

Biocombustíveis

Um contributo para o sector dos transportes

Ana Cristina Oliveira

LNEG / Unidade de Bioenergia

cristina.oliveira@ineti.pt

Escola Secundária Dr Manuel Fernandes – Abrantes
26 de Março de 2010

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”

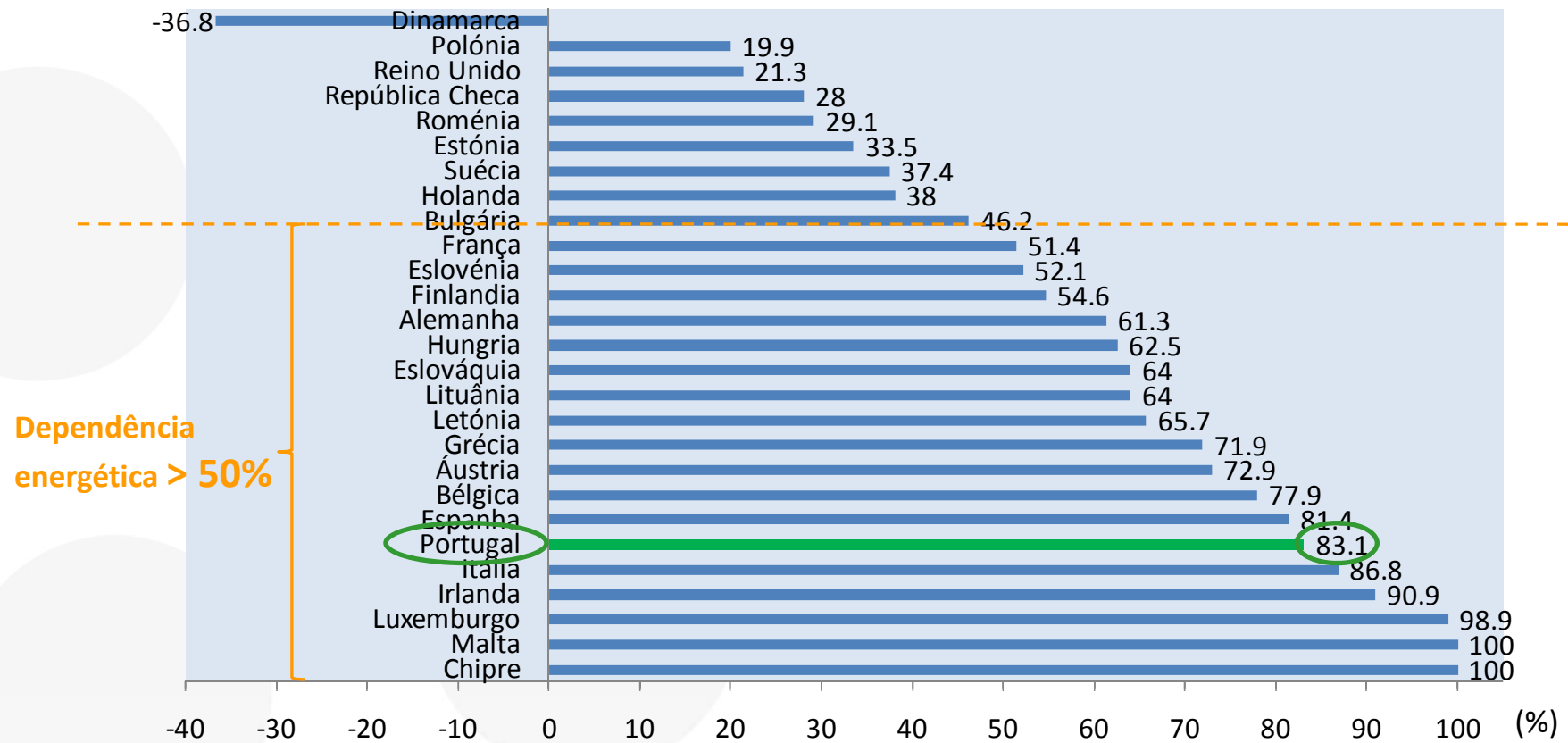
Biocombustíveis

Porquê?

- 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 (??)

Dependência energética na UE (2008)

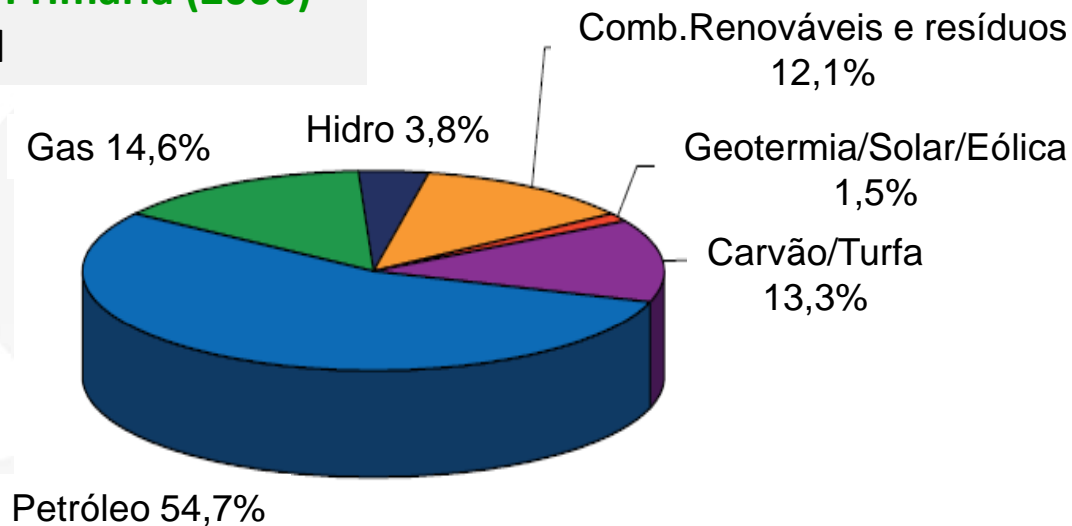


Situação energética em Portugal

- Cerca de 83 % de dependência em relação aos combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural).
- Combustíveis fósseis são 100 % importados.
- Cerca de 17 % de renováveis (recurso endógeno).

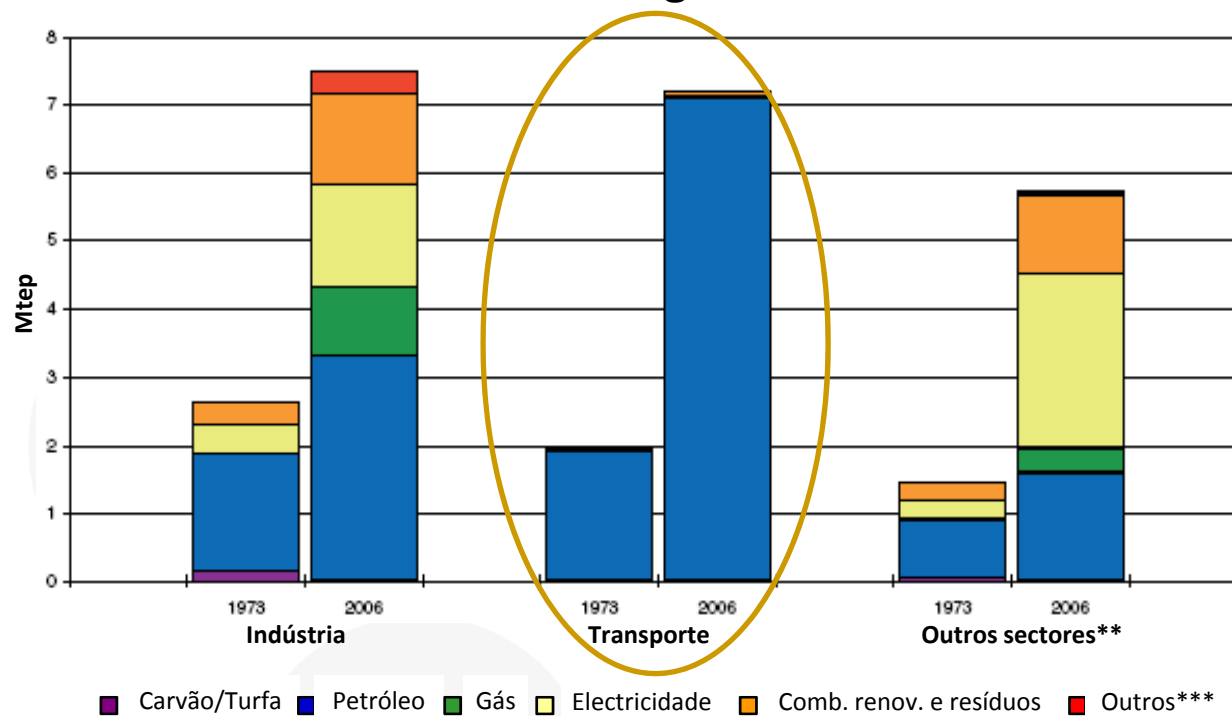
Distribuição de Energia Primária (2006)

Portugal



Consumo de Energia por Sector*

Portugal



*Inclui uso não-energético

**Inclui sector residencial, comercial e serviços públicos, agricultura/floresta, pesca e outros não especificados

***Inclui o uso directo de geotérmica/solar térmica e calor produzido por unidades CHP

Fonte: Statistics on the Web: <http://www.iea.org/statist/index.htm>

✓ O sector dos transportes continua a ter uma elevadíssima dependência dos produtos petrolíferos (~ 98 %)

Uso de produtos petrolíferos por sector

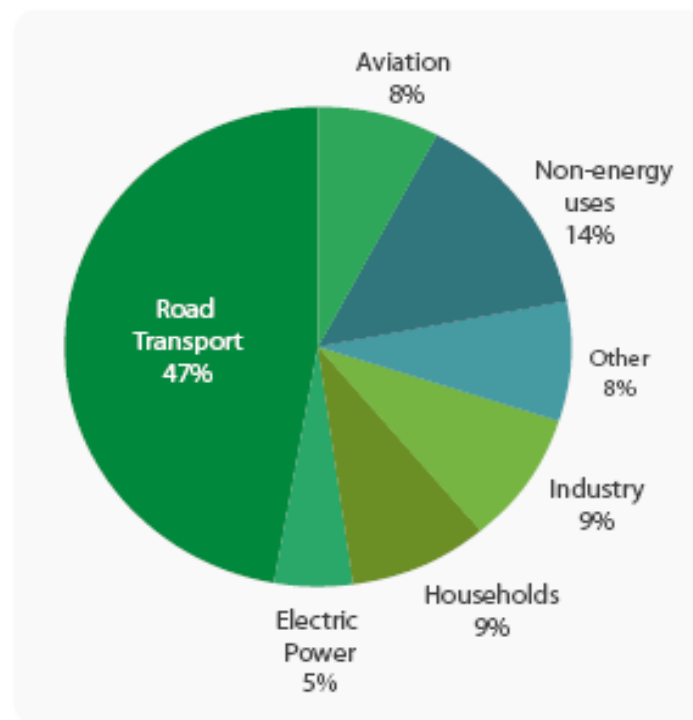


Figure 1.2. Petroleum products use by sector,
Source: Eurostat 2007.

