

PEA 3110

Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade

Aula 5 - Fontes Renováveis de Energia

Biomassa
Células a Combustível
Geotérmica e outras



Fontes Renováveis

Biomassa

- Rejeitos Agrícolas
- Bagaço da cana
- Fazendas energéticas
- Incineração do lixo urbano
- Biogás de esgotos domésticos
- Biogás de efluentes industriais
- Biogás de aterros

Oceânica

- Marés
- Corrente de maré
- Ondas costeiras
- Ondas do mar
- Térmica Oceânica
- Gradiente de salinidade

Geotérmica

- Hidrotérmica
- Geopressurizada
- Rochas secas quentes
- Magma

Hidrelétrica

- Pequena escala
- Média escala
- Grande escala

Solar

- Heliotermelétrica
- Solar térmica
- Arquitetura solar
- Fotovoltaica
- Termoquímica
- Fotoquímica

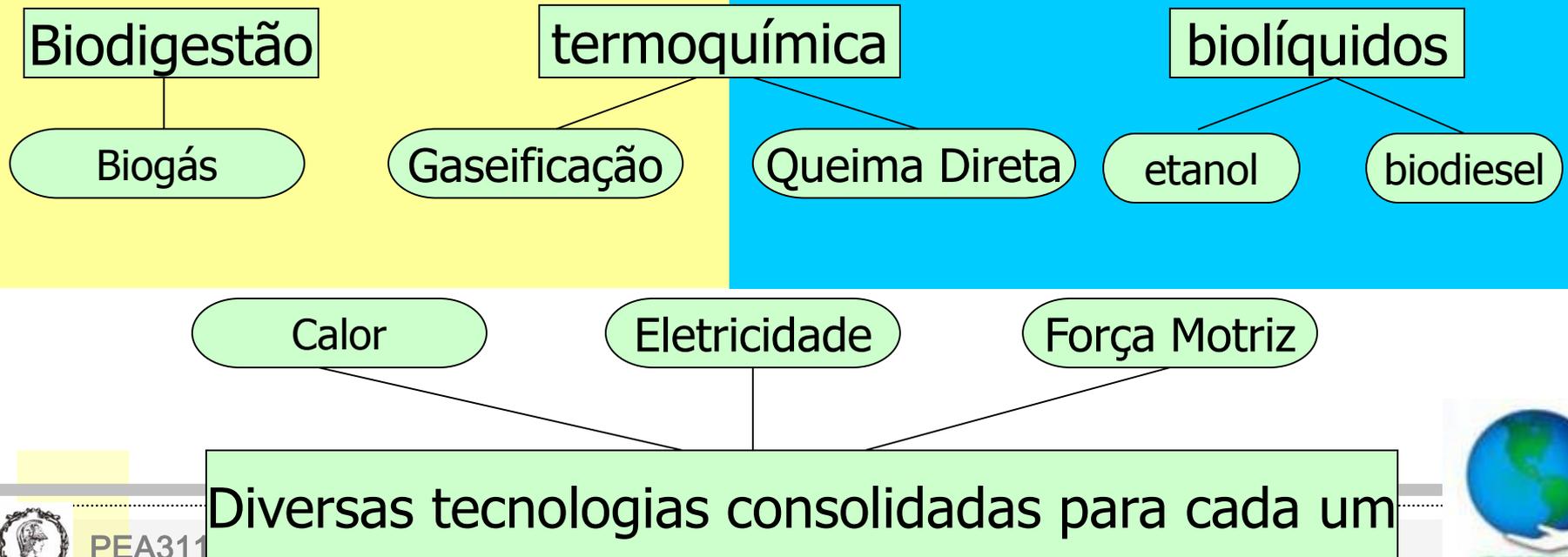
Eólica

- Em terra firme
- No mar
- Bombas de ar

Rotas de conversão

Biomassa

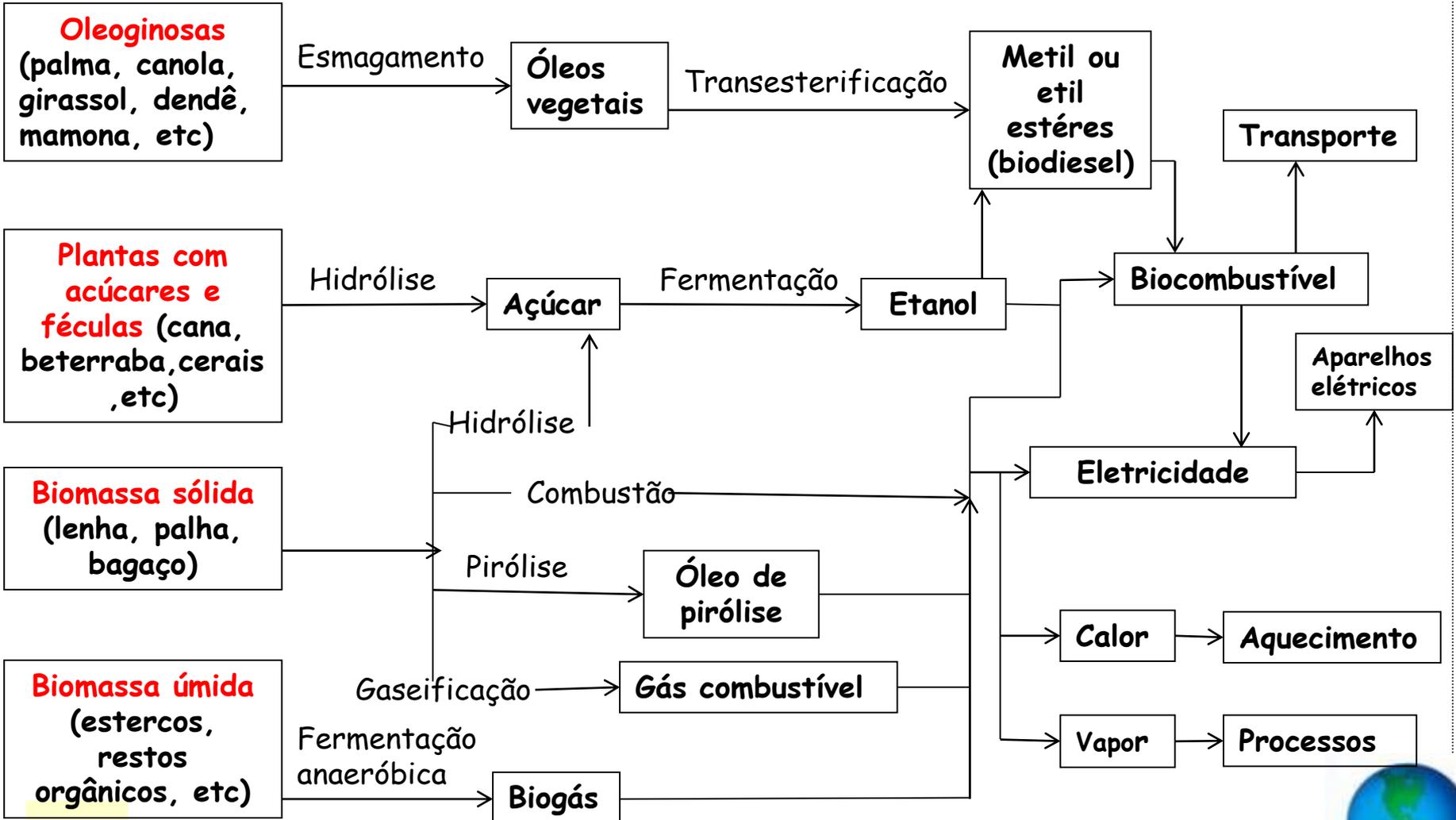
Lodo de Esgoto, lixo, bagaço de cana, madeira etc.



