

ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

Isabel Cabrita, Pedro Azevedo, Ana Teresa Crujeira & Isabel Guerreiro

II SEMINÁRIO DE SUSTENTABILIDADE

FBAUL, 2010-02-25



The world is not on course for a sustainable energy future.

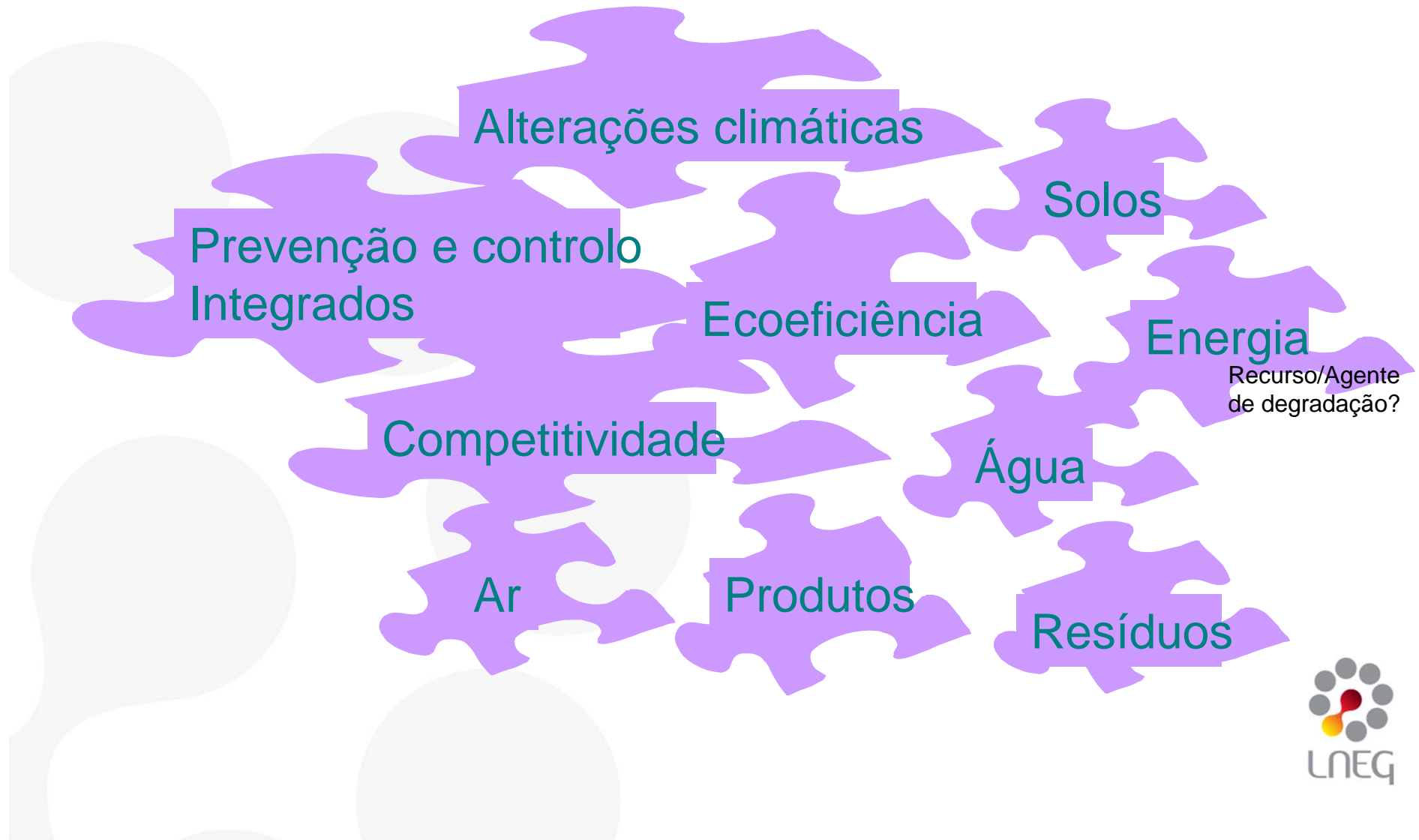
But this alarming outlook can be changed.



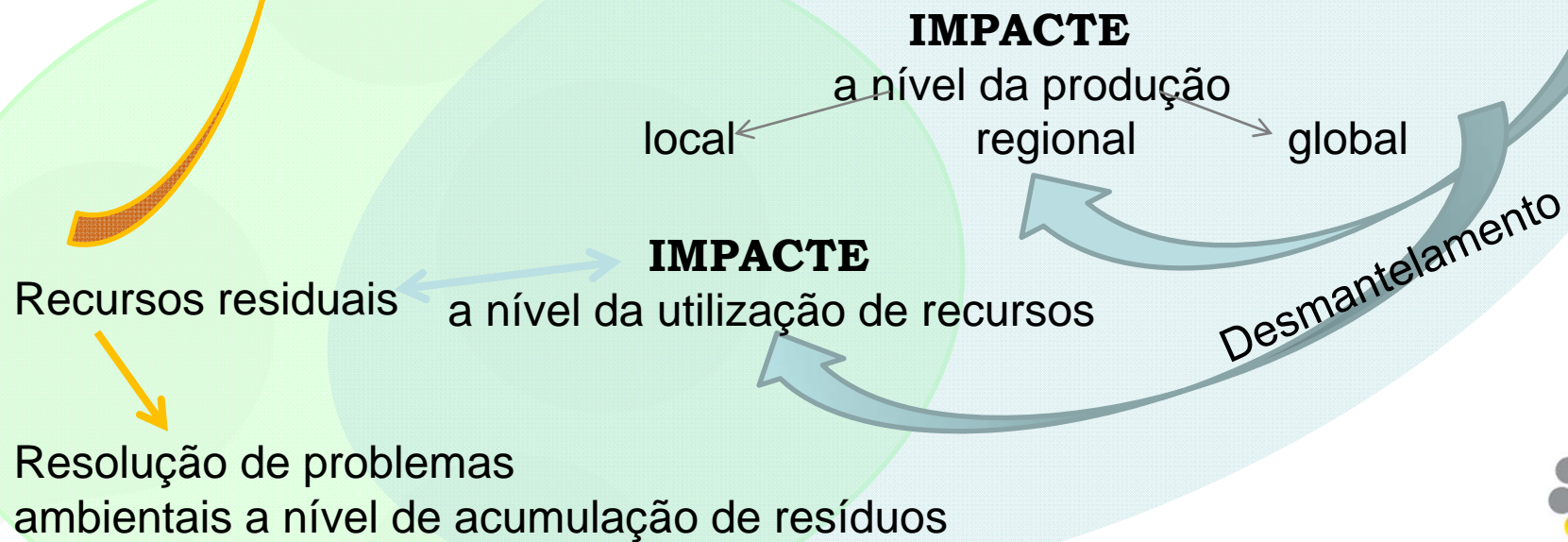
(Energy Technologies Perspective 2006, "Scenarios and Strategies to 2050")



Sustentabilidade



- Energia é um recurso essencial associado ao desenvolvimento económico e... à própria sobrevivência da espécie humana



Necessidades do recurso associada à evolução da sociedade

Tipo de Sociedade		Consumo Diário de Energia
Actividade Principal	Caça	20MJ
	Agricultura Primitiva	48MJ
	Agricultura usando técnicas avançadas	104MJ
	Indústria	308MJ
	Indústria com tecnologia avançada	1025MJ

A procura é crescente...
e o desenvolvimento associa-se ao próprio recurso

RECURSOS ENERGÉTICOS

Madeira

1870

Carvão

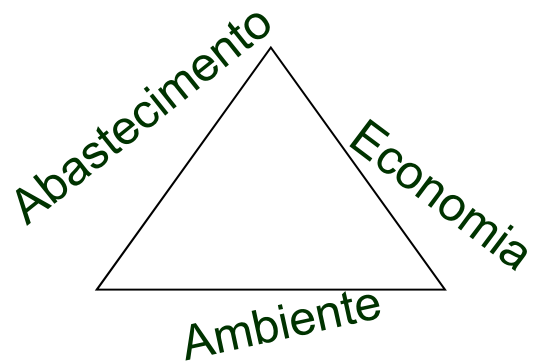
1960's...