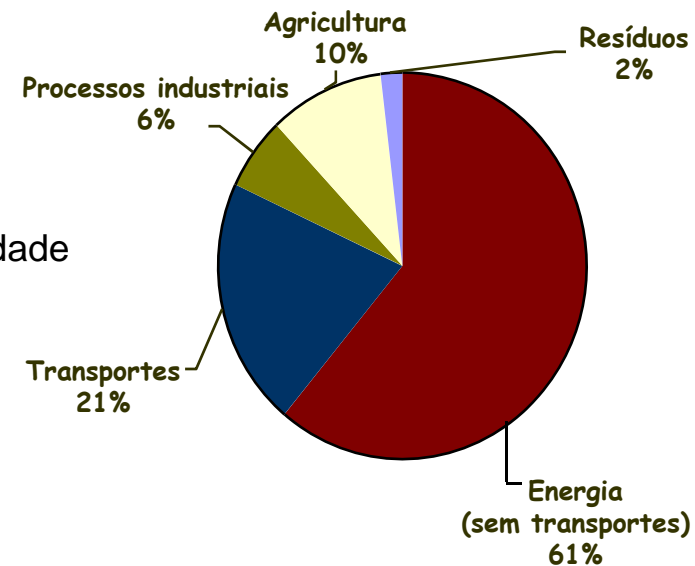
- ✓ Cerca de 47 % do petróleo consumido na UE destina-se ao sector dos transportes

Biocombustíveis

- Diminuir a dependência energética
- Aumentar a segurança do abastecimento

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

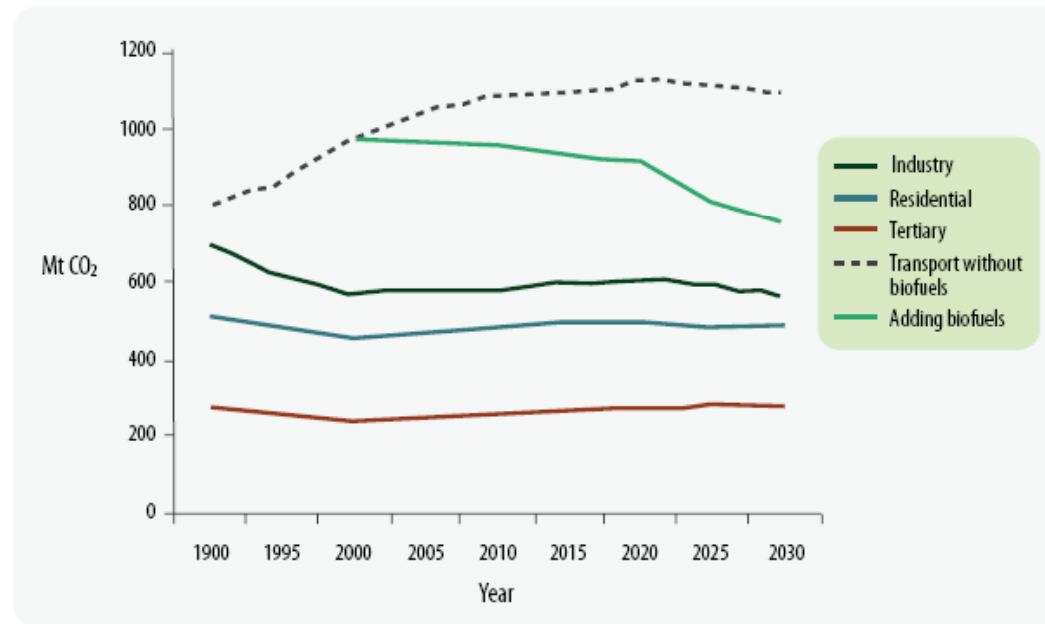
Emissões de GEE por sector de actividade
(UE-15, 2002)



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

- ✓ O sector dos transportes é responsável por cerca de mil milhões de toneladas de CO₂ / ano (um terço das emissões totais de CO₂)

Estimativas de emissões de GEE (CO₂), por sector de actividade



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

Biocombustíveis

Legislação Comunitária

Legislação Nacional

➤ **Directiva 2003/30/CE**

Relativa à promoção da 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

➤ **Directiva 2009/28/CE** (nova directiva das Energias Renováveis)

Relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis

Define uma quota de 10% de energia proveniente de fontes renováveis no consumo de energia pelos transportes, até 2020.

Biocombustíveis

Bioetanol
Bio-ETBE (éter etil ter-butílico)
Biodiesel
Óleos vegetais
Biogás

1ª geração

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

2ª geração

Evolução dos **Biocombustíveis** no Mundo

- Final do séc. XIX, Nicholas Otto já utilizou **etanol** em motores de combustão interna com ignição por faísca.
- Em 1912, Rudolf Diesel utilizou **óleo de amendoim** em motores de combustão interna com ignição por compressão e afirmava:
“O uso de óleos vegetais pode parecer insignificante hoje, mas a seu tempo tornar-se-ão tão importantes como o querosene e o carvão de hoje.”
- Durante as 1ª e 2ª Guerras Mundiais o **etanol** foi bastante utilizado na Europa e EUA para suplementar a falta de petróleo.
- Durante a 2ª Guerra Mundial os **combustíveis líquidos BtL** foram muito usados na Alemanha e no Japão para substituir o gasóleo.

Evolução dos **Biocombustíveis** no Mundo

Desde 1940,

- ❑ O aparecimento e o desenvolvimento de novos poços de petróleo,
- ❑ A existência de petróleo barato,
- ❑ A desmobilização militar do período pós-guerra

....quase que eliminaram a produção / utilização de biocombustíveis!!

Só na década de 70 a situação começou a mudar, por força dos 2 choques petrolíferos de 1973 e 1979, que fizeram “disparar” o preço do petróleo para valores correspondentes a um aumento de mais de 1000 % em 1979.

Evolução dos **Biocombustíveis** no Mundo

A partir destas crises, dois países alteraram as suas políticas energéticas, no sentido de **diminuir a dependência face ao petróleo**

BRASIL E EUA

Brasil → **Programa Proálcool** → na década de 80, o etanol já substituiu quase **60 % da gasolina consumida.**

EUA → **Programa de etanol a partir de milho**, a partir da década de 70, muito aumentado por questões ambientais nas décadas de 80 e 90.

Em 2005

cerca de 90 % do bioetanol a nível mundial era produzido no Brasil e EUA.

Evolução dos Biocombustíveis no Mundo

- Na **EUROPA**, só no princípio da década de 90 houve um investimento na produção de biocombustíveis – essencialmente **biodiesel**.
- E mais recentemente por questões ambientais e de alterações climáticas.

Produção mundial de bioetanol



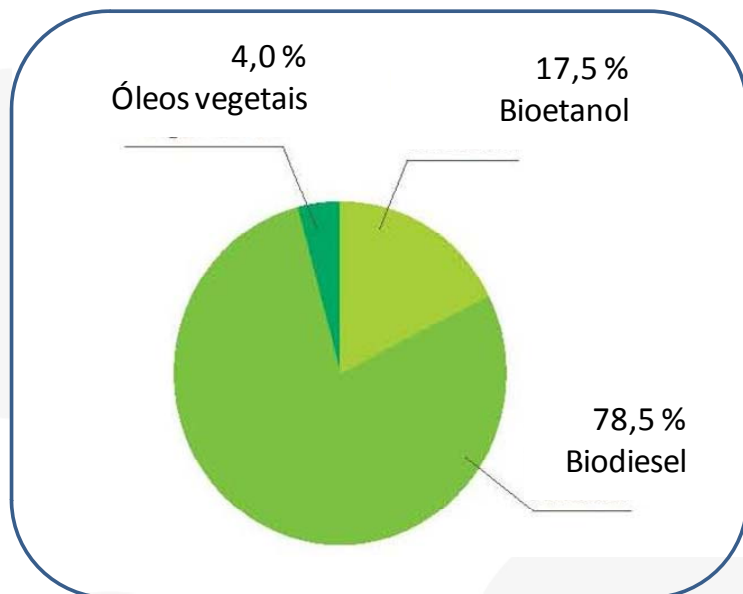
Fonte: BP Statistical Review of World Energy, June 2009
European Biofuel market , ESSP Workshop Bioenergy and Earth Sustainability

Produção mundial de biodiesel



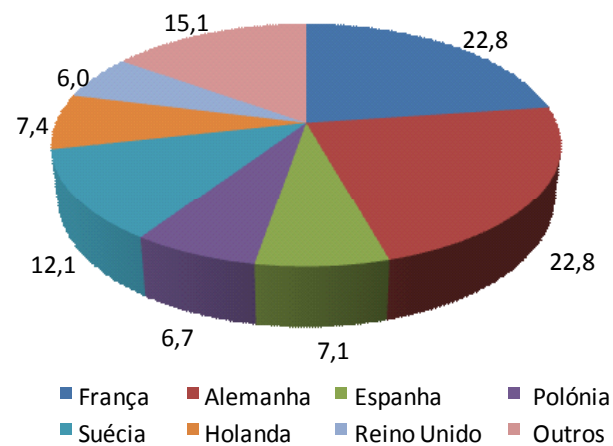
Fonte: BP Statistical Review of World Energy, June 2009
European Biofuel market , ESSP Workshop Bioenergy and Earth Sustainability

Consumo de biocombustíveis na UE, em 2008

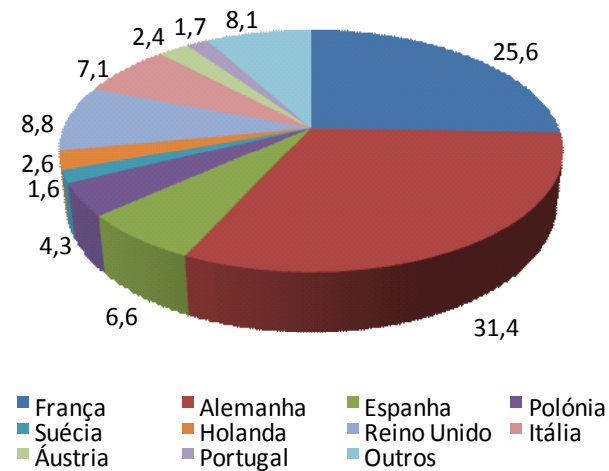


Fonte: EurObserv'ER2009

Bioetanol (%)



Biodiesel (%)