Rotas de conversão

- **Termoquímica**
 - Combustão Direta do combustível para calor e geração
 - Conversão para combustível gasoso
- **Conversão Biológica**
- Digestão bacteriana - conversão da biomassa em biogás
- **Rota Biolíquida**
 - Biodiesel
 - Etanol

BIOMASSA



Características da biomassa

Combustível	Umidade(%)	Poder calorífico superior (kWh/kg matéria seca)	Cinzas (% de matéria seca)
Lenha sem casca	50-70	5.1-5.6	0.4-3.0
Bagaço	70	1.8	1.7
Bagaço seco	0-20	5.0	1.0-3.0
Pellets	<10	>4.7	<0.7
Carvão	6-10	7.2-7.9	8.5-10.9

Aplicações da biomassa

Sistemas estacionários :

Energia Elétrica
Energia Térmica

Motores a combustão
Turbinas a vapor e a gás,
caldeiras,
fornos,
célula a combustível (hidrogênio
reformado),
cogeração

Transporte: motores, célula a combustível

Ex: Uso de biomassa: Ciclo integrado de gaseificação e cogeração - turbina a gás

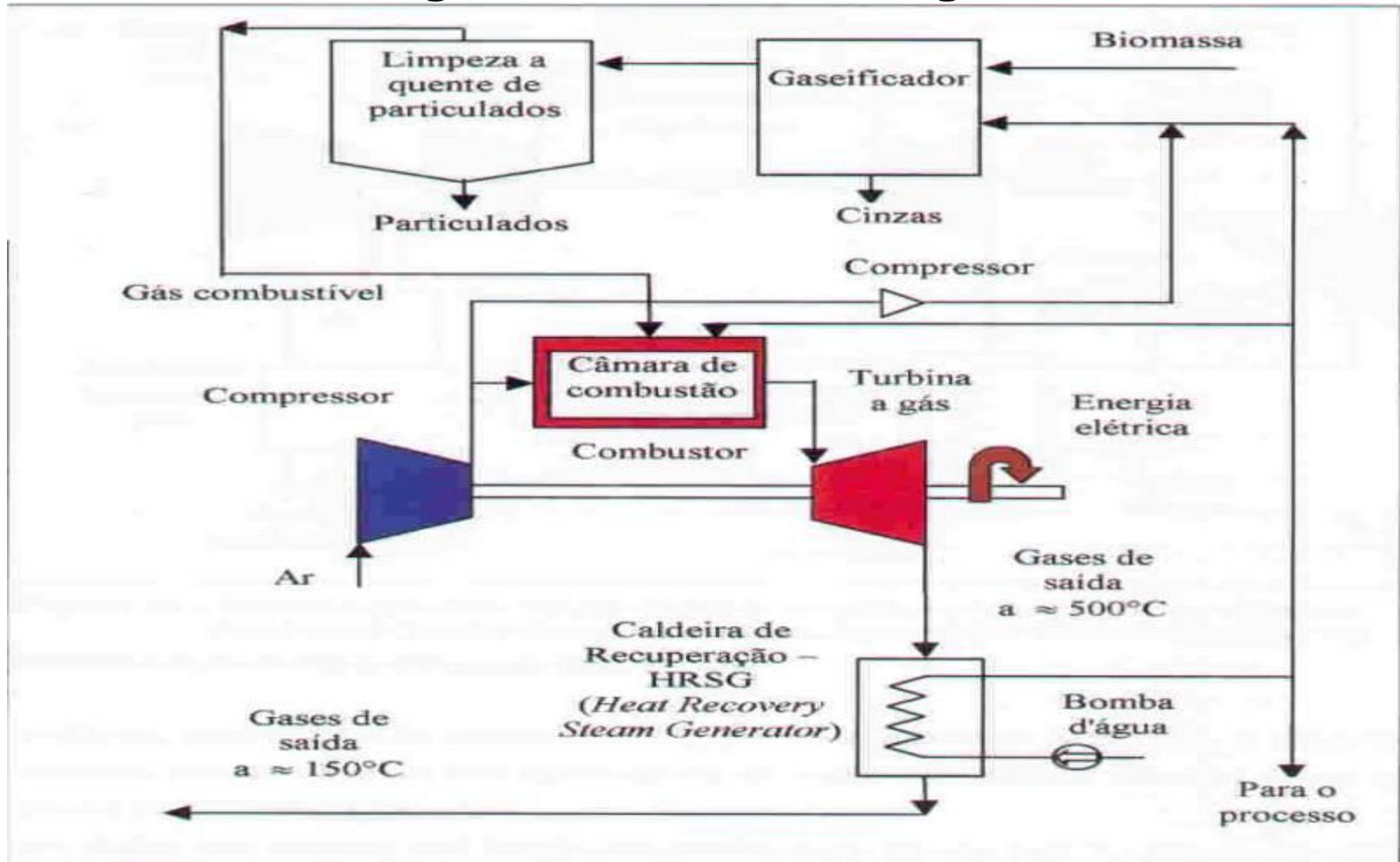
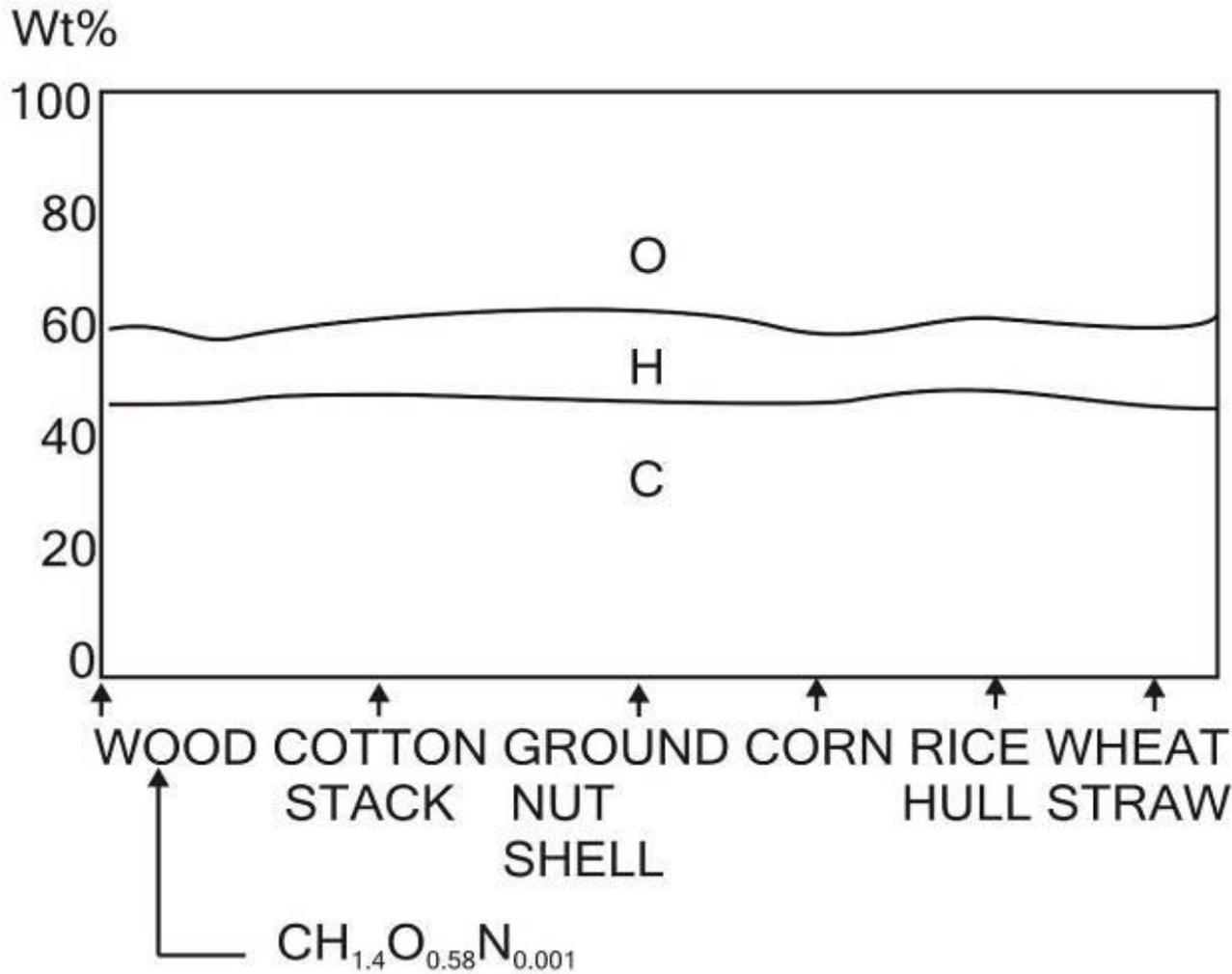