Petróleo

1973

1979

1990



- A disponibilidade dos **recursos energéticos** para produção de energia está normalmente associada ao **desenvolvimento económico** das diferentes nações.
- A dependência de fontes de energia externa apresenta-se como uma fragilidade, obrigando à **diversificação energética** para uma melhor gestão de recursos e de fornecedores.

Energia Primária

Fontes de energia usadas para a produção de calor, trabalho e electricidade. O total de energia primária será o somatório de todas as fontes usadas para fins energéticos.

Uso Final de Energia

A utilização real final da energia produzida. Este valor é distribuído pelos diferentes sectores de actividade económica: residencial, serviços, industrial (incluindo a geração de electricidade) e transportes.

- Impacte da Energia no Ambiente

- Físico
- Químico
- Térmico
- Paisagem

**Impacte mais significativo da Energia
é o resultante das Emissões Atmosféricas**

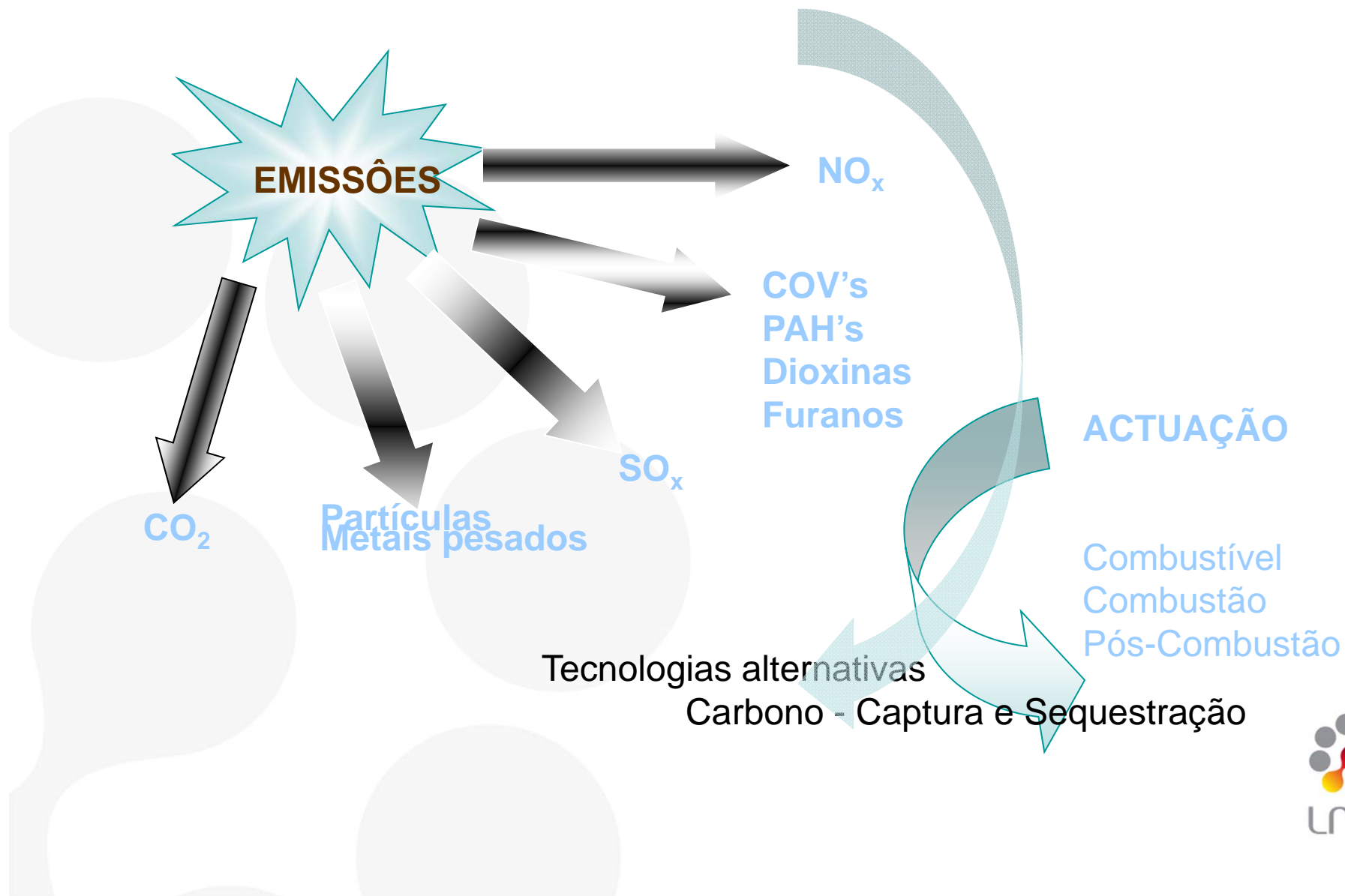
Impacte ambiental provocado pela Tecnologia

Físico

- Nuclear
- Renováveis
- Combustíveis Fósseis
- Resíduos e Desperdícios

Químico

- Renováveis – Biomassa
- Combustíveis Fósseis
- Resíduos e Desperdícios



TIPOS DE IMPACTE ATMOSFÉRICO

- Emissões que contribuem fundamentalmente para o aumento local da concentração de poluentes
- Emissões que dão origem a uma sequência de reacções químicas na atmosfera, gerando-se compostos nocivos
- Emissões que não sofrem qualquer tipo de alteração, depositando-se eventualmente no solo, ou dissolvendo-se na água
- Emissões que não sofrem alterações mas que permanecem na atmosfera com o subsequente aumento de concentração

✓ A identificação do tipo de impacto ambiental está relacionado com o processo de produção e o combustível utilizado

✓ Os níveis de emissão de CO_2 e SO_x dependem directamente do combustível utilizado, enquanto que os óxidos de azoto dependem do ambiente da combustão

As tecnologias energéticas associadas ao processo produtivo tanto podem ser de alta como de baixa temperatura. O impacto ambiental deste tipo de equipamentos está relacionado com o controlo de emissões, cujo impacto se traduz fundamentalmente na poluição do ar.

O FUTURO...

É associado ao conceito “zero de emissões” para uma melhor utilização das fontes de energia

Nuclear

Renováveis

Combustíveis Fósseis



optimização da eficiência de conversão com minimização de poluentes,
sequestro de carbono
rentabilização dos processos físicos e químicos de separação de CO₂



• A TECNOLOGIA

- » O recurso
- » O ambiente
- » O custo

- **Combustíveis fósseis são efectivamente a maior parcela a nível de recursos eneréticos mundiais, usados em diferentes sectores de actividade económica** → **Emissões**

– **Impactes Locais**

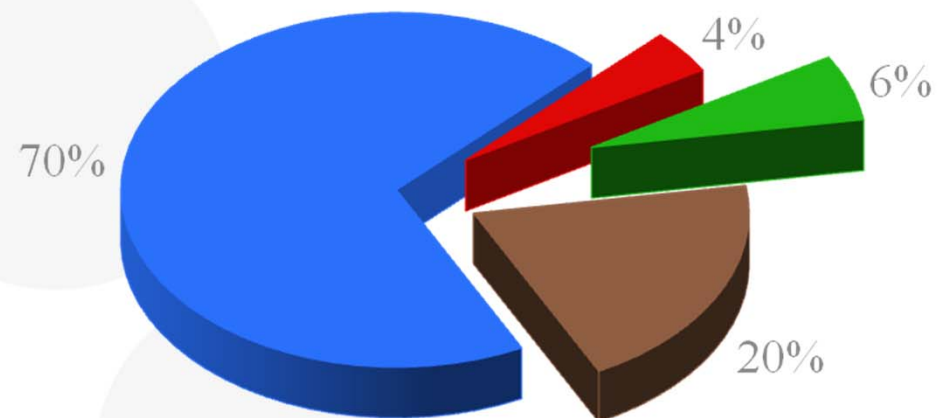
- **Chuvas ácidas**
- **Nevoeiro Químico**
- **Deplecção de oxigénio**