BIODIESEL

Matérias-primas para a produção de biodiesel



Girassol



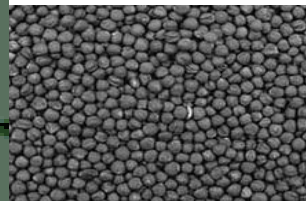
Palma

Matérias-primas tradicionais

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



Colza



Soja



Matérias-primas para a produção de biodiesel



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

Matérias-primas para a produção de biodiesel



Microalgas

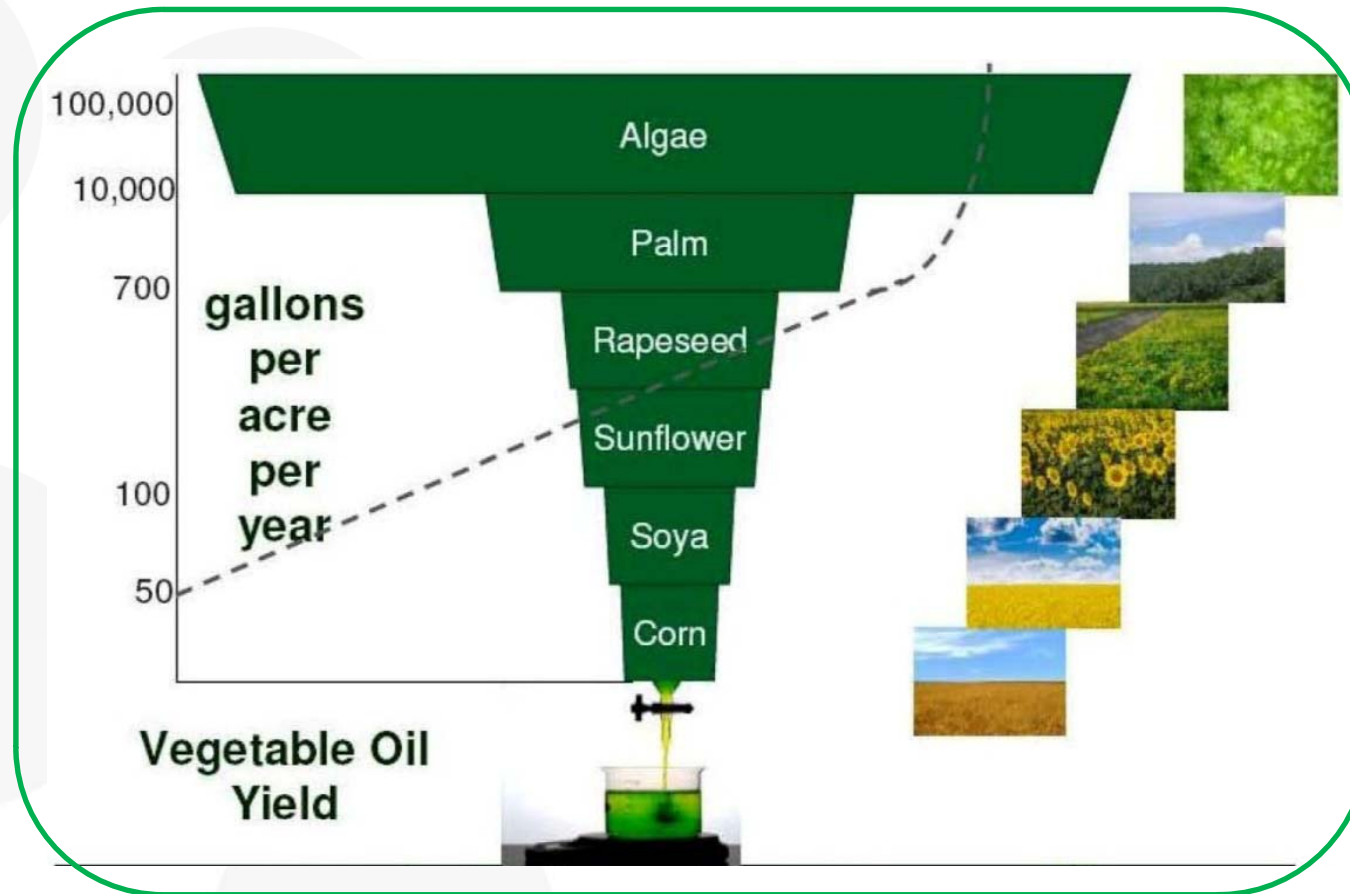
Novas alternativas de matérias-primas

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

Microalgas produtoras de óleo

Vantagens

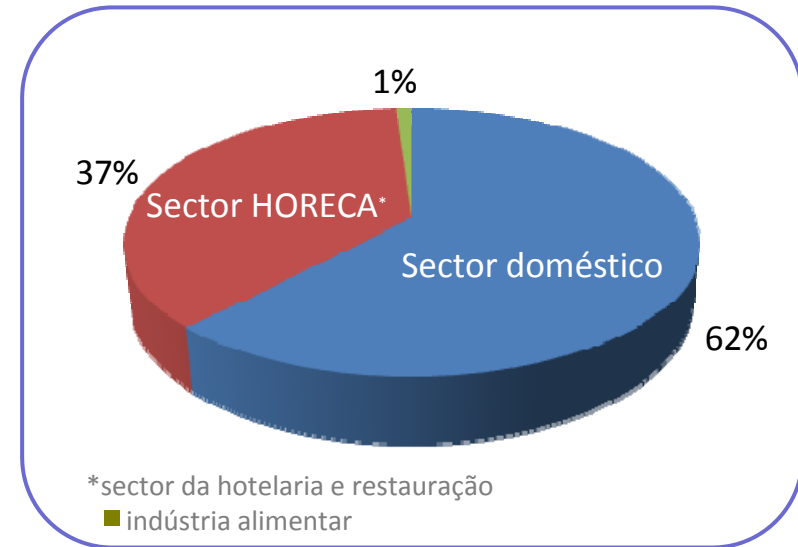
- Elevado teor em óleo
- Eficientes fixadores de CO₂
- Elevada eficiência fotossintética
- **Elevadas produtividades**



Matérias-primas para a produção de biodiesel

Óleos Alimentares Usados

Gorduras animais



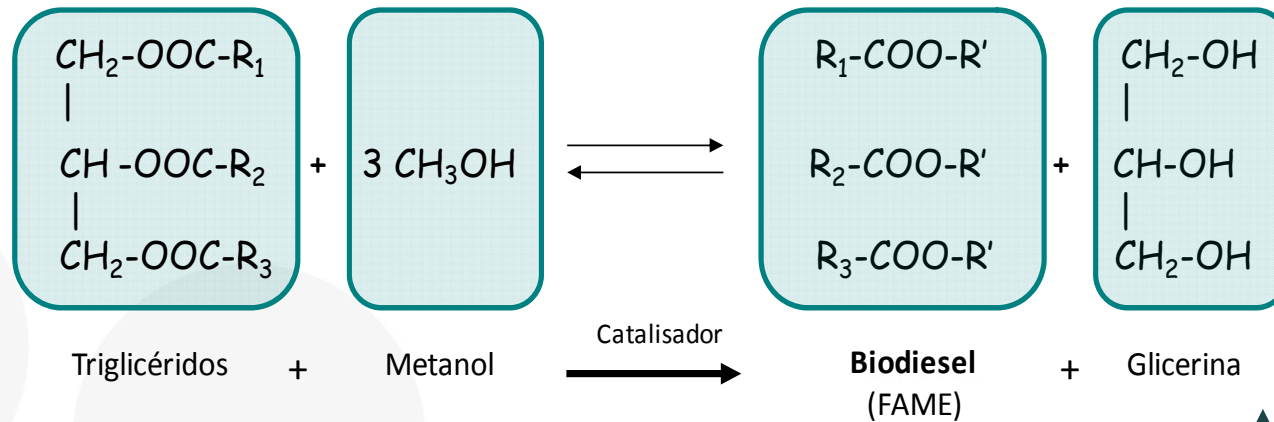
Fonte: DL 267/2009

Podem ser reciclados

- evitando problemas de contaminação de esgotos
- permitindo a produção de um combustível alternativo (biodiesel)

Vantagens ambientais e energéticas !!!

Processo de Transesterificação



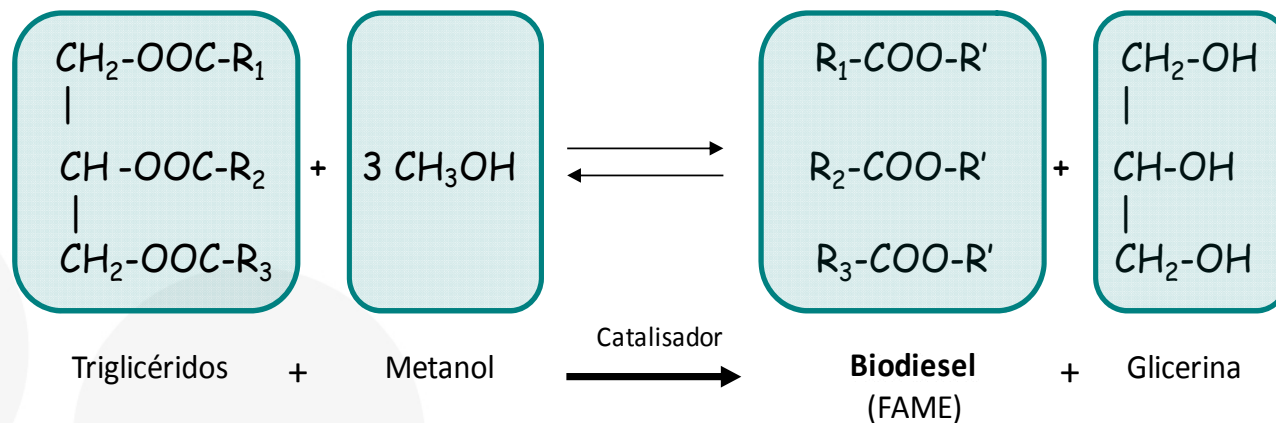
Parâmetros a ter em consideração:

- **Catalisador**
- **Razão molar álcool:glicéridos**
- **Concentração do catalisador e temperatura**
- **Tempo de reacção**
- **Teor em ácidos gordos livres e humidade**



Produção de Biodiesel - LNEG

Processo de Transesterificação



Óleo alimentar não usado



Óleo alimentar usado

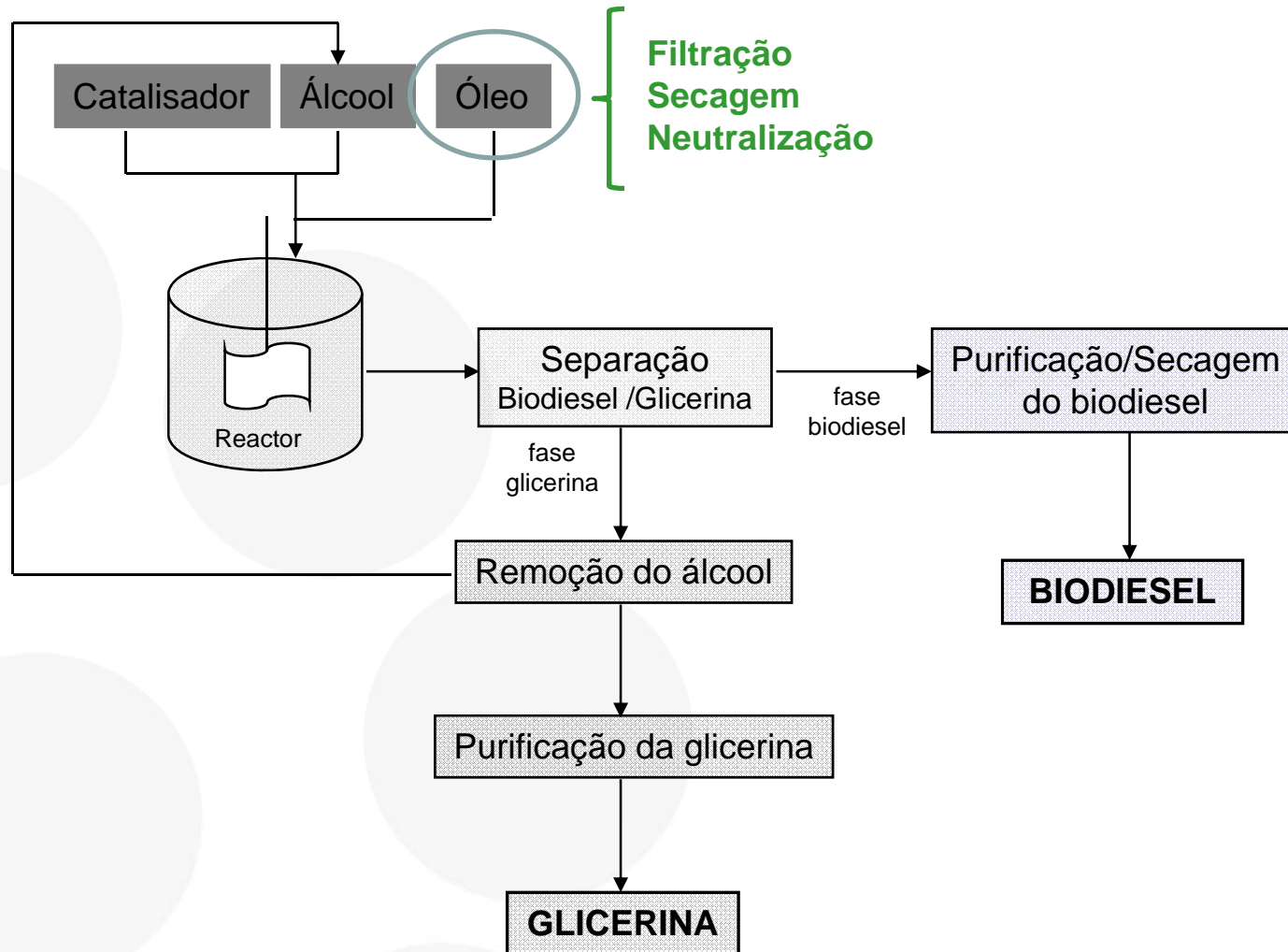


Elevadas temperaturas, na presença de ar e humidade

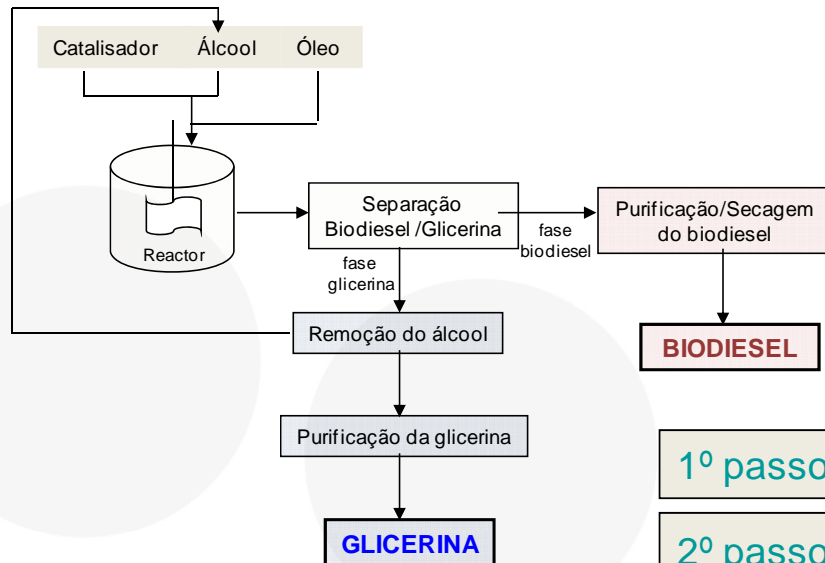


Reacções de hidrólise, de oxidação

Passos principais na produção de biodiesel



Passos principais na produção de biodiesel



1º passo: Mistura do álcool com o catalisador

2º passo: Reacção de transesterificação (entre 1 e 8 horas, conforme a temperatura); Temperaturas mais usuais 45-55°C

3º passo: Separação das duas fases (ésteres e glicerina)

4º passo: Remoção do álcool em cada uma das fases

5º passo: Neutralização da glicerina e separação de sabões e de catalisador não usado