Figura 14 - Turbina a gás com injeção de vapor integrada a gaseificador de biomassa - Biomass Integrated Gasifier/Steam Injected Gas Turbine (BIG/STIG).

Biomassa - Composição



lenha Resíduos Cascas milho Palha Resíduo
algodão amendoim arroz s Trigo

Combustão - Comparação

Combustível	Energia MJ/kg	Temperatura K
Petróleo	40 - 44	1800 - 1900
Lenha	14 - 17	1300 - 1700
Palha de arroz	10 - 13	1000 - 1300

Fonte: Biomass to Energy, IISc, Bangalore, 2003

- Temperaturas alcançadas na biomassa não são muito menores que as do petróleo

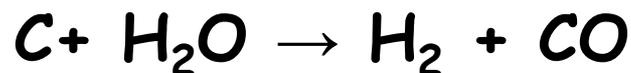
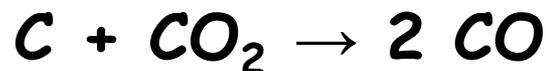
O que é o Processo de Gaseificação de Biomassa

- Biomassa contém carbono, hidrogênio, oxigênio e pequenas quantidades de outros elementos
- Na combustão com Ar: CO_2 e H_2O são gerados
- Na combustão com pouco Ar, ou sub-estequiométrica podem ser gerados produtos como CO e H_2 : "*queima mal feita*".