Tipo	Impacte na escala vertical	Escala Temporal	Escala organizacional para sua resolução
Local	Altura da chaminé	Horas	Municipal
Urbano	km da superfície	Dias	Regional
Nacional	Troposfera	Meses	Federal/Provincial
Continental	Estratosfera	Anos	Nacional
Global	Atmosfera	Décadas	Internacional

– **Impacte Global**

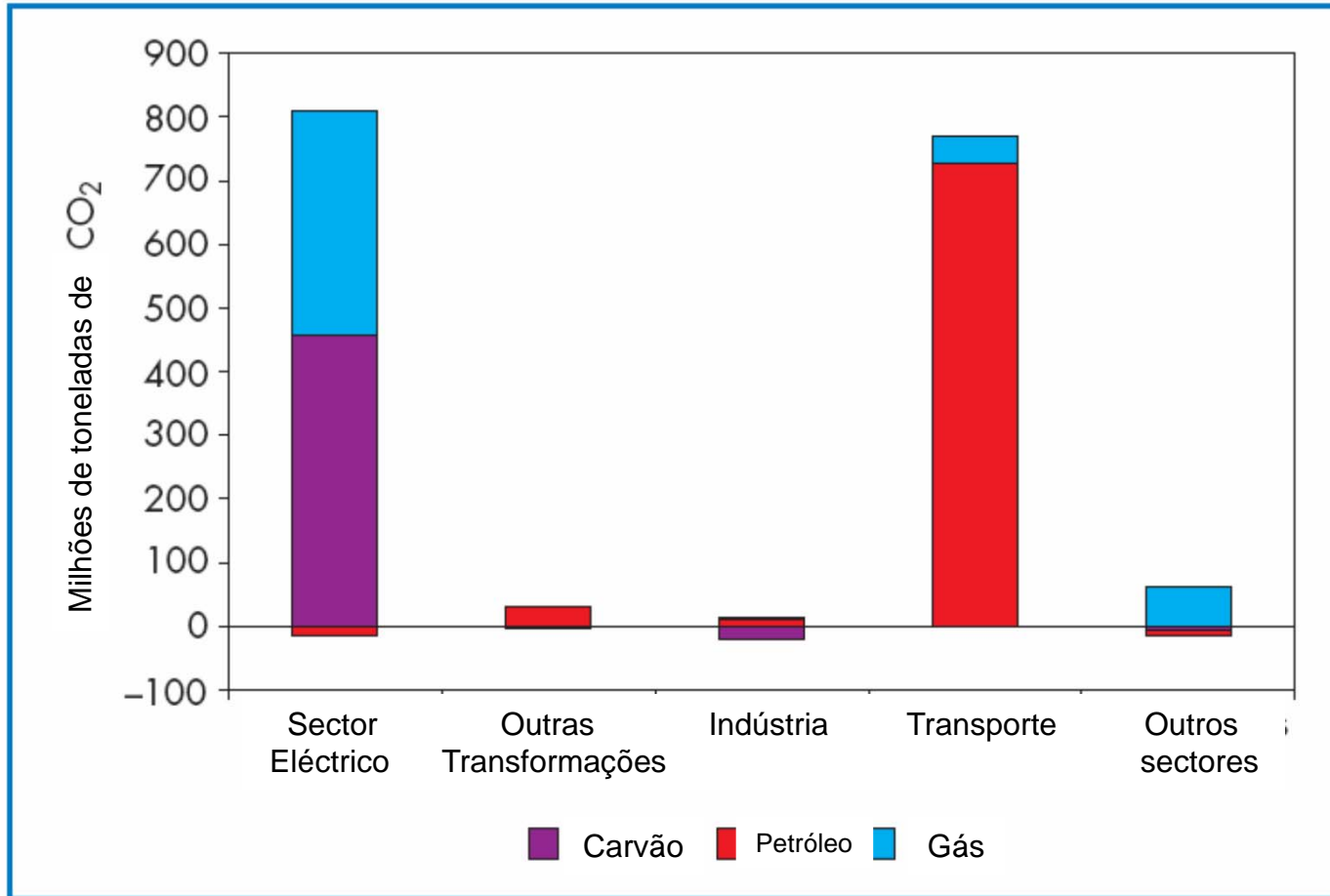
- **Efeito de estufa – alterações climáticas**

Contribuição para o Efeito de Estufa por Sector

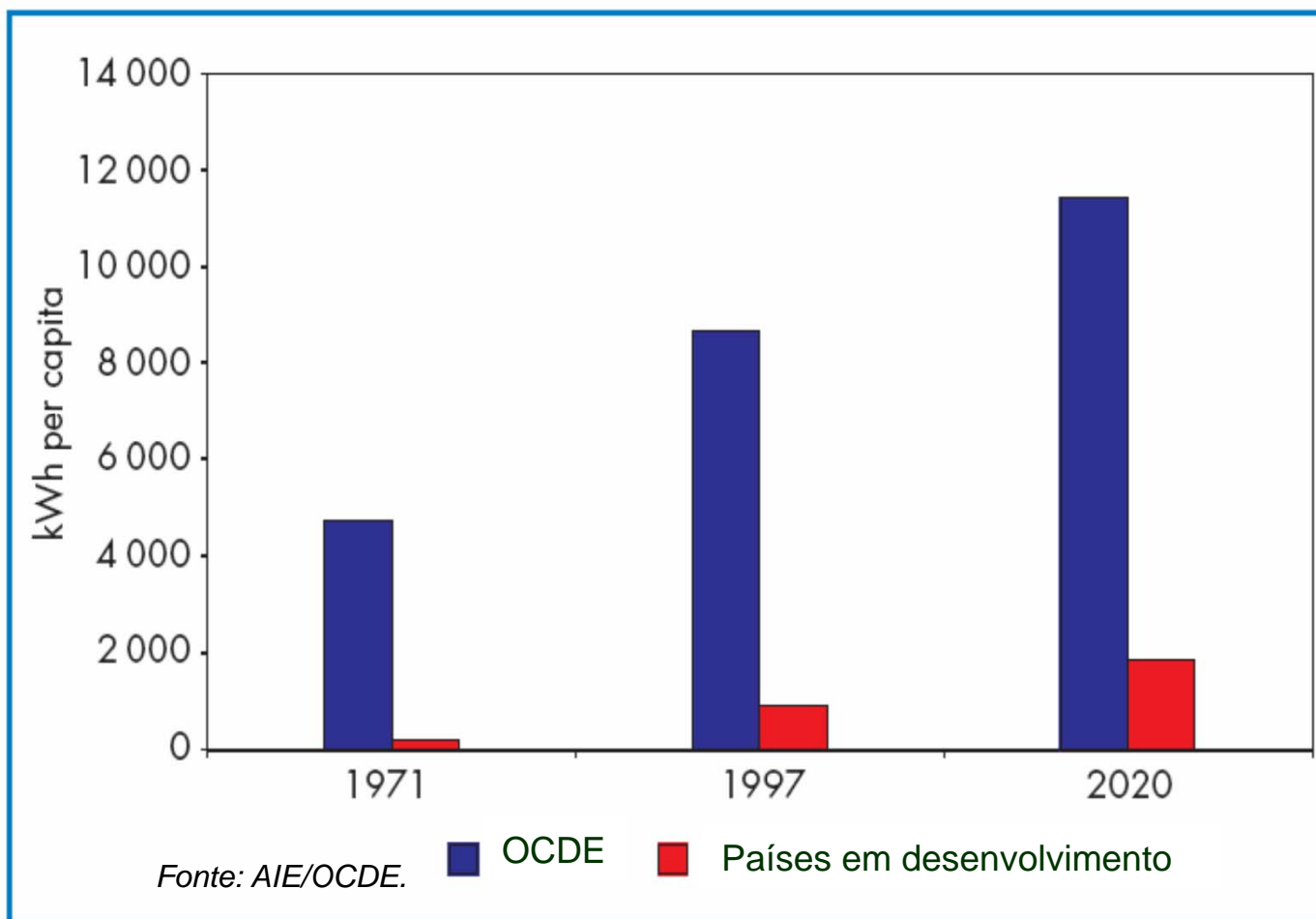


- Indústria (fontes não energéticas)
- Agricultura
- Deflorestação
- Energia

1997-2020



Consumo de Electricidade per Capita na OCDE e em países em desenvolvimento



– À medida que o desenvolvimento aumenta:

- O consumo de energia aumenta
- O sector de serviços aumenta em importância

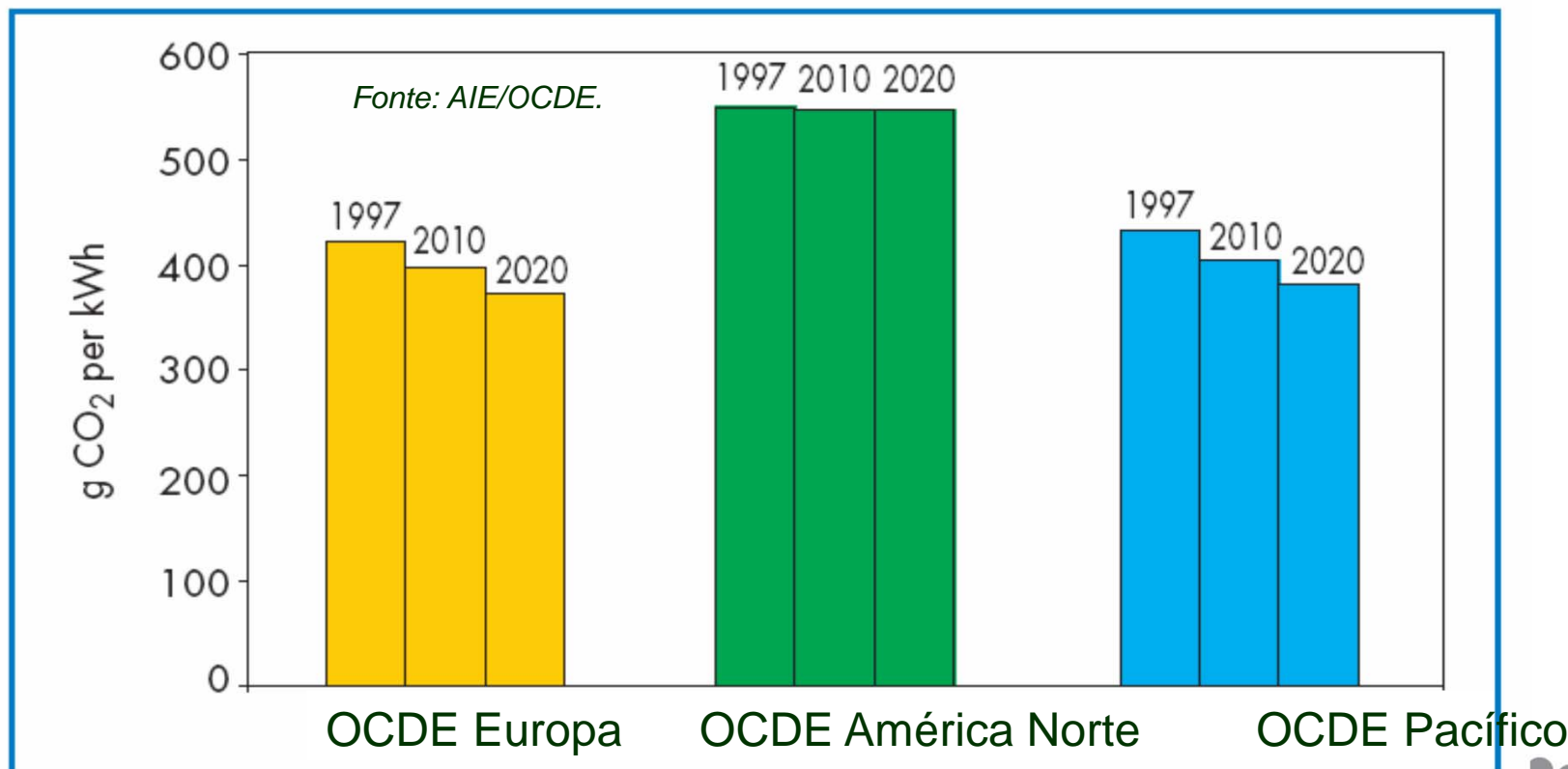
Energia Primária mundial

1973 – 1998 → cresceu 56%

Taxa de crescimento – 1,8%/ano

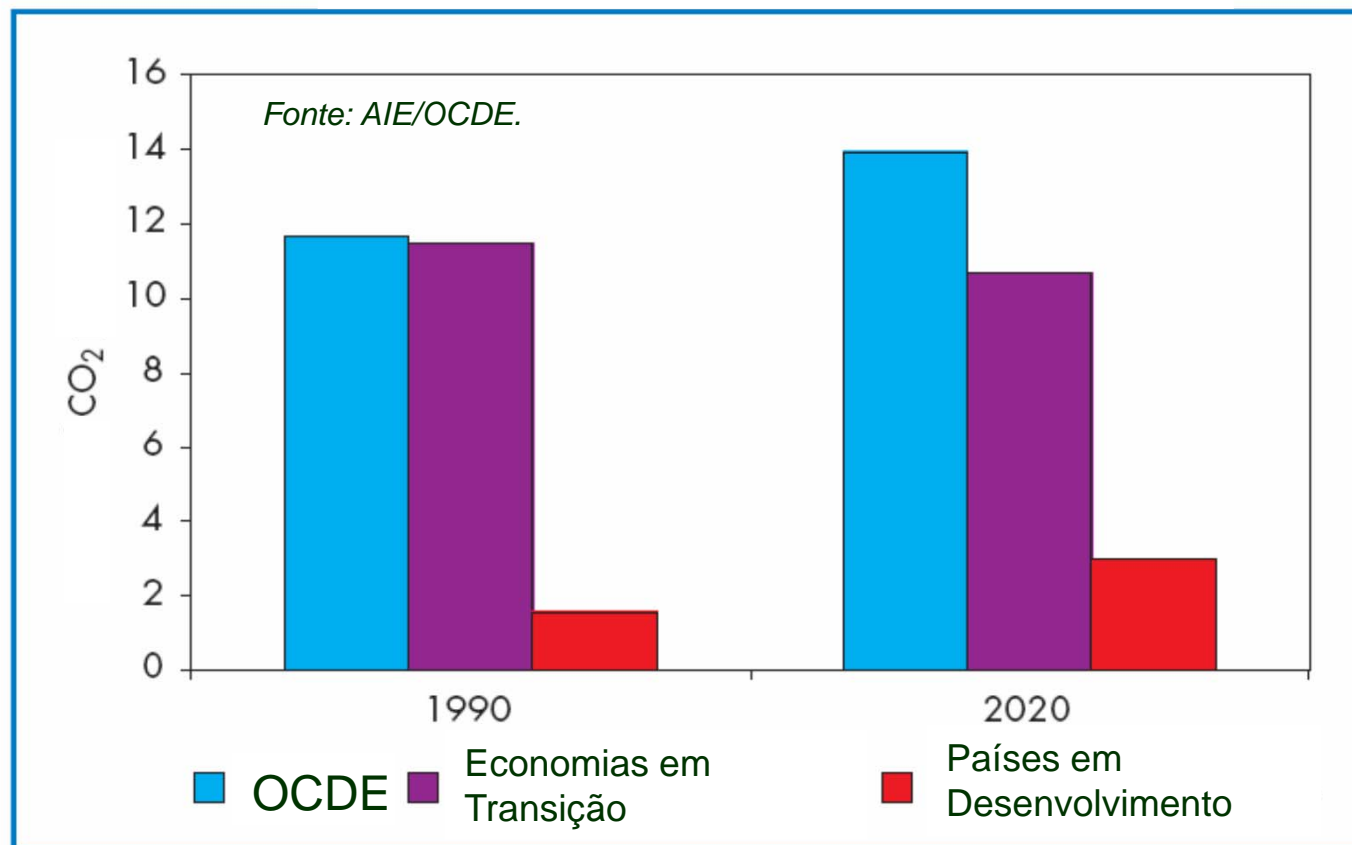
1995 – 2020 → projecta-se 62%

Emissões de CO₂ per kWh nas regiões da OCDE



Emissões de CO₂ per capita e por região

ton
per
capita



A expectativa é de um crescimento anual mundial, entre 1997 e 2020, de 3,1%.