6º passo: Lavagem e purificação do biodiesel

Ensaio laboratorial - LNEG

Extracção do óleo



Ensaio laboratorial - LNEG

Transformação do óleo em biocombustível



Metanol + KOH



Metanol + KOH + Óleo



Reacção



Separação de fases

Purificação do biocombustível



Aquecimento e lavagem com água



Secagem

Produção de biodiesel



EN 14214

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

Avaliação da qualidade do biocombustível

Teor de ésteres metílicos

Teor de mono, di e triglicéridos

Teor de glicerol

Teor de metanol



Teor de água



Estabilidade à oxidação



Ponto de inflamação

Qualidade do biodiesel

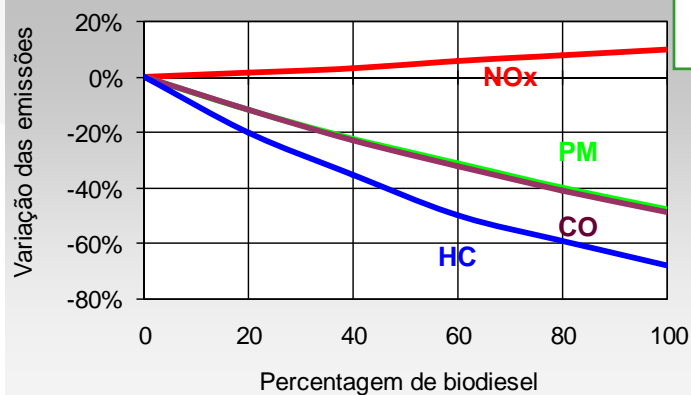
Efeitos da qualidade inadequada do biodiesel

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

Biodiesel

- 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

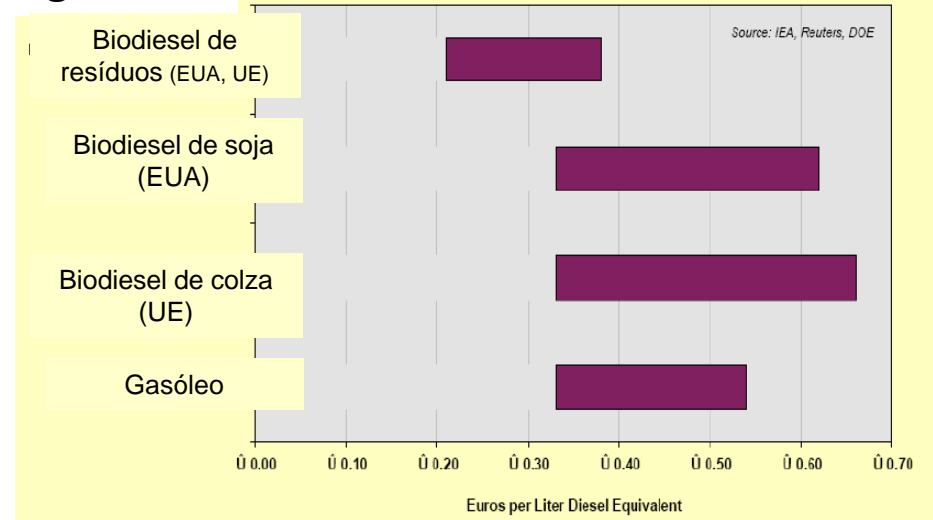


Fonte: Biodiesel Handling and Use Guidelines

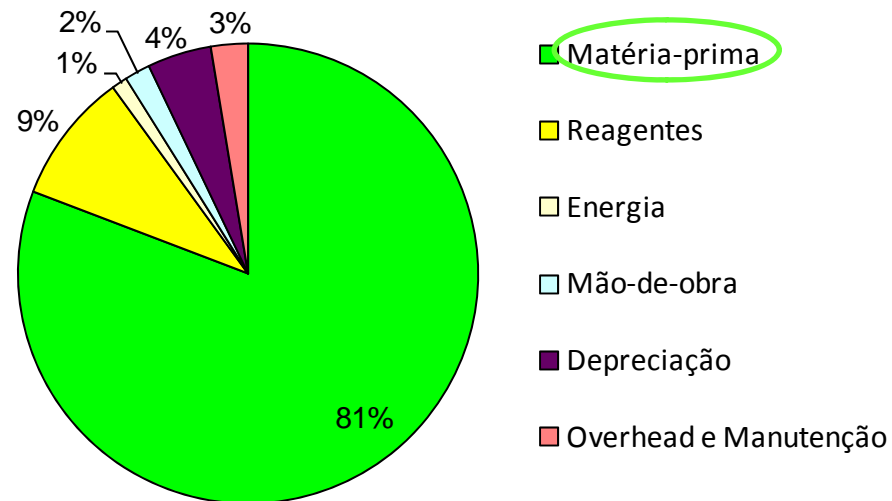
Problemas

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

Custos de produção de biodiesel e de gasóleo



Custos de produção de biodiesel



Fonte: Adaptado de Gerpen et al, "Building a successful Biodiesel business"

Cuidados no manuseamento de biodiesel

Densidade do biodiesel

O biodiesel é ligeiramente mais pesado que o gasóleo. A mistura tem que ser feita com o biodiesel vertido sobre o gasóleo para uma boa mistura.

Biodiesel é um solvente suave

Em contacto com superfícies pintadas pode danificá-las.

Maior problema: Tendência para “limpar” os tanques de armazenagem.

Ponto de inflamação

O ponto de inflamação do biodiesel, ou das misturas, é mais alto que o do gasóleo.

O biodiesel e as suas misturas são mais seguros de armazenar, manusear e transportar do que o gasóleo

Compatibilidade com os materiais

Latão, bronze, cobre, chumbo, estanho e zinco oxidam o biodiesel e criam sedimentos

Equipamentos devem ser substituídos por aço inoxidável ou alumínio.

Borrachas naturais devem ser substituídas por borrachas sintéticas



Biodiesel em Portugal

BIODIESEL

Produção a partir de sementes de oleaginosas e/ou óleos importados
4 fábricas (Iberol, Biovegetal, Torrejana, Sovena, PrioBiocombustíveis)

Produção a partir de óleos alimentares usados
Pequenos produtores dedicados

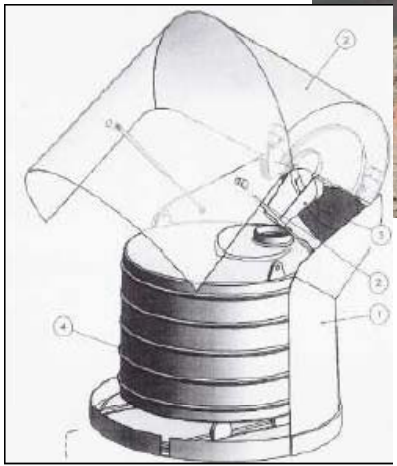
Actividades desenvolvidas no LNEG/UB na área do biodiesel

- Avaliação do potencial de diversas matérias-primas (oleaginosas, óleos alimentares usados, gorduras animais, óleo de bagaço de azeitona, azeite lampante)
- Optimização do processo de produção em função da matéria-prima
- Avaliação de diferentes variedades de girassol, cultivadas em Portugal (contrato Prio)
- Crescimento de microalgas, para obtenção de óleo
- Projecto OILPRODIESEL (ISQ / INETI / CMO / OEINERGE / TECMIC / APEMETA / IPODEC / FRAUNHOFER / INASMET / INNOTERM / AGERATEC)



oilprodiesel

"Integrated Waste Management System for the Reuse of Used Frying Oils to Produce Biodiesel for Municipality Fleet of Oeiras"

Actividades desenvolvidas no LNEG/UB na área do biodiesel

- Avaliação do potencial de diversas matérias-primas (oleaginosas, óleos alimentares usados, gorduras animais, óleo de bagaço de azeitona, azeite lampante)
- Optimização do processo de produção em função da matéria-prima
- Avaliação de diferentes variedades de girassol, cultivadas em Portugal (contrato Prio)
- Crescimento de microalgas, para obtenção de óleo
- Projecto OILPRODIESEL (ISQ / INETI / CMO / OEINERGE / TECMIC / APEMETA / IPODEC / FRAUNHOFER / INASMET / INNOTERM / AGERATEC)
- Assessoria técnico-científica a empresas
- Caracterização de biodiesel de acordo com todas as especificações da norma europeia EN 14214



BIOETANOL

Matérias-primas para a produção de bioetanol

BIOETANOL de 1ª geração

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

Cereais



Milho



Centeio



Cevada



Trigo

Matérias-primas para a produção de bioetanol

BIOETANOL de 1ª geração

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

Tubérculos



Tupinambo



Beterraba



Batata doce



Mandioca

Matérias-primas para a produção de bioetanol

BIOETANOL de 1ª geração

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



Sorgo doce

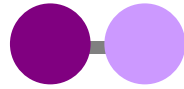


Cana de açúcar

Produção de bioetanol

BRASIL

Cana de açúcar
Beterraba sacarina



sacarose



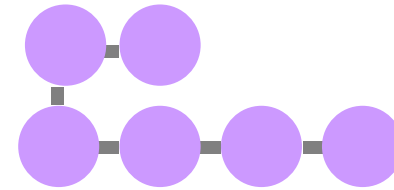
frutose



glucose

EUA e UE

Milho e outros cereais



amido



glucose



glucose



glucose



glucose

Melaço de cana

AÇÚCARES

Fermentação
Destilação

Etanol
hidratado

Amido de cereais

Hidrólise

Desidratação

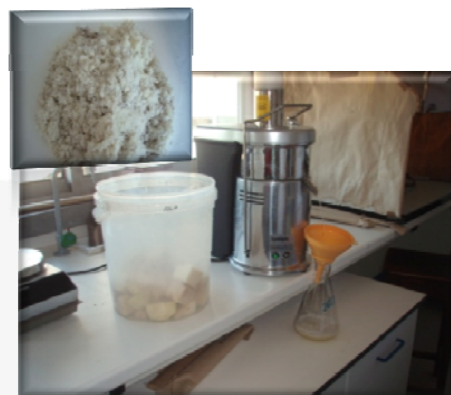
BIOETANOL

Adaptado de *Appl. Microbiol. Biotechnol.* (2001) 56: 17-34



Ensaio laboratorial - LNEG

Preparação do sumo de beterraba



Extracção do sumo



Sumo de beterraba

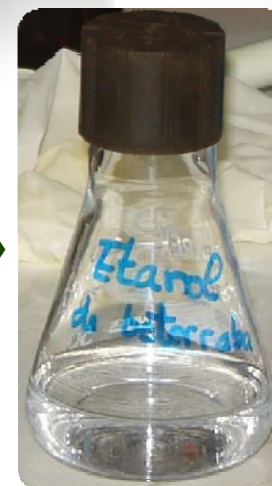


Adição de ácido
pH~4,5

Fermentação (por leveduras)



Destilação



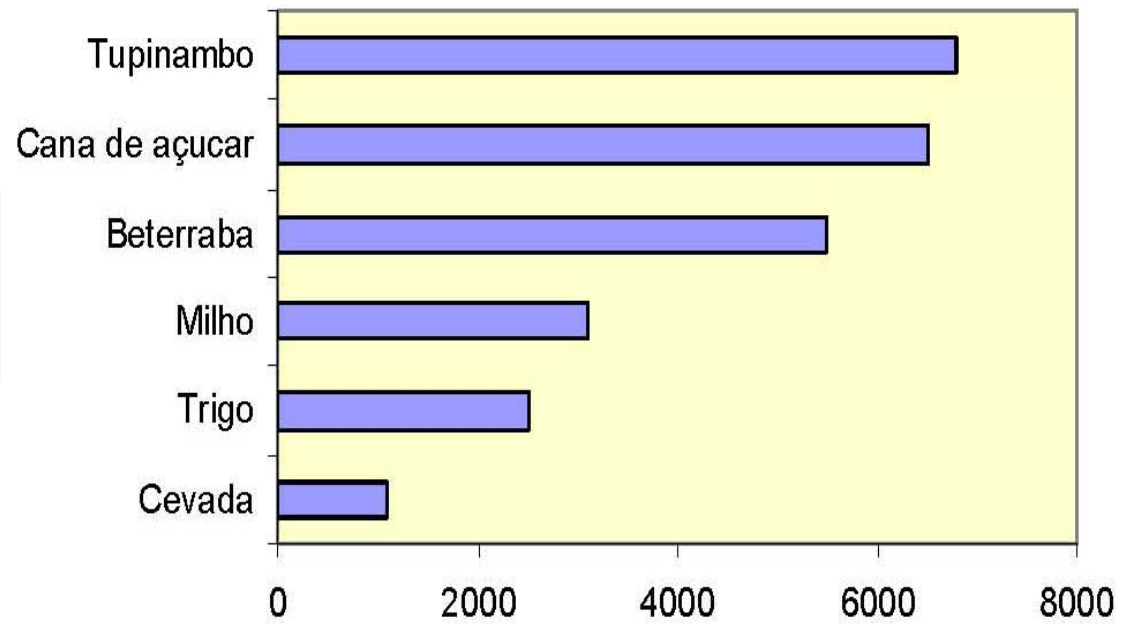
Plantação experimental de tupinambo - LNEG



Inulina: polímero com cerca de 30 unidades de frutose e uma unidade terminal de glucose.