O gás resultante do processo de combustão sub-estequiométrica é o **Gás Produzido (Gasogênio)**

Etapas do Processo de Gaseificação

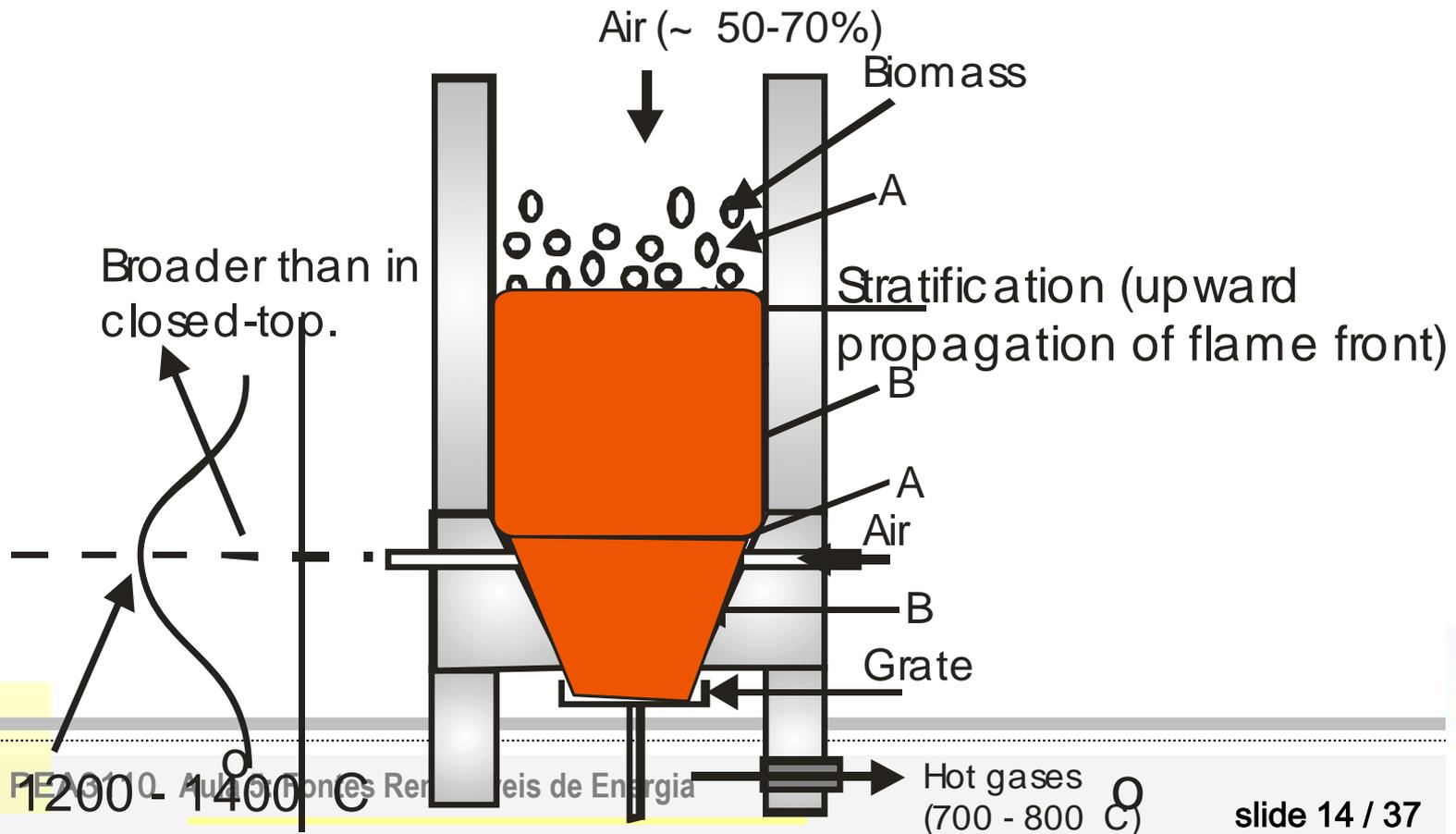
- Aquecimento da biomassa e liberação de materiais voláteis
- Combustão dos materiais voláteis com Ar aquecimento da biomassa e aumentando a temperatura dos gases para algo em torno de 1200-1400°C
- Os gases quentes produzidos, que contém CO_2 and H_2O reagem com o carbono (carvão) e geram CO e H_2
Estas são reações endotérmicas que trazem as temperaturas para a faixa em torno de 600-700°C



Composição do Gas Produzido

CO	18 – 20 %
H2	18 – 20 %
CH4	1– 2 %
CO2	11 –12 %
N2	Restante

Gaseificador Open top - IISC



Combustão - Comparação

Combustível	A/C (ar/Comb)	Densidade Energética MJ/m ³
Petróleo	18	2,83
Gás Natural	18	3,00
Gás Produzido	1.2	2.40
Biogás	11	2.30

Fonte: Biomass to Energy, IISc, Bangalore, 2003



Centrais de Biomassa

Usina Ankhur - Índia - 1,2 MW - Cascas de Coco Gaseificação







INCINERAÇÃO DE LIXO E BIODIGESTÃO

Possibilidades de conservação e produção de energia através da utilização de resíduos sólidos urbanos e rurais.