- Na OCDE é expectável um valor inferior, de cerca de 2%.
- Países não-membros e em desenvolvimento terão taxas maiores.

O desenvolvimento económico das nações tem impacto directo no abastecimento de Energia Primária Total “TPES- *Total Primary Energy Sources*” e no Uso Final da Energia.



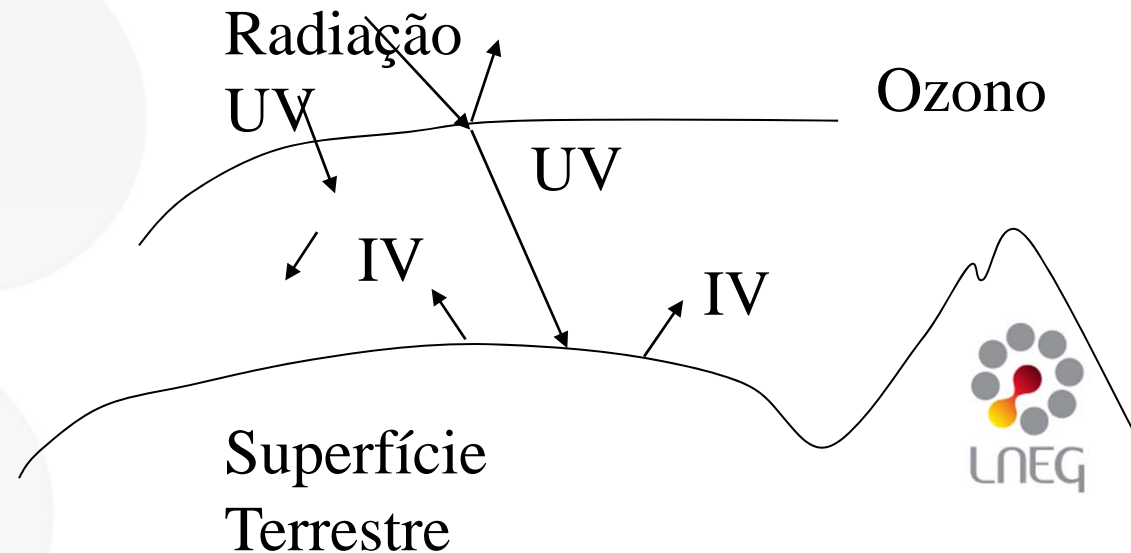
❖ Gases com Efeito de Estufa (GEE)

- ✓ CO_2
- ✓ CH_4
- ✓ N_2O
- ✓ CFC_{11}
- ✓ CFC_{12}
- ✓ Partículas
- ✓ Outros



❖ FONTES

- Indústria
- Agricultura
- Deflorestação
- Energia



- **Características dos diferentes gases de estufa**

	CO ₂	CH ₄	CFC11	CFC12	N ₂ O	Outros
• Poder energético (GWP)*	1	21	3 500	7 300	290	vários
• Crescimento/ano (%)	0,5	0,9	4	4	0,25	vários
• Tempo de vida (anos)	50-200	#10	65	130	150	vários
• Contribuição (%) (>100 anos)	61	15	11,5	11,5	4	8,5

- * O poder energético da emissão de 1kg de cada gás, relativamente ao poder de concentração energética do CO₂.
- # Não é simples a forma como o CO₂ é absorvido pelos oceanos e pela biosfera, pelo que não pode ser indicado, um único valor.

Alterações climáticas





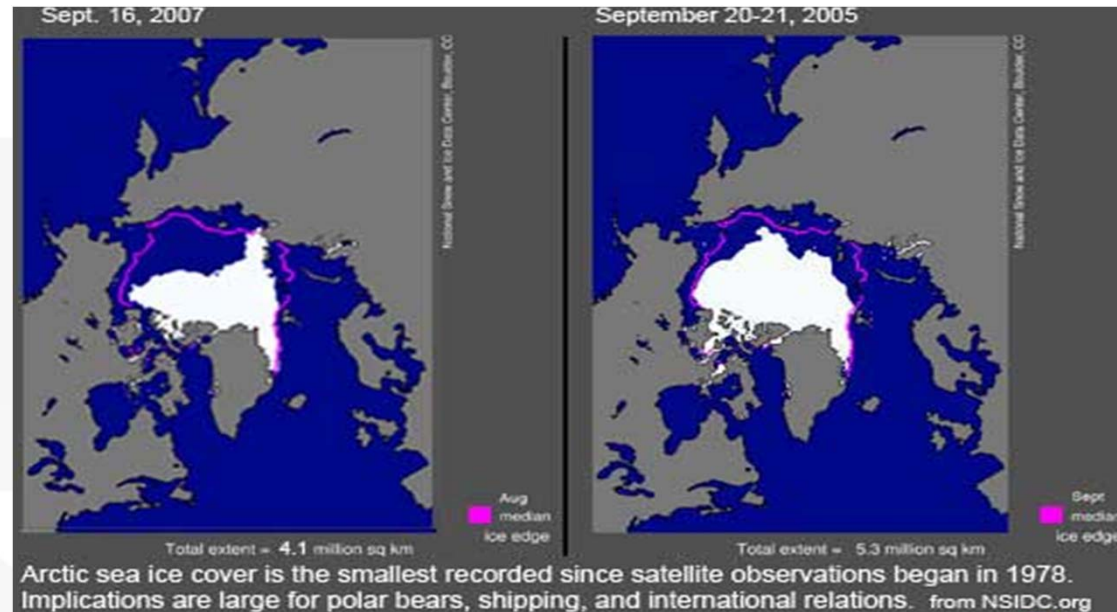
1993



2000

Aumento da temperatura →
Diminuição das neves do cume
do Kilimanjaro, formadas há
11000 anos

→ Diminuição da calote
polar entre 2005 e 2007





Aumento da temperatura →
Aumento do nível do mar





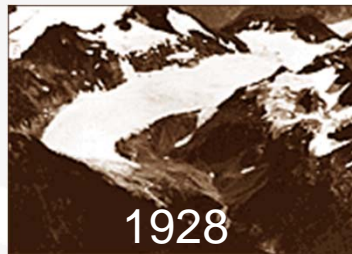
1979



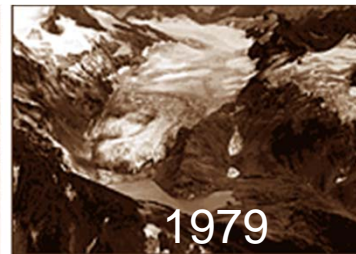
2002

Glaciar Aletsch, Valais, Suíça

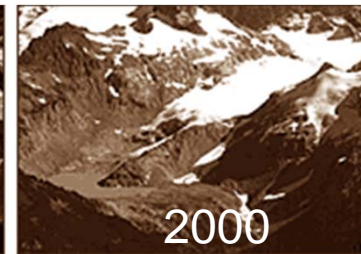
Aumento da temperatura →
Diminuição dos glaciares



1928



1979



2000

Glaciar South Cascade , Washington, Estados Unidos





Alteração do clima:

→ Maior quantidade e intensidade das tempestades

→ Desertificação



- A realidade dos gases de estufa

- Parcela antropogénica

- Monitorização/Quantificação
 - Diferenciação/Actuação
 - Diminuição/Controlo/Remoção

- Quantificar o CO_2 no uso diário de energia
 - Formas de energia
 - Consumo



Cálculo

- Produção de Energia
- Uso Final de Energia
 - Eficiência Energética
 - Boas Práticas
 - Tecnologia



- Quantificação de CO₂



- Complexa, ao considerar todas as componentes de uma Análise de Ciclo de Vida

- Comportamento individual é tão importante quantificar quanto o impacte dos diferentes sectores de actividade económica

O conhecimento e actualização de dados...