Os hidratos de carbono representam 68-83% do peso seco dos tubérculos

Rendimentos em bioetanol (L/ha)



Produção de bioetanol



*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*

Qualidade do bioetanol ➡ EN 15376

Parâmetro	Unidade	Limites legais
Etanol (incl. álcoois altamente saturados)	% (m/m)	> 98,7
Monoálcoois altamente saturados (C ₃ -C ₅)	% (m/m)	< 2,0
Água	% (m/m)	< 0,3
Cloreto inorgânico	mg/L	< 20,0
Acidez total (como ác. acético)	% (m/m)	< 0,007
Metanol	% (m/m)	< 1,0
Cobre	mg/kg	< 0,1
Aparência	---	Límpido e transparente
Fósforo	mg/L	< 0,5
Matéria não volátil	mg/100mL	< 10,0
Enxofre	mg/kg	< 10,0

Bioetanol – Vantagens e Problemas

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 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 em Portugal

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,...)

BIOGÁS

BIOGÁS / BIOMETANO

Matérias-primas (Biomassa)

- . Efluentes agro-pecuários
- . Efluentes agro-industriais
- . Efluentes urbanos
- . Resíduos sólidos urbanos

Pecuária . Municípios . Industria

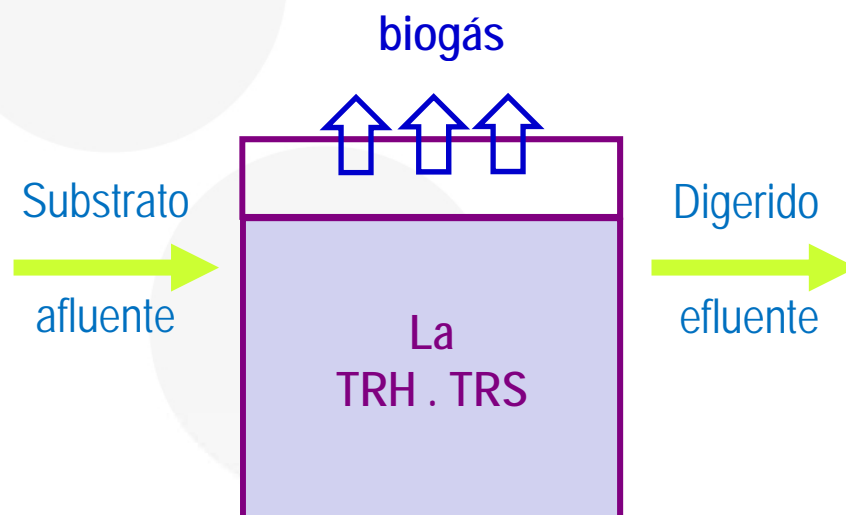


BIOGÁS / BIOMETANO

Processo:

- Conversão da matéria orgânica por microorganismos, em condições anaeróbias, originando biogás

Unidade de digestão / reactor



L_a (kg CQO $m^{-3} d^{-1}$) – carga orgânica

TRH (d) - tempo de retenção da fracção líquida . TRS (d) - tempo de retenção da fracção sólida

BIOGÁS / BIOMETANO

Processo:

- Conversão da matéria orgânica por microorganismos, em condições anaeróbias, originando biogás



CH₄ (60-70%) + **CO₂** (30-40%)
(H₂O, H₂, H₂S, azoto)

- Remoção do CO₂ + contaminantes + água = ~ **98 % CH₄ = Biometano**



Utilização equivalente à do gás natural (combustível fóssil) permitindo, no entanto, um balanço total de CO₂ mais favorável dada a sua origem renovável.

BIOGÁS / BIOMETANO

Redução nos níveis de emissões:

60 % para NO_x
50% para SO_x
98% para CO
90% para partículas PM10



Suécia testa o 1º comboio a biogás



Biogás

«Automóvel feito em Portugal corre a biogás»

Biogás produzido a partir de **estrupe de porco** permite a este carro, produzido na Autoeuropa, **atingir os 240 km/h**.
Numa posição central na feira Nordic Climate Solutions (Soluções Climáticas Nórdicas), em Copenhaga, surgiu uma inovação sueca com toque nacional. É de corrida, atinge os 240 quilómetros por hora, é fabricado em Portugal e é alimentado a excrementos de porco. Falamos do primeiro Volkswagen Scirocco com turbobiogás, criado pela empresa E.ON.



Fabricado em Portugal, na Autoeuropa, este automóvel começou por ser um veículo a biogás convencional. "A diferença é que este tem um turbo que usa menos ar: a entrada tem 38 milímetros, ao contrário dos 100 que se usam normalmente", explica o mecânico sueco Emil Löfkoist. Outra variação prende-se com o facto de os automóveis a biogás usarem, normalmente, gasolina na ignição, mas este **funciona sempre a biogás** sem perder o arranque: **vai dos zero aos 100 em 4,5 segundos**. O motor é de dois litros, com 1998 centímetros cúbicos e 280 cavalos de potência. O biogás que alimenta o veículo é feito a partir de estrupe de porco e leva um melhoramento que permite atingir uma maior potência. **Participa em várias corridas na Suécia, competindo com carros normais. "Até tem feito uns bons resultados"**

http://dn.sapo.pt/inicio/ciencia/interior.aspx?content_id=1362777&seccao=Tecnologia

Publicada por João Oliveira em [Domingo, Setembro 20, 2009](#)

Matéria-prima	Processo de conversão	Biocombustível	
Óleos vegetais	Transesterificação	Biodiesel	1ª geração
Material rico em açúcares	Hidrólise enz. / Fermentação	Bioetanol	
Efluentes agro-industriais RSUs, ETARs,...	Digestão anaeróbia	Biogás	
Óleos vegetais	-----	Óleos vegetais	
Material lenhocelulósico	Hidr. ácida /enz. e Fermentação	Bioetanol	2ª geração
Material lenhocelulósico	Gaseificação e síntese	BTL (Bio-Metanol; Bio-DME; Bio-Diesel FT)	
Óleos vegetais	Hidrogenação	H-Bio	

Biocombustíveis de 2ª Geração

BIOETANOL de 2ª geração

Matérias-primas: material lenhocelulósico

Resíduos agrícolas (palhas, carolo do milho,...) e outros materiais lenhocelulósicos (ex: aparas de madeira)



Resíduos das culturas



Aparas de madeira

Culturas energéticas (miscanto, switchgrass, choupo, salgueiro, eucalipto, etc.)



Miscanto

Switchgrass

Choupo

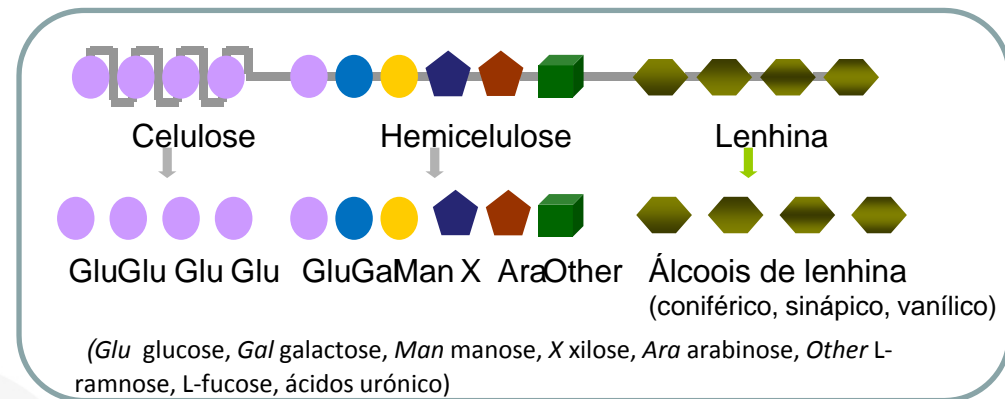
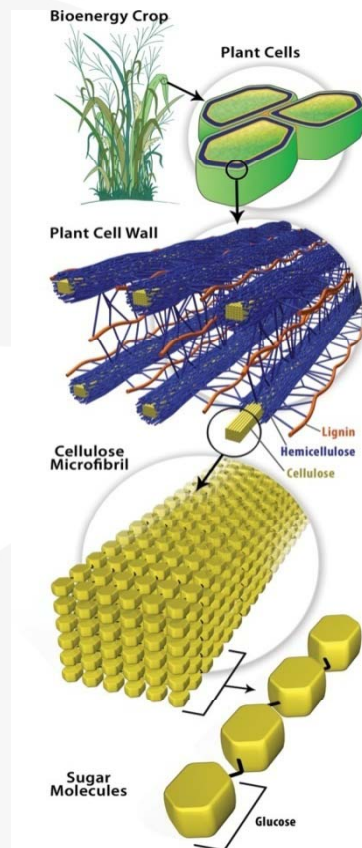
Eucalipto

Salgueiro

Biocombustíveis de 2ª Geração

BIOETANOL de 2ª geração

Composição do material lenhocelulósico

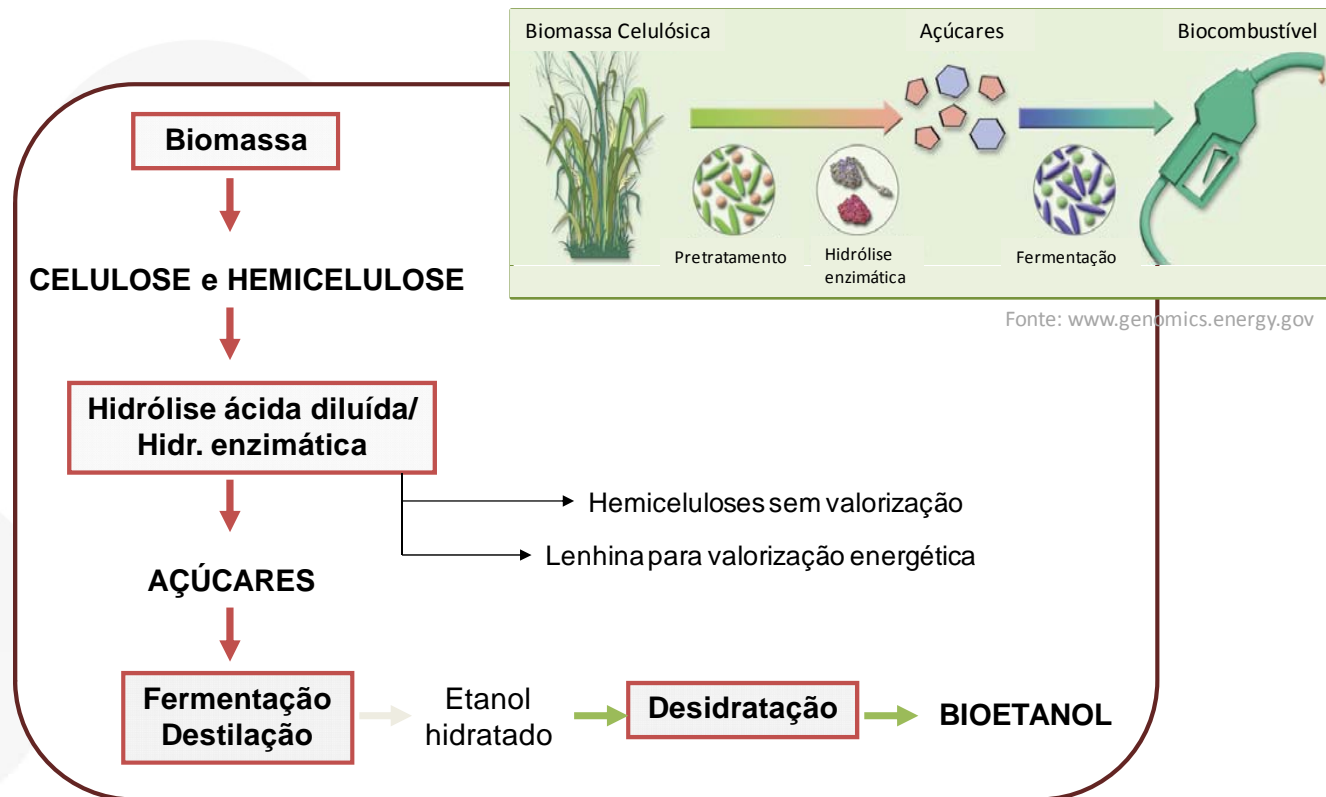


Biomassa celulósica típica contém:
40-55% celulose;
20-40% hemicelulose;
10-25% lenhina

