigor (qualidade do ar, qualidade da água subterrânea e de superfície, conservação do solo, biodiversidade,...).

....

Biocombustíveis resultantes de matérias-primas produzidas na UE têm de garantir que cumpriram as boas práticas agrícolas e a legislação ambiental em vigor.

....

...

Questões ?...