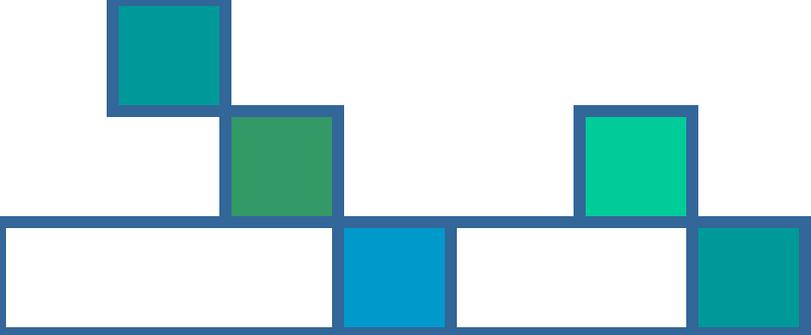




INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



# “Política Energética e Competitividade Económica em Portugal: Uma Análise Estratégica e Tecnológica”

**Seminário: “Sustentabilidade Energética no Alto Minho 2014-2020”**

Focus Group: Energia e Indústria

**Ponte de Lima, 3 de Outubro de 2013**

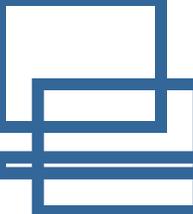
Clemente Pedro Nunes:

Professor Catedrático do IST

Investigador do Centro de Processos Químicos/IST/UTL

Gestor de Empresas





# Índice Geral

---

- 1.** O Terceiro Choque Petrolífero: Como o Mundo mudou
  
- 2.** Uma Perspectiva Global da Situação Energética Portuguesa
  - 2.1.** Os Grandes Marcos da Evolução da Situação Energética entre 1945 e 2012
  - 2.2.** A Evolução Recente da Estrutura de Consumos Energéticos
  - 2.3.** A Factura Energética de Portugal nos últimos catorze anos
  
- 3.** A Energia nos Próximos Trinta Anos
  - 3.1.** As questões tecnológicas fundamentais
  - 3.2.** As grandes questões geoestratégicas e de Segurança

# Índice Geral

- 4.** A Construção de um Novo Paradigma Energético para Portugal
  - 4.1.** A questão da triplicação do investimento eólicas/hídricas de bombagem/centrais a gás natural
  - 4.2.** O enquadramento estratégico do aproveitamento energético da Biomassa em Portugal
- 5.** Portugal e a Energia: Cenários alternativos para 2025
- 6.** Tecnologias para o Aumento da Eficiência Energética na Indústria
  - 6.1.** A Integração da Processos (Pinch Technology)
- 7.** Energia: Um desafio à colaboração entre Portugal e a restante União Europeia

# 1. O Terceiro Choque Petrolífero:

## - Como o Mundo mudou

Os dois anteriores choques petrolíferos, que ocorreram em 1974/75 e em 1980/81, tiveram origem na restrição por parte da OPEC do respectivo abastecimento de petróleo ao mercado, e teve exclusivamente motivações políticas.

**Pelo contrário, o Terceiro Choque Petrolífero que se iniciou em 2000/2001 e veio a ter o seu auge em 2007/2008, foi provocado por um rápido aumento de consumo global, e muito em especial pelas economias emergentes da Ásia Oriental e do Sul.**

E também pelo facto da União Europeia, e outros importantes países da OCDE terem assinado o Protocolo de Kyoto e como consequência terem limitado severamente o recurso ao carvão como fonte de energia primária de crescimento, sem terem em alternativa promovido a utilização da energia nuclear.



Este facto, e a informação estatística de que as reservas de petróleo em termos geológicos globais entraram em declínio a partir de 2005 (ou seja, as novas descobertas de jazidas petrolíferas globalmente registadas em cada ano foram inferiores ao consumo mundial registado nesse mesmo ano) provocaram um aumento dramático dos preços do petróleo desde uma média de cerca de 14 US dólares/barril em 1999, para um preço médio acima dos 100 US dólares/barril em 2008, e novamente em 2010 e em 2011, ano em que atingiu um novo recorde de preço médio anual de 111,6 USD/Barril.