- A respiração humana

O homem respira ar com 21% oxigénio e 0,03% CO₂ e, expira ar com 15% oxigénio e 5,6% de CO₂

- Em estado normal exala aproximadamente 6Lt de ar por minuto
- Em stress exala cerca de 100Lt de ar por minuto

- Alguns valores de CO₂ produzido

- Instalações estacionárias

- Central termoelétrica a carvão – 0,90 kg/kWh
 - Central termoelétrica a gás natural – 0,36 kg/kWh
 - Uso doméstico de electricidade, varia face ao mix tecnológico e de resíduos na produção de electricidade - 0,4 a 0,7kg/kWh

- O exemplo do sector residencial...

$10.624.281.885 \text{ kWh} / 3.562.115 \text{ fogos} = 2.982 \text{ kWh por fogo/ano}$

$2.982 \text{ kWh} * 0,49 \text{ kg CO}_2 \text{ por kWh} = 1.461 \text{ kg CO}_2 \text{ por fogo/ano}$



Dados obtidos do Censos 2001, INE e relativamente ao consumo de electricidade, no mesmo ano: DGEG.

- Mobilidade

- Tecnologia

- Automóvel/recurso
- Avião
- Comboio
- Outro

– Gestão da mobilidade



Autocarro com tração eléctrica na cidade do Porto, com células de combustível alimentadas a hidrogénio puro
(Fonte: www.fuel-cell-bus-club.com).

- Eficiência Energética

- Processos de Combustão

- Regulação da combustão e baixa temperatura dos gases de combustão

- A utilização de gás natural...

No aquecimento de fluidos a baixa temperaturas continuam a medirem-se valores superiores a 250°C e excessos de ar superiores a 10%, quando com gás natural não deveriam ultrapassar 150°C e os 4% de oxigénio, respectivamente.

- Eficiência Energética – Processos de Combustão
 - A redução de 10% para 4% de oxigénio na combustão de um forno de esmaltagem com uma produção de 1000t/ano permitiria uma redução de quase 200t/ano de gás natural
 - A instalação de um recuperador de calor para os gases de exaustão deste forno permitiria utilizar cerca de 1/3 da energia perdida, o que reduziria o consumo de gás de 780 para 520 toneladas.

- Eficiência energética

- Integração de Processos

- Cogeração

Redução considerável de consumos de combustível ao passar de um rendimento total de 35% para 80%

- Promoção da implementação de unidades eficientes

- Incremento do rendimento total de sistemas existentes

- Promoção da utilização integrada de energia - trigeriação

- Conservação de Energia

- Diminuição das perdas
- Aplicação dos Regulamentos existentes
- Actualização contínua de Regulamentos
- Certificação
- Educação

- Promoção da utilização de recursos endógenos
 - Fontes de energia renovável
 - Metas ambientais na UE para introdução de biocombustíveis
 - Outros recursos endógenos com potencial energético
 - Resíduos e a importância da Tecnologia

- » Solar Fotovoltaico
- » Solar Térmico
- » Solar Passivo / Edifícios
- » Biocombustíveis
- » Biogás
- » Biomassa
- » Geotermia
- » Oceanos
- » Mini-Hídrica
- » Eólica



As energias renováveis em Portugal, em 2009, representaram cerca de 13% da energia primária



O total da potência instalada, de acordo com a DGEG, atingiu 8.908 MW, em Outubro 2009

Fonte: Estatísticas da DGEG





- A Bioenergia é também relevante no balanço energético nacional, contribuindo com cerca de 11% no balanço energético nacional
 - Resíduos sólidos Urbanos
 - Centrais termoelétricas a biomassa florestal
 - Biocombustíveis

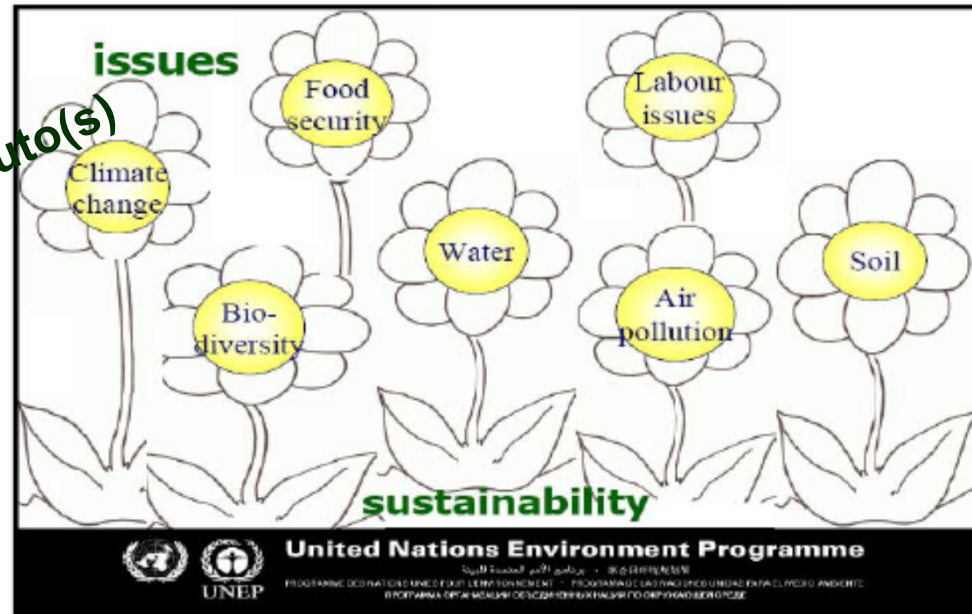
Biorefinarias Sustentáveis



Análise do Ciclo de Vida do(s) produto(s)

- Sustentabilidade

- Aspectos económicos
- Aspectos ambientais
- Aspectos sociais
- Aspectos ligados à diversificação energética
 - Substituição de combustíveis fósseis
 - Energia e Clima



- **Biocombustíveis**

- Metas ambientais na UE para introdução de biocombustíveis

- ACV – redução de GEE

- 2 fases – em discussão

- 1ª fase (2010) – 35% de redução de GEE

- 2ª fase (2015 ou 2018) – pelo menos 50%

2ª Geração

A ENERGIA DO FUTURO

Desafios colocados em resposta às Alterações Climáticas

- A crescente procura de energia
- A crescente preocupação a nível dos impactes
- Desenvolvimento económico
 - Recursos Energéticos
 - Tecnologia
- O Futuro... *Emissões Zero*
- Integração de Sistemas e de Tecnologia
 - Oportunidade de Desenvolvimento e de novos mercados
 - Tecnologia e Inovação Energética

CCS será também uma realidade?