Conservação

Reciclagem

Redução

Reutilização

Recuperação energética

Combustão de material orgânico

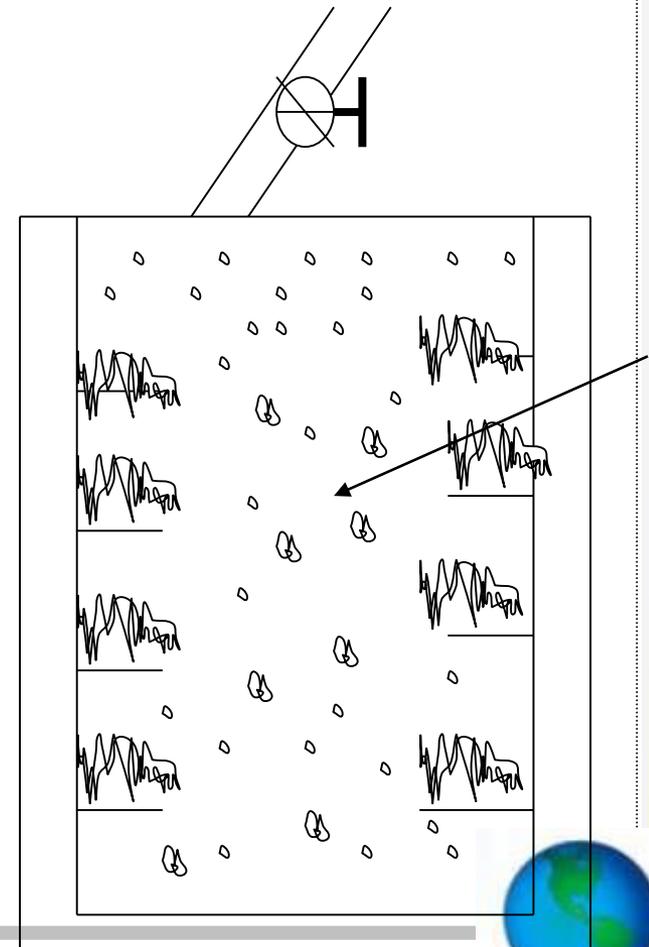
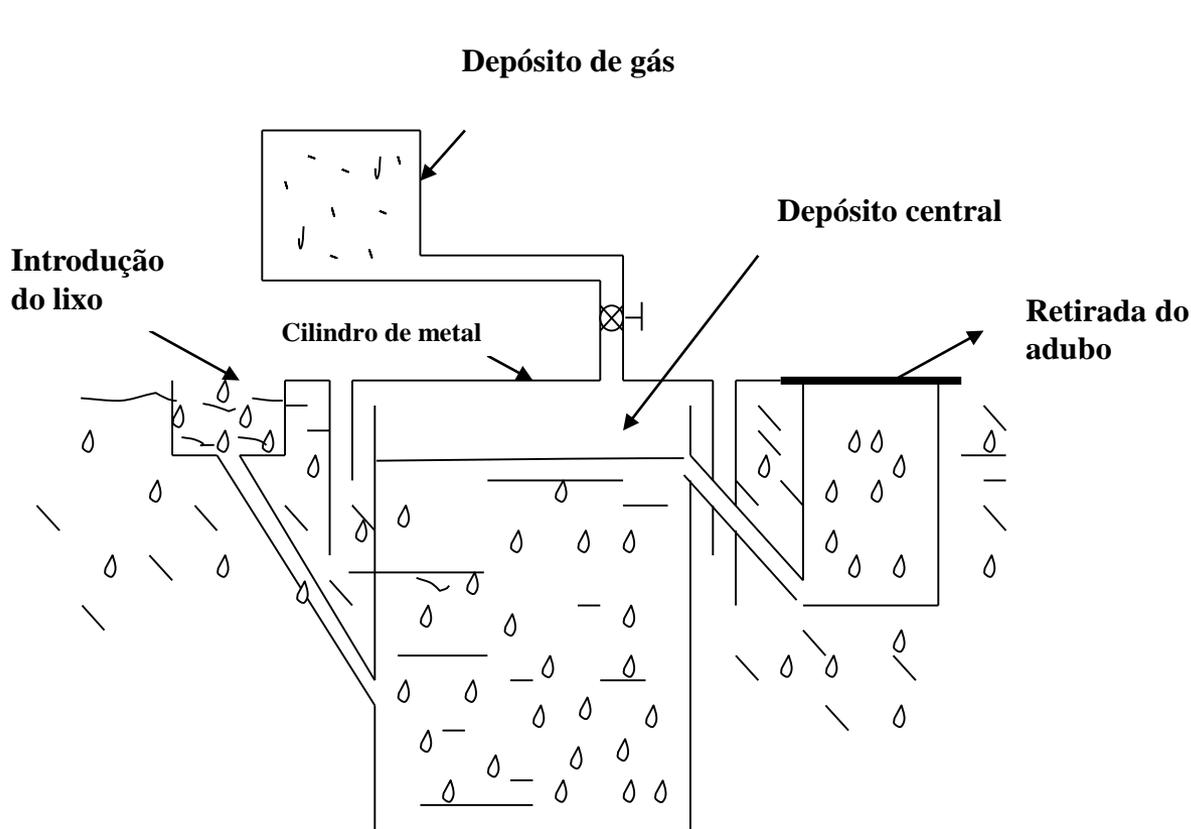
Incineração de plásticos e pneus

Biodigestão de material orgânico

Ex: Biodigestores - Produção de biogás a partir da matéria orgânica

BIODIGESTOR DESCONTÍNUO

BIODIGESTOR CONTÍNUO



OLEAGINOSAS

O termo **oleaginosas** envolve um grande número de plantas produtoras de óleos e gorduras vegetais, com composição química muito variada.

CARACTERÍSTICAS DE ALGUMAS VEGETAIS OLEAGINOSAS DE POTENCIAL USO ENERGÉTICO

Espécie	Origem do óleo	Conteúdo do óleo (%)	Ciclo para a máxima eficiência	Rendimento em óleo (t/há)
Dendê	Amêndoa	20	8 anos	3,0 – 6,0
Avacate	Fruto	7-35	7 anos	1,3-5,0
Coco	Fruto	55-60	7 anos	1,3-1,9
Babaçu	Amêndoa	66	7 anos	0,1-0,3
Girassol	Grão	38-48	anual	0,5-1,9
Colza	Grão	40-48	anual	0,5-0,9
Mamona	Grão	43-45	anual	0,5-0,9
Amendoim	Grão	40-43	anual	0,6-0,8
Soja	Grão	17	anual	0,2-0,4
Algodão	Grão	15	anual	0,1-0,2

BIODIESEL

É obtido através da reação de óleos vegetais com um intermediário ativo, formado pela reação de um álcool com um catalisador, processo conhecido como **transesterificação**. Os produtos da reação química são um **éster (o biodiesel)** e **glicerol**.

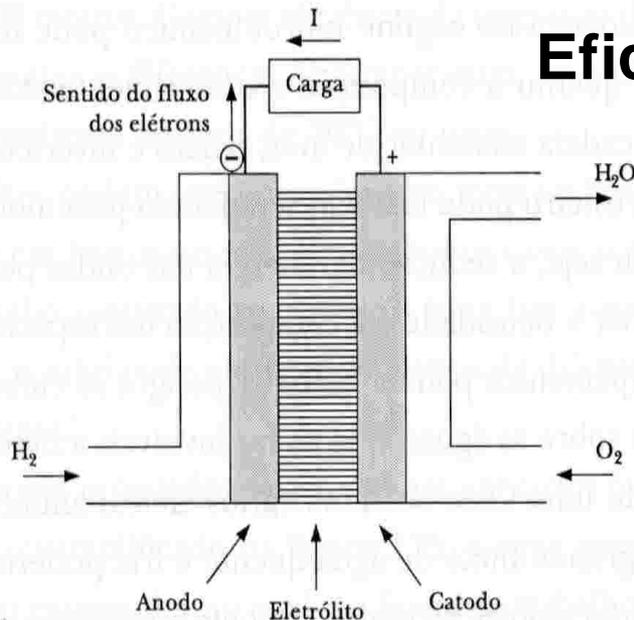
- **Utilização de óleos vegetais para queima em motores de combustão interna para geração de eletricidade:**