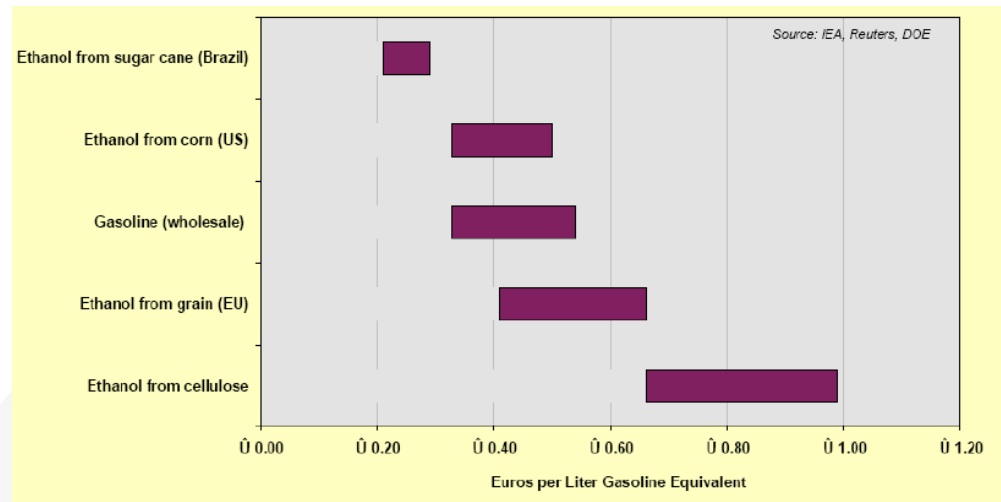
Biocombustíveis de 2ª Geração

BIOETANOL de 2ª geração

Tecnologia do bioetanol de biomassa agro-florestal



Comparação de custos de bioetanol e gasolina (2006)



Principais obstáculos aos biocombustíveis de 2ª geração

- ✓ Elevado custo inicial de investimento
- ✓ Elevado custo do produto final, quando comparado com os combustíveis fósseis ou com os biocombustíveis de 1ª geração

**Para todos os biocombustíveis
(1ª ou 2ª geração)**

É OBRIGATÓRIO EXIGIR E GARANTIR:

**CrITÉrios de sustentabilidade para a sua
produção**

(Artº 17º da **Directiva 2009/28/CE** de 23 Abril 2009)



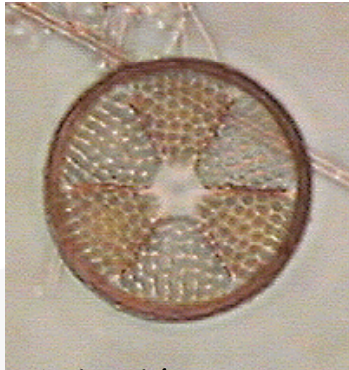


MICROALGAS...

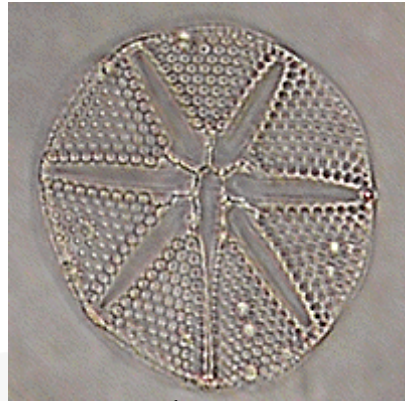
Um fabuloso mundo ao microscópio...

GRANDE DIVERSIDADE MORFOLÓGICA

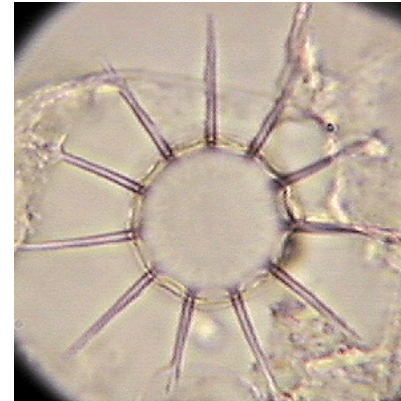
Diatomáceas



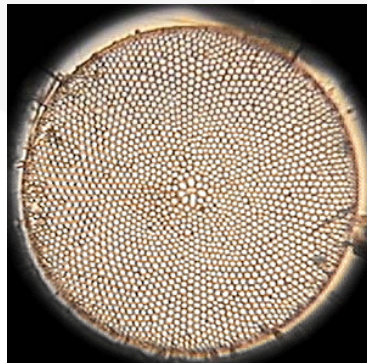
Actinoptichus



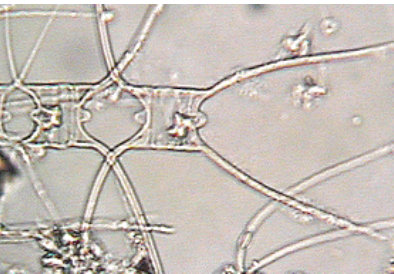
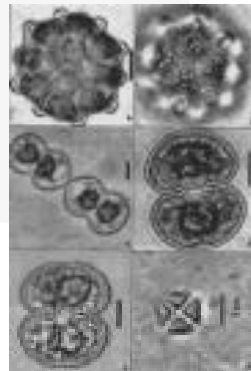
Arteromphacus



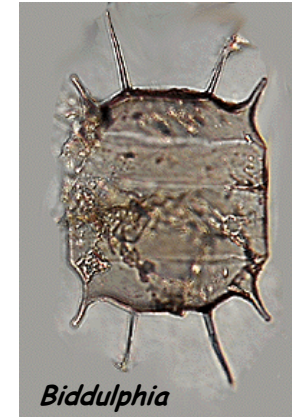
Bacteriastrum



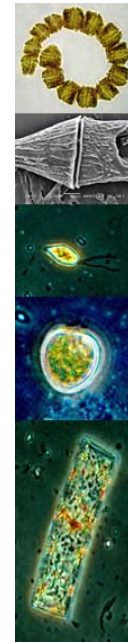
Coscinodiscus



Chaetoceros

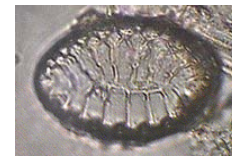
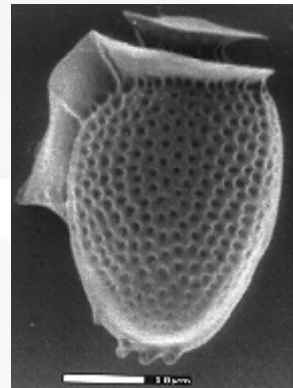
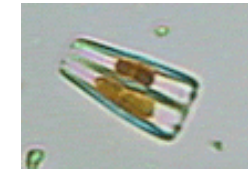
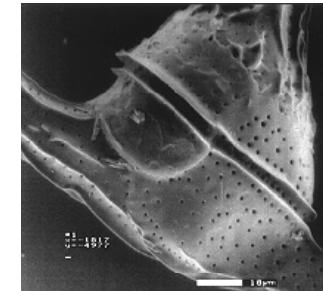
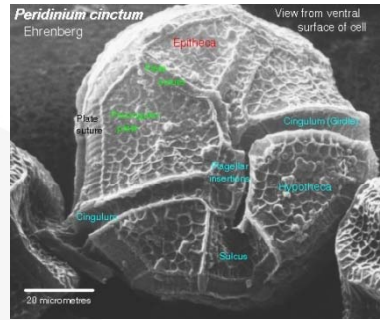
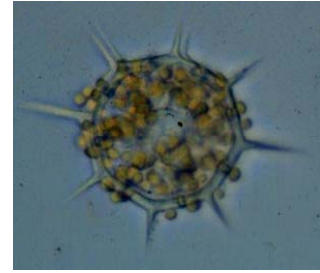
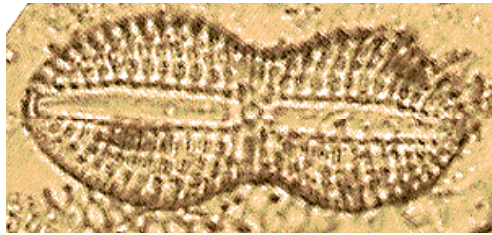


Biddulphia



Cymbella

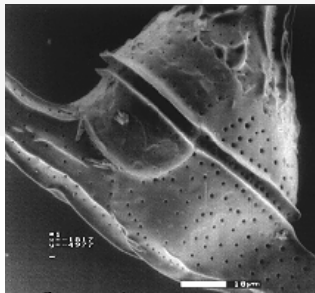




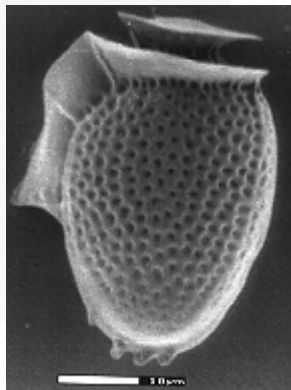
Dinoflagelados



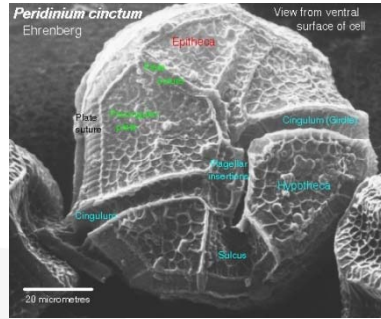
Ceratium



Ceratium



Dinophysis

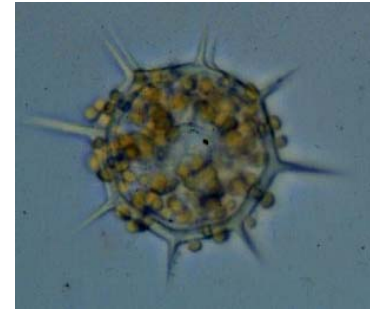


Peridinium

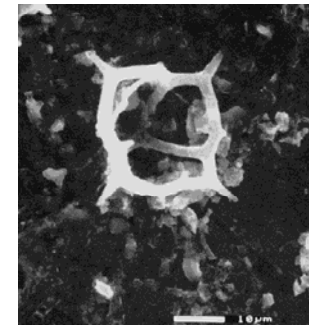


Protoperidinium

Silicoflagelados

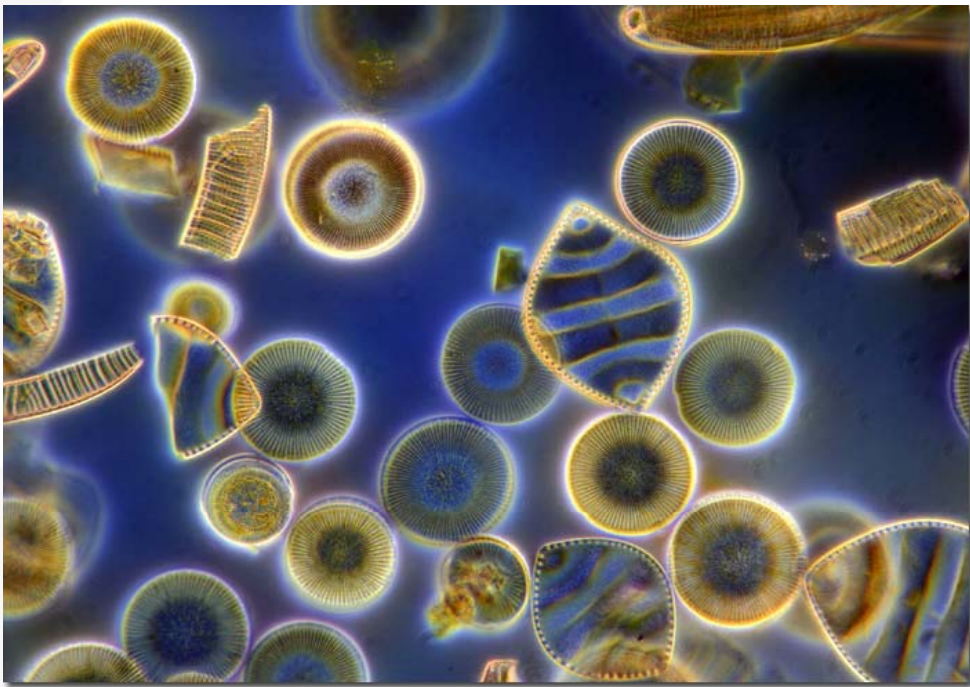
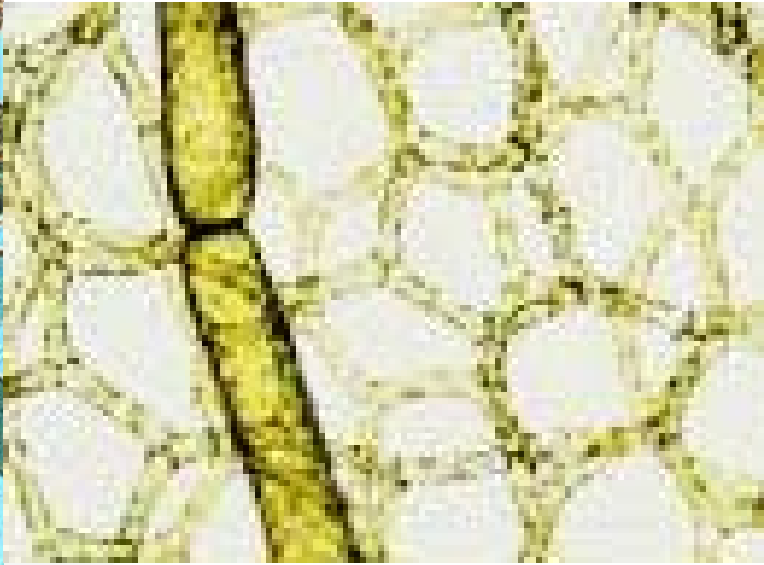