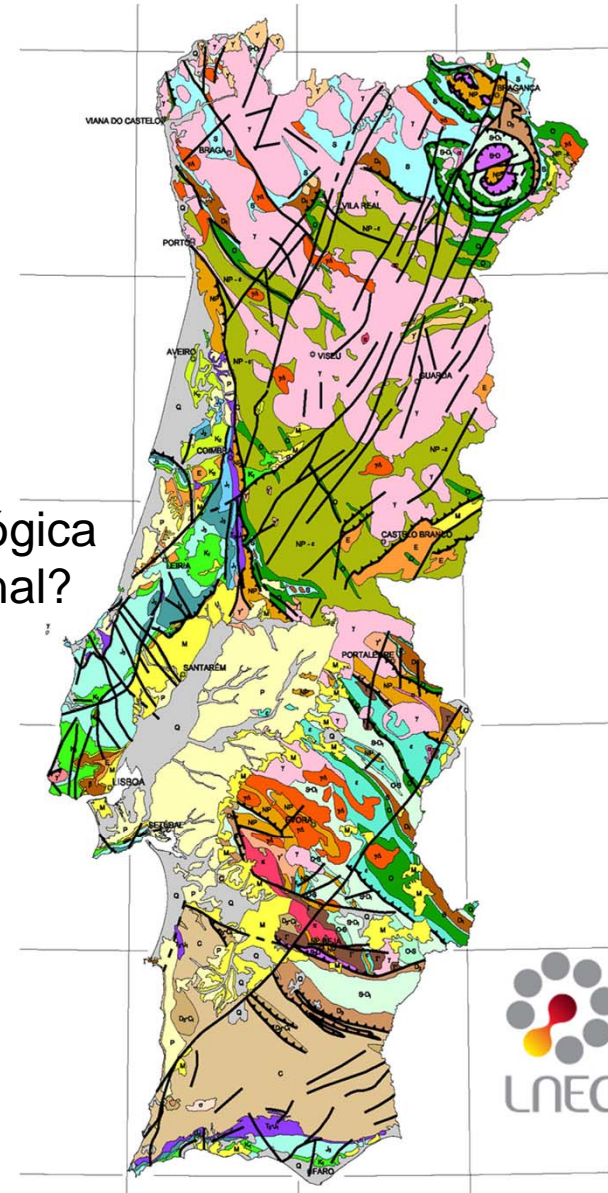
- Existem 3 opções tecnológicas para a captura de CO₂ em centrais termoelétricas
 - Captura Pós-combustão
 - Captura Pré-combustão
 - Oxi-combustão
 - Tecnologias em que o azoto é retirado da alimentação ao processo de combustão (mais conhecido pelo processo oxi-combustão ou o processo de combustão com recirculação O₂/CO₂, com inclusão de pontes de ligação química)

- Opção de actuação a nível de CO₂ formado?

- “CCS”

Qual o potencial de armazenagem geológica em território nacional?

Outras formas de fixação ?



- Pós-combustão

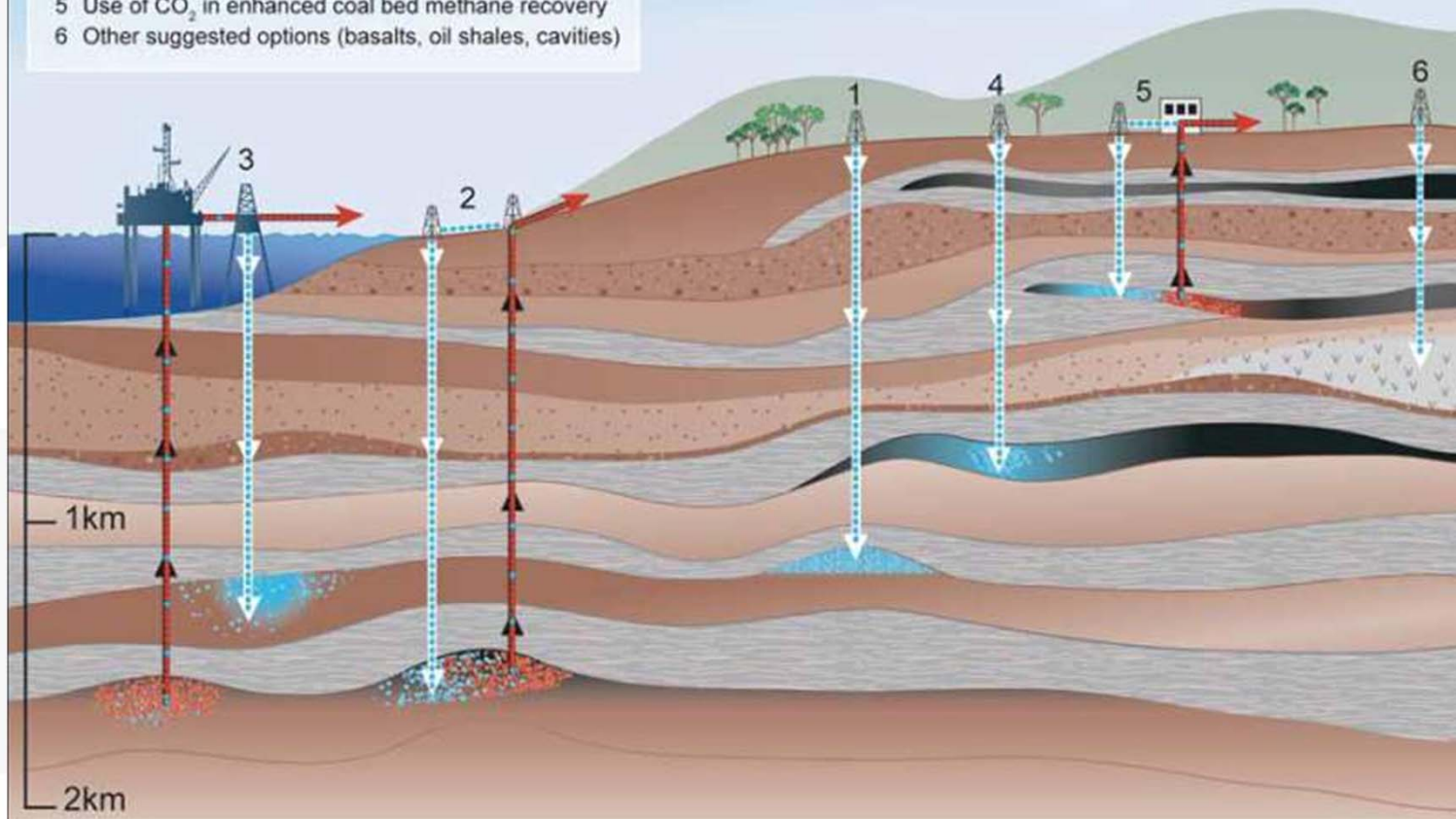
- Captura de CO₂

- Recuperação secundária de petróleo e GN
 - Separação física e química de carbono
 - Acumulação em oceanos e reservatórios naturais
 - Sequestro do carbono