- a) Utilização de misturas de óleos vegetais com Diesel
- b) Utilização de ésteres de óleos vegetais
- c) Utilização de óleos vegetais craqueados

- **Utilização em motores multicomcombustível**

Ex: Células de combustível : geração de energia elétrica e vapor (reforma do etanol)

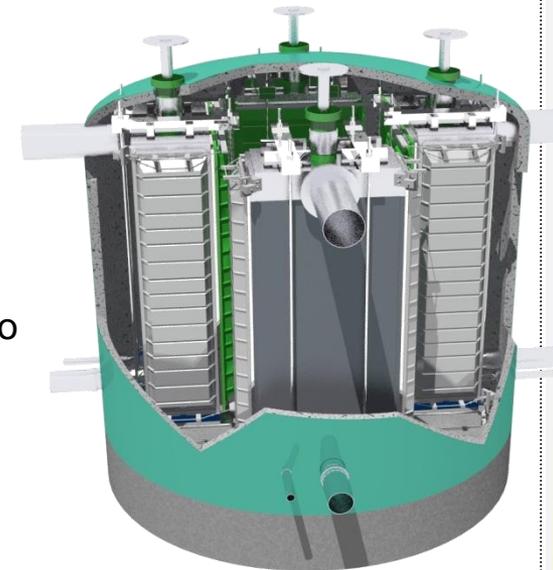
Numa célula de combustível, o combustível, suprido constantemente em um dos eletrodos - o anodo -, reage eletroquimicamente com um oxidante (oxigênio) suprido no outro eletrodo. Entre os eletrodos encontra-se um eletrólito composto por material que permite o fluxo de íons, induzindo assim uma corrente elétrica através do circuito externo.



Eficiência = 55%

Classificação: Tipo de eletrólito

- ácido fosfórico
- carbonato fundido
- óxido sólido



CÉLULAS A COMBUSTÍVEL

TIPOS DE CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL	TEMPERATURA DE OPERAÇÃO (°c)	APLICAÇÕES TÍPICAS	FABRICANTES REPRESENTATIVOS
MEMBRANA DE TROCA DE PRÓTONS	80	Veículos, residências, geradores portáteis	Avista Labs, Ballard Power Systems, H. Power, Plug Power
ÁCIDO FOSFÓRICO	200	Fábricas, edifícios comerciais, hospitais	Onsi (Unidade da United, Technologies Corp)
CARBONATO FUNDIDO	650	Estações de força de pequenas a grandes	Energy Research, Fuel Cell Energy, M-C Power
ÓXIDO SÓLIDO	1000	Estações de força de pequenas a grandes	Global Thermoelectric, Siemens Westinghouse Power

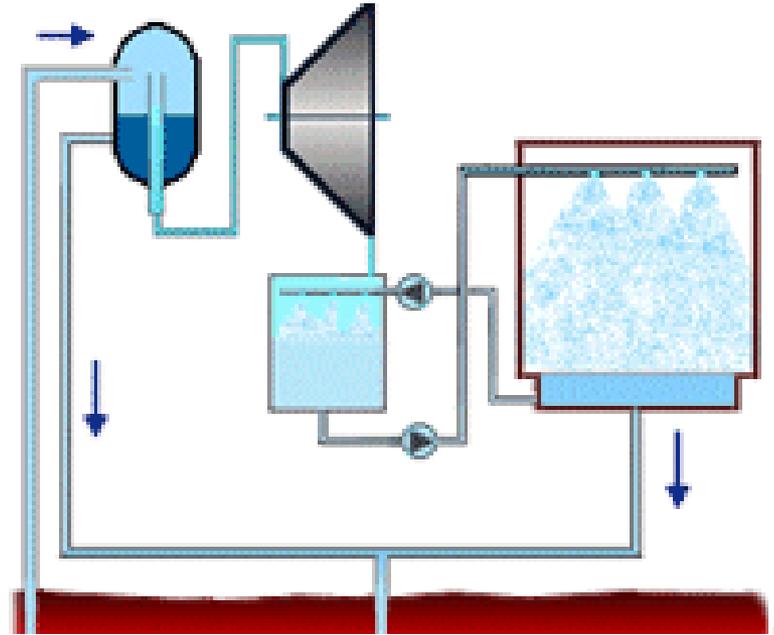
Centrais Geotérmicas

Pode ser feita de quatro maneiras:

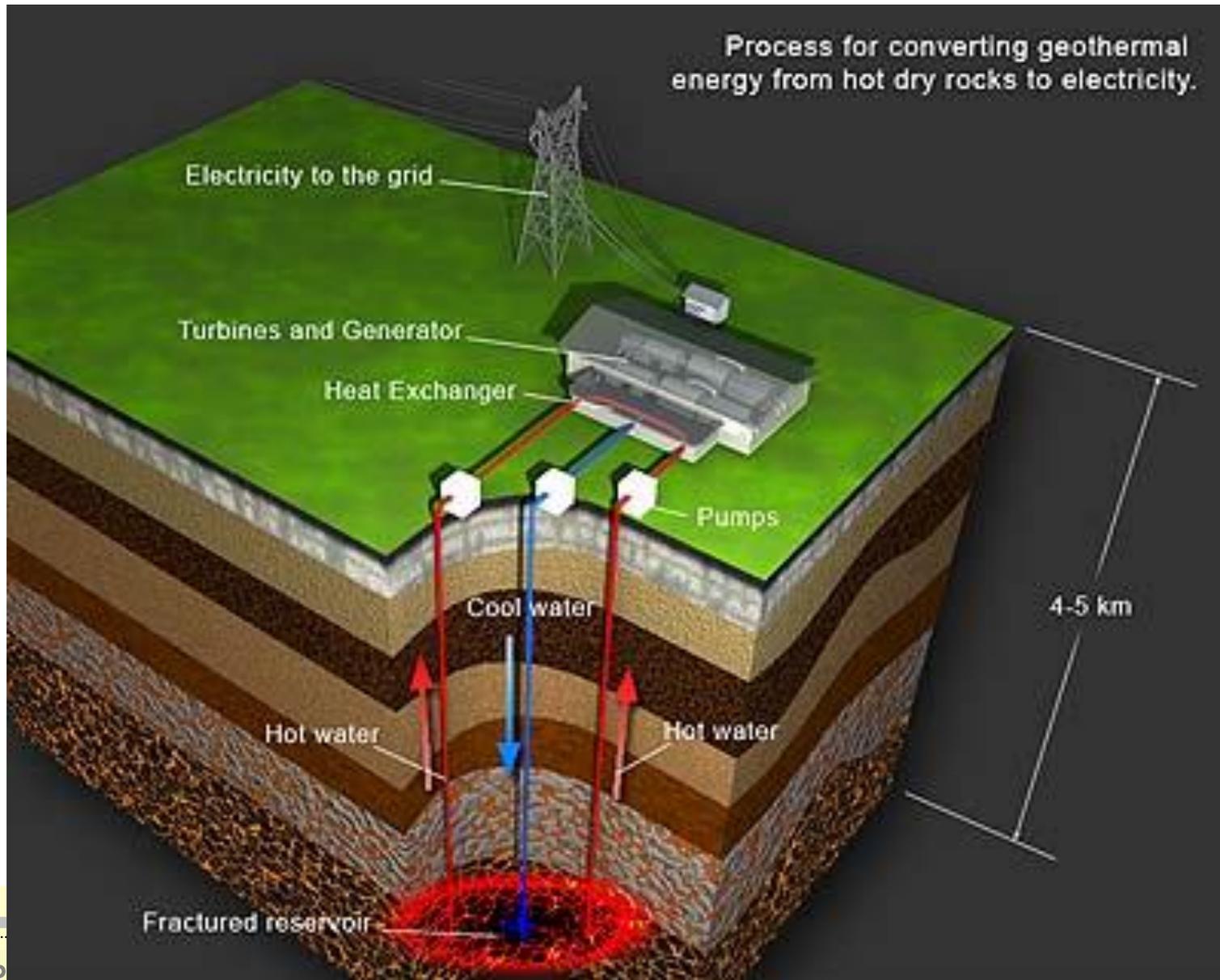
- Energia hidrotérmica: reservatórios de água quente e/ou vapor aprisionados entre rochas e sedimentos da crosta terrestre são utilizados para produção de calor;
- Rocha quente e seca: um poço profundo é perfurado e a água é injetada retirando-a aquecida de um outro poço de retorno;
- Reservatórios geopressurizados: contém uma mistura de água e metano saturada e sob uma pressão elevada;
- Magma: em certas regiões pode-se extrair calor do magma injetando-se água nesse magma criando uma espécie de buraco trocador de calor.

Ciclo Rankine - UTEs Geotérmicas

- Existem em funcionamento diversos tipos de centrais geotérmicas. Nestas centrais, é utilizado vapor ou água quente sob pressão, produzida pela energia geotérmica, para acionar diretamente as turbinas da central, ou efetuar a passagem a vapor da água no circuito secundário, que aciona as turbinas da central



Centrais Geotérmicas



Centrais Geotérmicas

Mundo - 2010: 11 GW - 67.2 TWh de eletricidade

2011 - Operando em ao menos 24 países, principais:

- EUA: 3.1 GW
- Filipinas: 1.9 GW
- Indonésia: 1.2 GW
- México: ~ 1 GW
- Itália: 0.9 GW
- Nova Zelândia: ~ 0.8 GW
- Goenlândia: 0.6 GW
- Japão: 0.5 GW

Central Geotérmica Pico Vermelho - S. Miguel/Açores/Portugal

CG Pico Vermelho

Potência	10 MW
Produção anual	80 GWh
Produção de vapor	56 T/hora
Pressão	6 bar
Fator de capacidade	0,9
Participação no sistema elétrico Açoriano	37 %