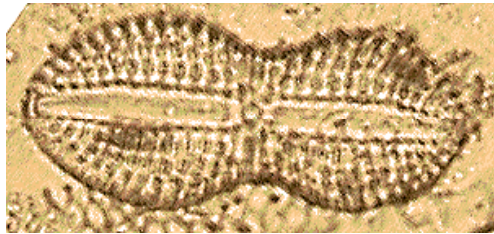
Dietephanus speculum



Dictyache fibula

GRANDE DIVERSIDADE MORFOLÓGICA





Diploneis



Navicula



Eucampia



Fragilaria



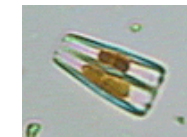
Fragilaria



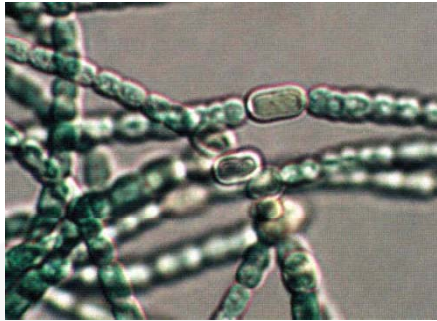
Hemiaulus



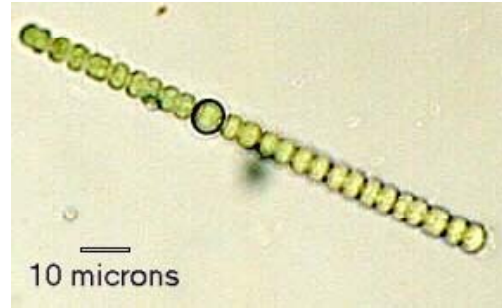
Surirella



Cianobactérias - algas azuis-verdes



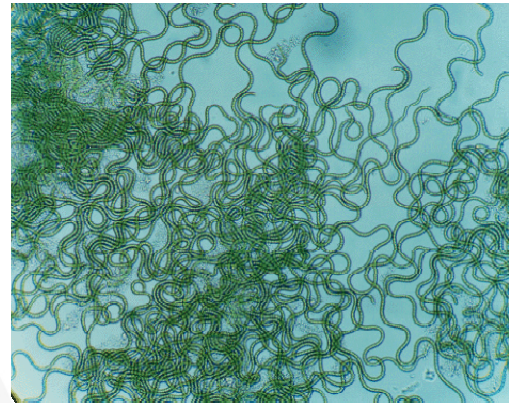
Anabaena



Lyngbya



Spirulina - Arthrospira



Oscillatoria



Nostoc



Phormidium cruentum

MULTICELULARES

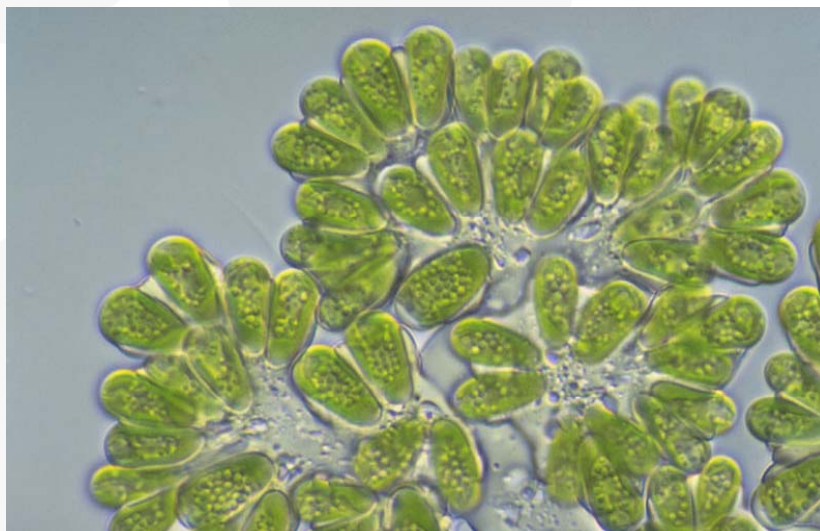
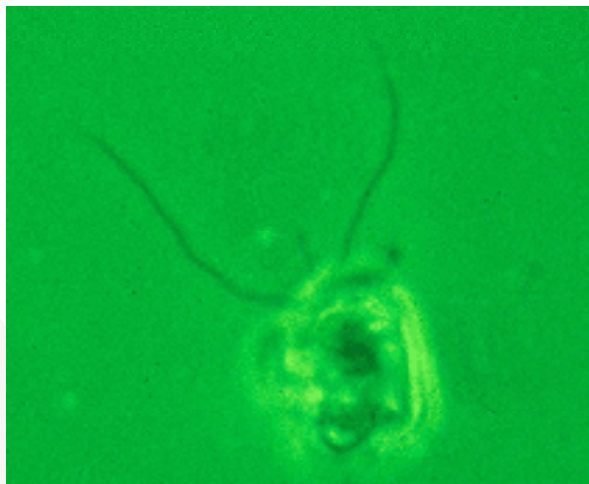


FILAMENTOSAS



COLONIAIS

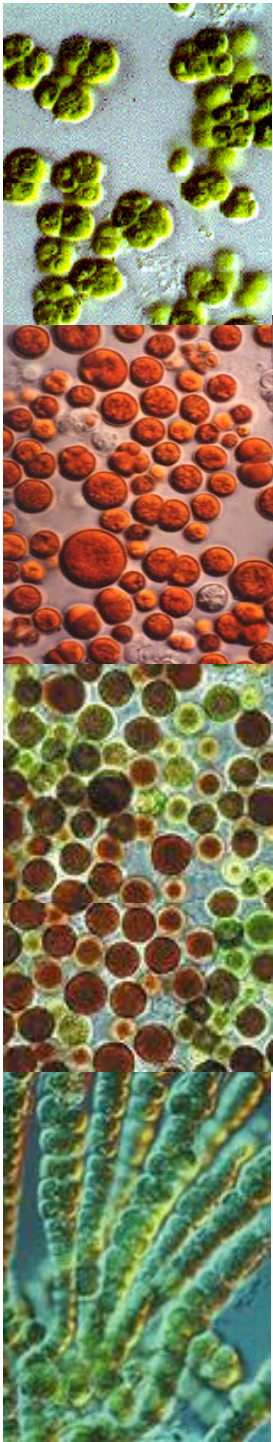




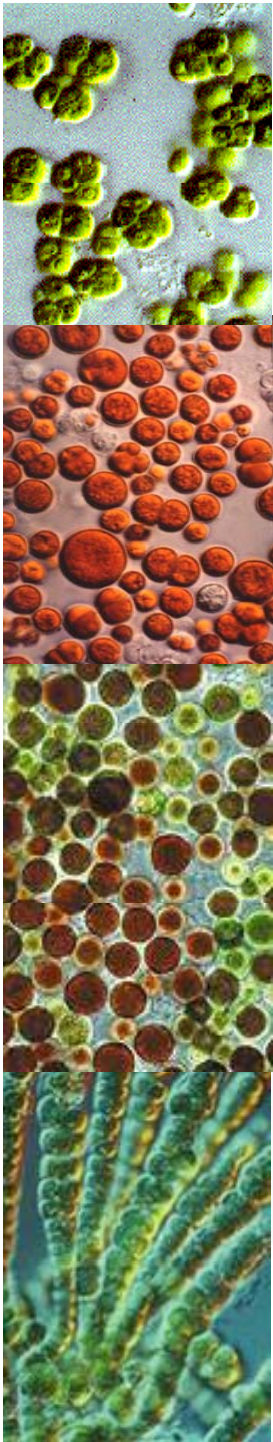
GRANDE DIVERSIDADE DE MÉTODOS/MECANISMOS DE LOCOMOÇÃO

Microalgas

- não sazonalidade
- utilização de terrenos marginais
- utilização de água imprópria para a agricultura (doce residual, efluentes vários, água salgada, água salobra)
- adaptação a níveis tecnológicos diferentes
- co-aproveitamento de outros metabolitos
- fácil scale-up



Microalgas



- baixas densidades celulares
- pequena dimensão celular
- colheita cara
- contamináveis em reactores abertos ao ar livre
- sobreaquecimento (verão)
- deposição de biomassa nas paredes e perda de transparência nos reactores

Fotobioreactores



Fotobioreactores



Fotobioreactores



Problemas

Grandes extensões
Contaminações





Novagreen GmbH, Germany



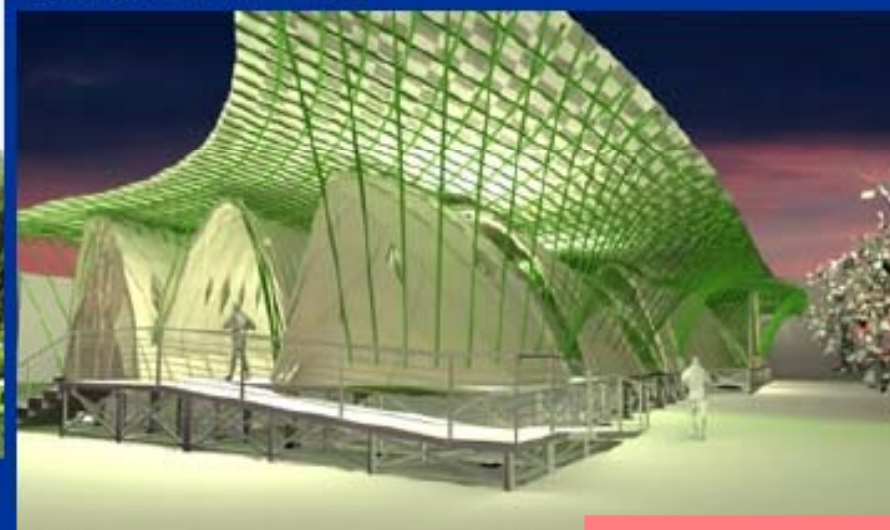
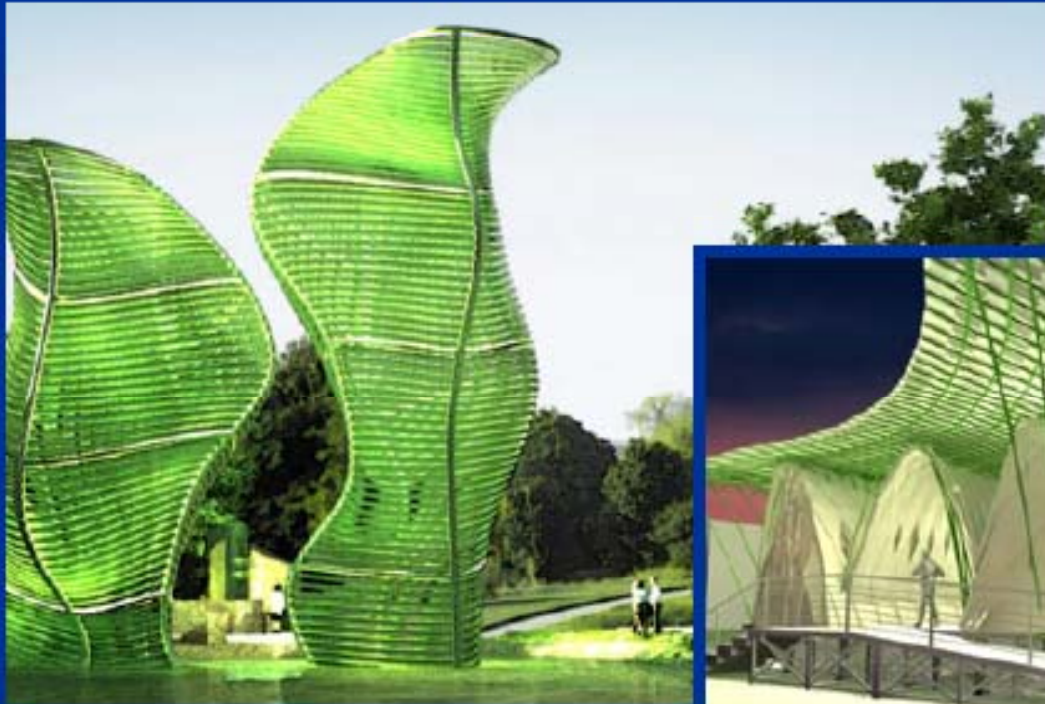
Vertigro Energy



www.bioenergy-noe.org



Fotobioreactores futuristas



www.inhabitat.com

Investimento nos sistemas de cultura

US\$ (2008)