**- Note-se todavia que sem as consequências da assinatura do Protocolo de Kyoto, nomeadamente por parte dos países da União Europeia, que limitou o recurso ao carvão, o Terceiro Choque Petrolífero não se teria verificado com as dimensões e consequências que hoje possui.**

## 2. Uma Perspectiva Global da Situação Energética Portuguesa

### 2.1. Os Grandes Marcos da Evolução da Situação Energética entre 1945 e 2013

- **1950:** Lançamento do Plano Hidroelétrico;
- **1960 a 1974:** Grandes Centrais Elétricas a fuelóleo; Início da massificação do Parque Automóvel Português;
- **1974 a 1981:** Os dois grandes choques petrolíferos;
- **1983:** O Novo Plano Energético Nacional;
- **1986 a 1998:** As Grandes Centrais a Carvão Importado e a Introdução do Gás Natural;
- **1999 a 2000:** Assinatura do Protocolo de Kyoto e Decretos-Lei para promover as Energias Eólica e Solar;
- **2001:** Início do Terceiro Grande Choque Petrolífero;
- **2005:** A Energia Transforma-se num dos Grandes Desafios da Economia Portuguesa.

## 2.2. A Evolução Recente da Estrutura de Consumos Energéticos

Quadro 1: Evolução dos consumos Líquidos de Energia Primária de 1998 a 2011 (10<sup>3</sup> tep)

<i>Ano</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006<sup>(1)</sup></i>	<i>2007<sup>(1)</sup></i>	<i>2008<sup>(1)</sup></i>	<i>2009<sup>(1)</sup></i>	<i>2010<sup>(1)</sup></i>	<i>2011<sup>(1)</sup></i>
Carvão	3232	3747	3813	3201	3500	3355	3375	3349	3310	2883	2526	2858	1657	2223
	13,90%	15,10%	15,10%	12,70%	13,30%	13,00%	12,80%	12,40%	12,80%	11,30%	10,34%	11,84%	7,20%	9,98%
Petróleo	15634	15993	15568	15799	16417	15257	15411	15877	14305	13763	12610	11765	11245	10361
	67,40%	64,30%	61,60%	62,70%	62,30%	59,30%	58,30%	58,70%	55,20%	54,00%	51,61%	48,74%	49,10%	46,53%
Gás natural	700	1956	2064	2267	2743	2648	3316	3761	3595	3826	4157	4233	4507	4492
	3,00%	7,90%	8,20%	9,00%	10,40%	10,30%	12,50%	13,90%	13,90%	15,90%	17,01%	17,54%	19,70%	20,17%
Hidroelétrica e Saldo eléctrico	1145	582	1088	1205	873	1621	1430	1027	1454	1541	1439	1186	1648	1284
	4,90%	2,30%	4,30%	4,80%	3,30%	6,30%	5,40%	3,80%	5,60%	6,10%	5,89%	4,91%	7,20%	5,77%
Eólica, Geotérmica e Solar	13	17	21	31	40	51	78	159	259	367	515	714	871	890
	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,20%	0,20%	0,30%	0,60%	1,00%	1,40%	2,11%	2,95%	3,80%	4,00%
Biomassa, Biocombustíveis e Resíduos	2484	2583	2699	2689	2761	2805	2829	2874	2983	3098	3147	3343	2974	3018
	10,70%	10,40%	10,70%	10,70%	10,50%	10,90%	10,70%	10,60%	11,50%	12,20%	12,88%	14,02%	13,00%	13,55%
TOTAL	23208	24878	25253	25192	26334	25737	26439	27047	25906	25479	24435	24139	22902	22268
<i>Varição face ao ano anterior (%)</i>	5,80%	7,20%	1,50%	-0,20%	4,50%	-2,30%	2,70%	2,30%	-4,20%	1,60%	-4,10%	-1,12%	-5,10%	-2,77%

(1) Não estão contabilizadas nas estatísticas oficiais as significativas compras de combustíveis líquidos que terão sido feitas nestes anos em Espanha, directamente pelos consumidores finais.