Centrais a Energia Solar

Sistemas Hélio-convectivos

- Protótipo espanhol
 - Operação entre 82 - 89
 - Potência 50 kW

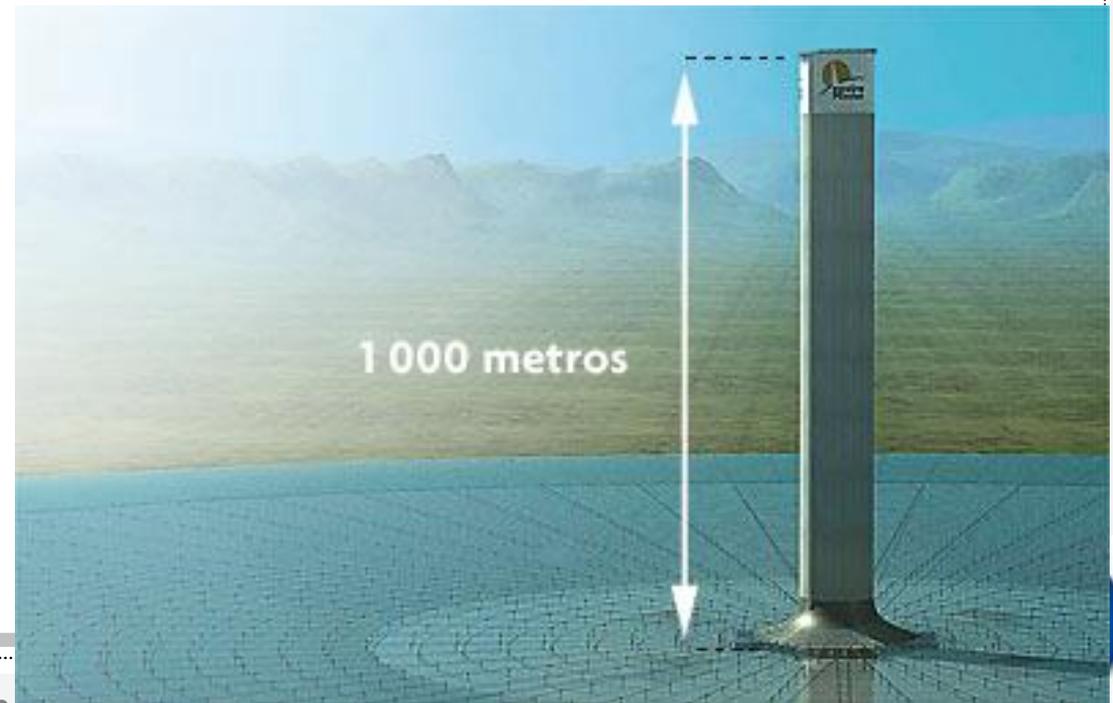


Centrais a Energia Solar

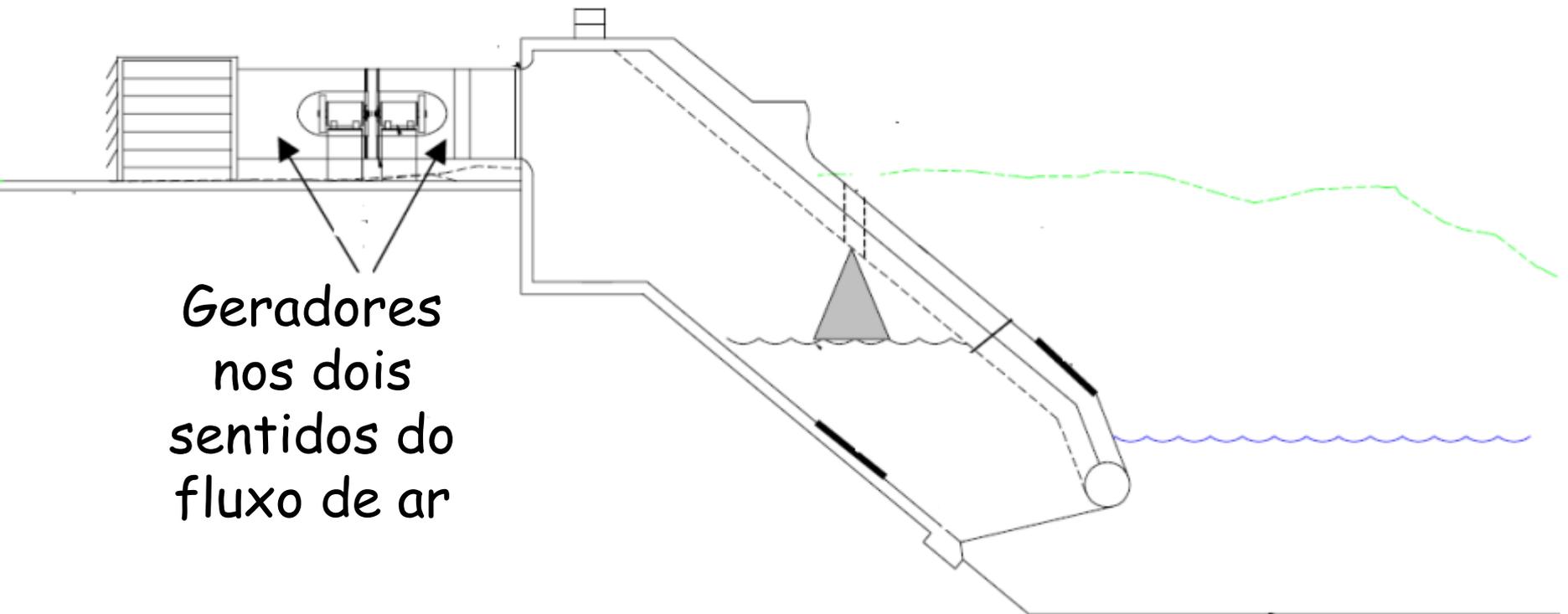
Sistemas Hélio-convectivos

- **Projeto**

- Local: Deserto Austrália
- Torre de 1000 m altura e 130 m diâmetro;
- Mais alta construção do mundo;
- Painel solar de 20 km quadrados;
- Pronta em 2009
- 32 Turbinas no interior da torre;
- Geração de 200 MW.



Layout de uma central a ondas - Usina de Islay Escócia



Geradores
nos dois
sentidos do
fluxo de ar

Usina de Islay (500 kW) Escócia



Central a ondas

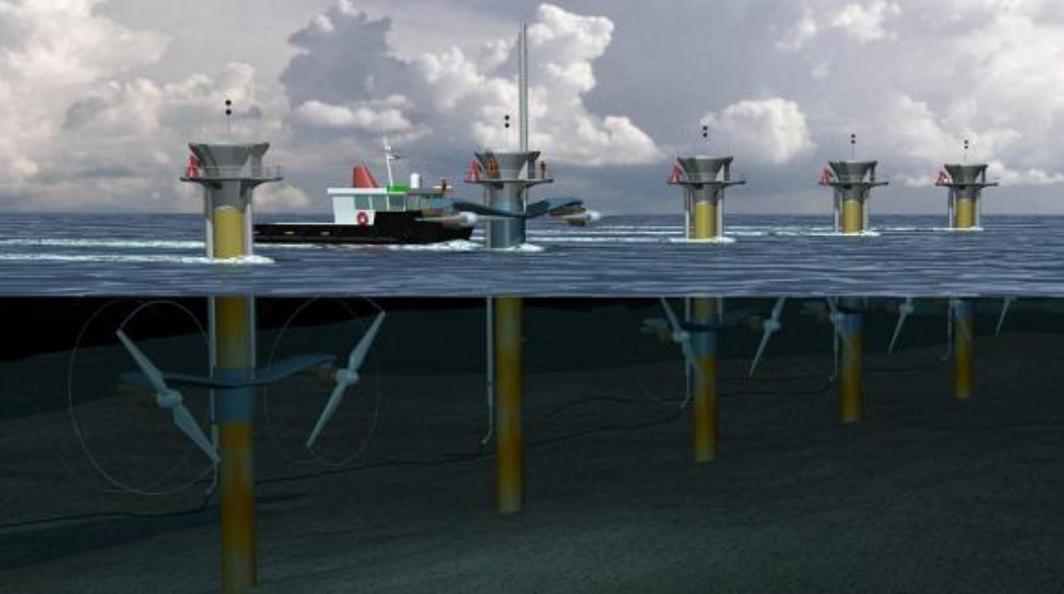


Central a ondas



2,25 MW em Portugal





Correntes marítimas

Irlanda Norte - 1MW
Para correntes acima
de 2,4 m/s