Vertical 'bags'

\$181,000/ha
(95 ha facility)

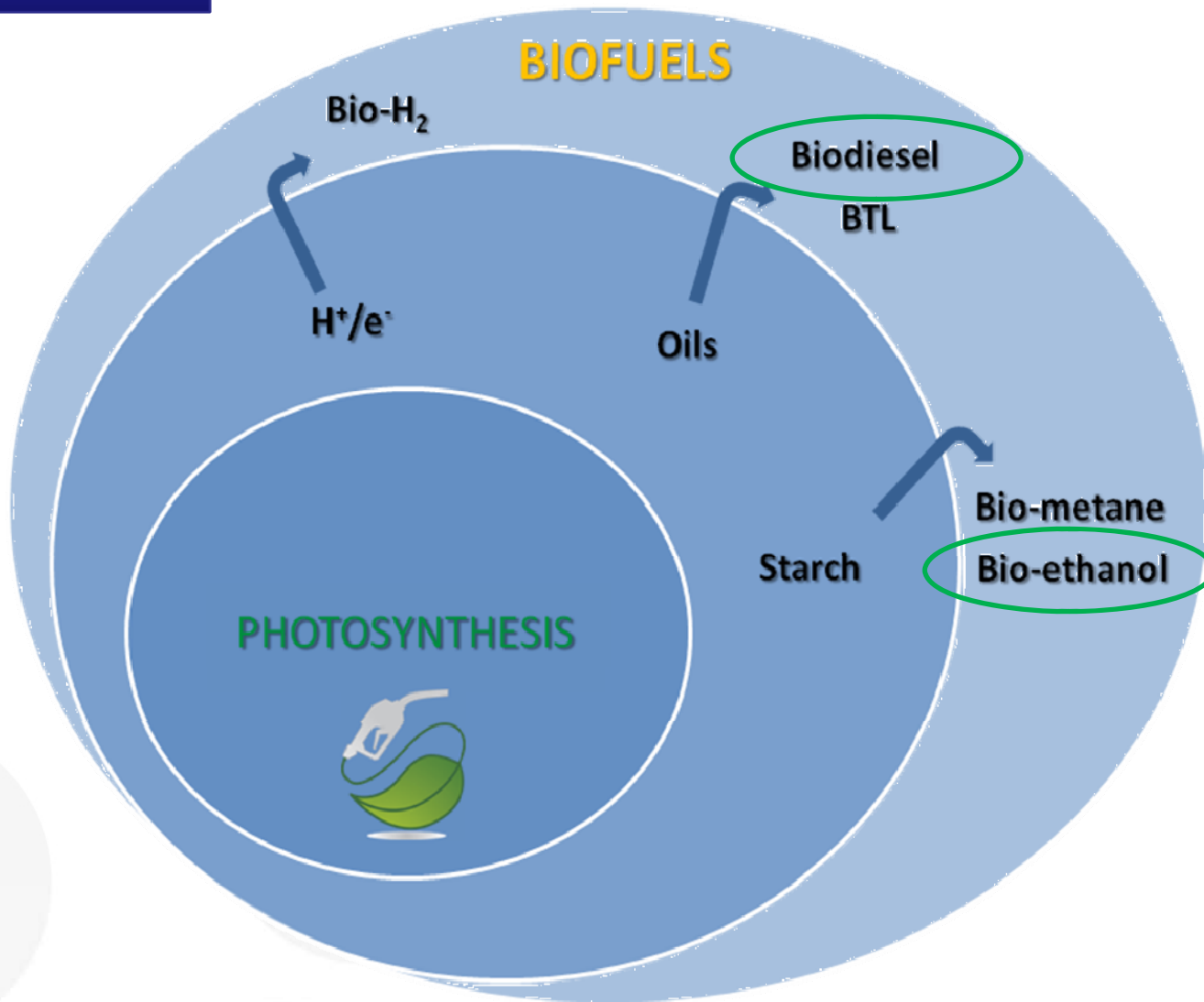
inovagreen



Vertical columns



BIOCOMBUSTÍVEIS



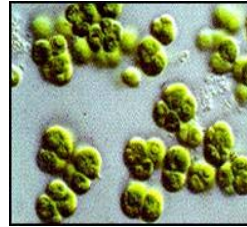
LNEG



LNEG

Screening espécies microalgas BIODIESEL

Chlorella vulgaris (INETI 58) (Cv)



Spirulina maxima (Sp)



Nannochloropsis sp.(Nanno)

Neochloris oleabundans (UTEX, USA) (Neo)

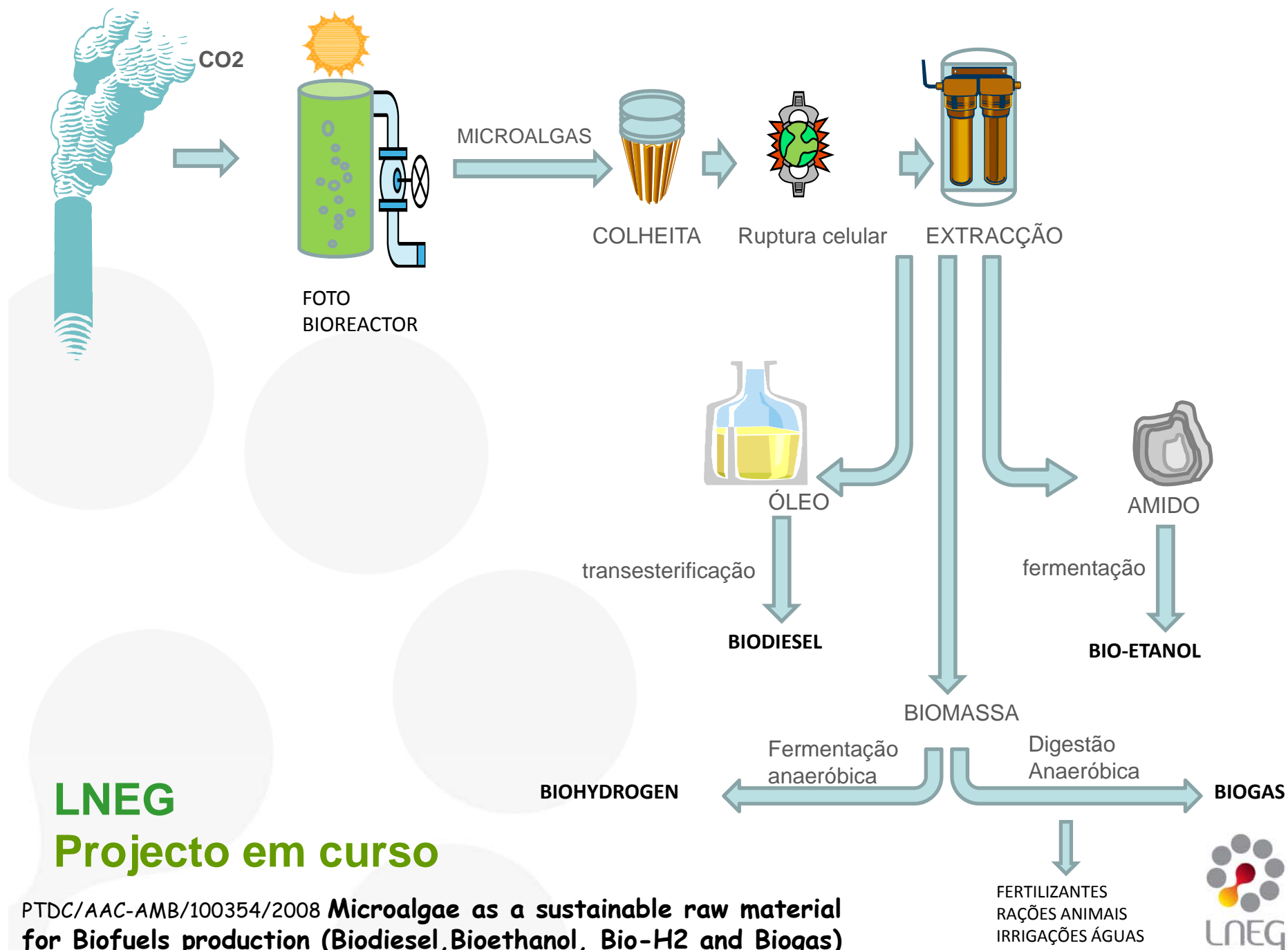


Scenedesmus obliquus (FCTU Coimbra) (Sc)



Dunaliella tertiolecta (IPIMAR) (Dt)





LNEG

Projecto em curso

PTDC/AAC-AMB/100354/2008 **Microalgae as a sustainable raw material for Biofuels production (Biodiesel, Bioethanol, Bio-H₂ and Biogas)**

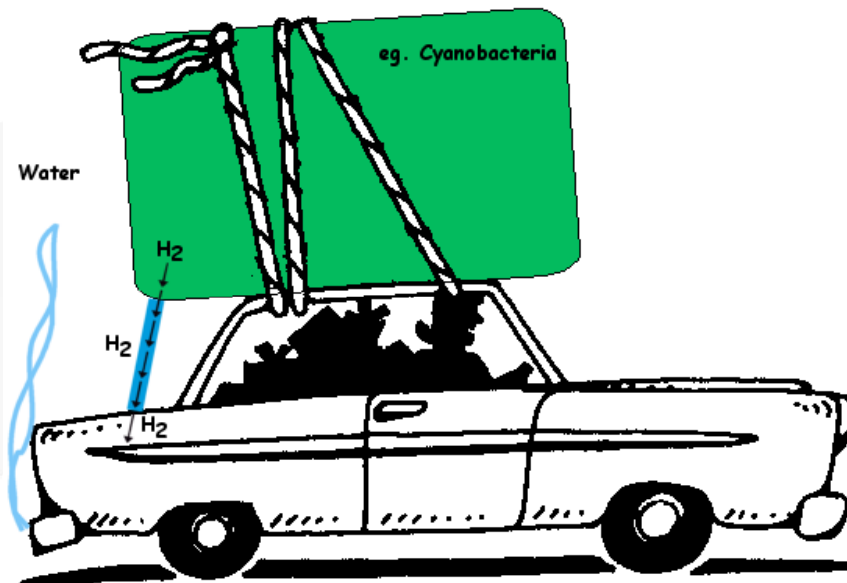


LNEG

Projecto em curso



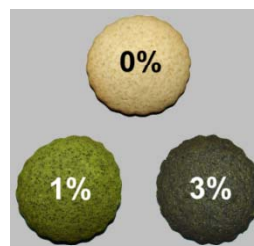
PTDC/ENR/68457/2006 Biohydrogen production from the cyanobacteria *Anabaena* sp. and its mutants.



LNEG

Projecto em curso

PTDC/AGR-ALI/65926/2006 **Pigments, antioxidants and polyunsaturated fatty acids from microalgae in food products.**



bolachas



caviar



maioneses



pudins



massas



Questões ?...



LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P.

www.lneg.pt