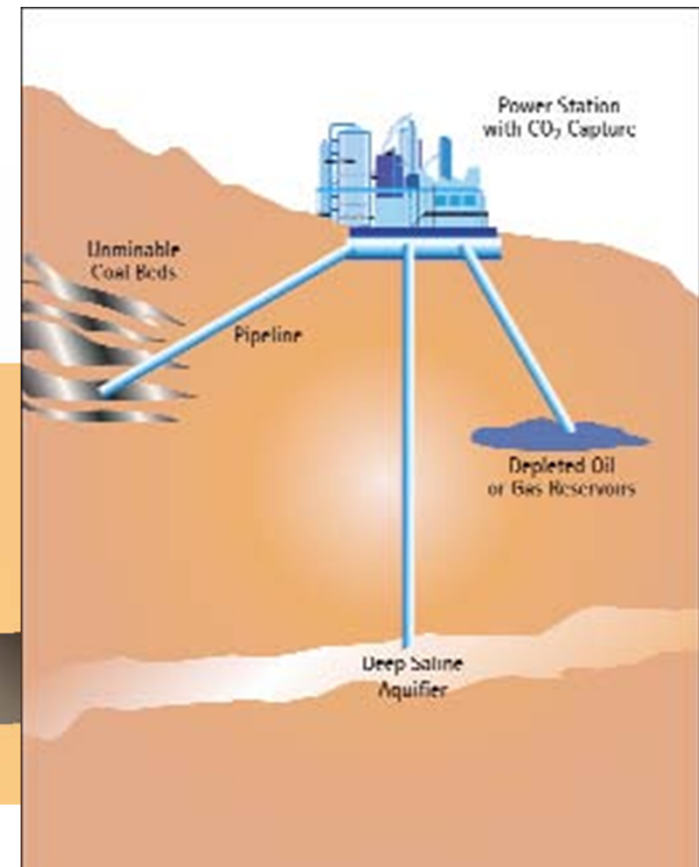
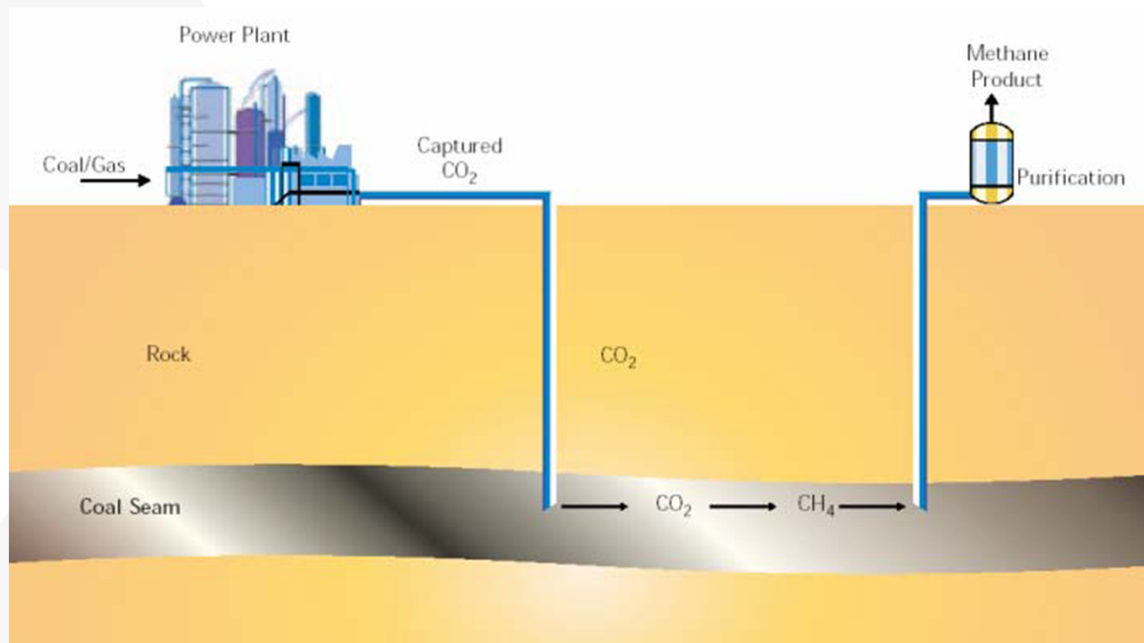


Geological Storage Options for CO₂

- 1 Depleted oil and gas reservoirs
- 2 Use of CO₂ in enhanced oil recovery
- 3 Deep unused saline water-saturated reservoir rocks
- 4 Deep unmineable coal seams
- 5 Use of CO₂ in enhanced coal bed methane recovery
- 6 Other suggested options (basalts, oil shales, cavities)



- Central Termoelétrica com captura de CO₂

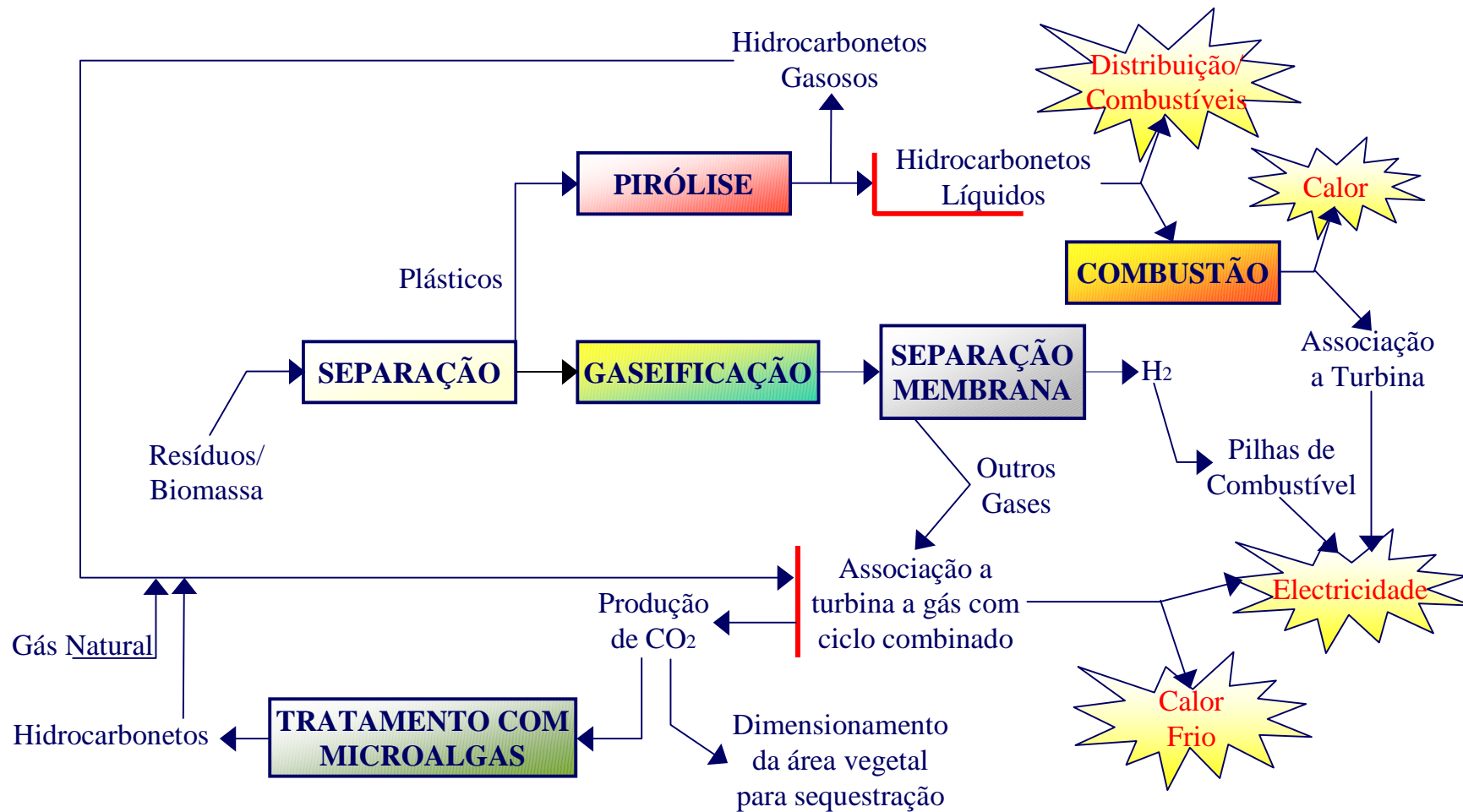


• Vectores Estratégicos

- Segurança do Abastecimento da Energia
- Minimização do impacto no Ambiente
- Garantia do Desenvolvimento Económico
 - » Conservação de Energia
 - » Eficiência Energética versus controlo da formação de poluentes
 - » Diversificação de Fontes de Energia
 - » Limpeza de gases
 - » Captura de CO₂

Oportunidade para a introdução de novas tecnologias
Considerar a integração tecnológica como opção





Concluindo...

- O futuro será associado, não a uma única solução tecnológica, ou de recurso, mas sim a uma múltipla contribuição de tecnologias e de recursos
- A descentralização da produção de energia, justificada por questões de eficiência, e de controlo de produção de dióxido de carbono
 - possibilita também uma maior flexibilidade do sistema incluindo nas questões emergentes que têm a ver com outros tipos de ameaças



isabel.cabrita@ineti.pt



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

www.lneg.pt