## Observações mais relevantes

- Introdução crescente do Gás Natural, que representa já quase 20% das fontes de energia primária;
- Estagnação/declínio relativo da produção da hidroelectricidade, sempre muito dependente de factores climáticos;
- **Peso importante da Biomassa.**
- **Impacto ainda reduzido da eólica e das “novas” energias renováveis.**

## 2.2: Global Portuguese Energy Efficiency: GDP versus Primary Energy Consumption

Evolution of the GDP growth(%) versus Primary Energy Consumption (%), (PEC)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>GDP</b>	4	4,6	3,8	3,4	1,7	0,4	-1,1	0,8	1,6	1,9	0,1	-2,7	1,3	-1,7
<b>Primary Energy Consumption</b>	5,8	7,2	1,5	-0,2	4,5	-2,3	2,7	2,3	4,2 <sup>(1)</sup>	-1,6 <sup>(1)</sup>	-4,1 <sup>(1)</sup>	-1,1 <sup>(1)</sup>	-5,1 <sup>(1)</sup>	-2,77 <sup>(1)</sup>

### Comparison between the Evolution of the GDP and PEC (1997=100)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>GDP</b>	100	104	108,8	112,9	116,8	118,7	119,2	117,9	118,9	120,8	123	123,1	119,8	121,4	119,3
<b>Primary Energy Consumption</b>	100	105,8	113,4	115,1	114,9	120,1	117,3	120,5	123,2	118,1 <sup>(1)</sup>	116,2 <sup>(1)</sup>	111,4 <sup>(1)</sup>	110,2 <sup>(1)</sup>	104,6 <sup>(1)</sup>	101,7 <sup>(1)</sup>

(1) Note including in these official statistics the significant amount of liquid fuel purchases that were made in Spain, directly by the final consumers .



## Principais Conclusões

- Em termos do consumo total líquido da Energia Primária em TEP´s, verifica-se de acordo com os números oficiais, um aumento de apenas 1,7% entre 1997 e 2011. Regista-se todavia uma significativa redução de 21,5% entre o pico de consumo atingido em 2005 e o ano de 2011, o que certamente incluirá também o efeito da profunda crise económica que se abateu sobre o nosso país;
- Este aumento de eficiência energética na economia global, foi ainda prejudicada pelo agravamento entretanto no sector doméstico, no transporte e nos serviços, incluindo nestas o Estado;
- A Indústria melhorou muito significativamente neste periodo a respectiva eficiência energética;
- Observações complementares:
  - **registre-se que desde 2006 há compras significativas de combustíveis líquidos em Espanha não estatisticamente referenciados, e que derivam do diferencial entre os respectivos preços de venda ao público. Note-se que este dado pode distorcer bastante a análise "oficial" da evolução da eficiência energética;**

- 
- **A utilização da biomassa/biocombustíveis/resíduos é a maior componente endógena da energia primária utilizada.**
  - **É também de registar o aumento significativo do consumo de gás natural, que ultrapassou pela primeira vez em 2011 a barreira dos 20%.**

## 2.3. A Factura Energética de Portugal nos Últimos 14 anos

Quadro 3: Evolução do Saldo Líquido das Importações Energéticas (em 10<sup>6</sup>€)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Carvão	164	175	210	214	233	187	261	332	325	302	455	326	179	305
Petróleo e derivados	1.224	1.794	3.213	3.129	2.843	2.794	3.233	4.147	(1) 4.485	(1) 4.951	(1) 5.881	(1) 3.418	(1) 4.174	(1) 5.351
Gás natural	65	165	333	439	410	465	462	753	818	889	1249	995	1151	1366
Energia Eléctrica (Saldo)	11	-18	9	15	65	101	130	282	273	305	634	222	107	143
<b>TOTAL</b>	<b>1.464</b>	<b>2.116</b>	<b>3.765</b>	<b>3.797</b>	<b>3.551</b>	<b>3.502</b>	<b>4.086</b>	<b>5.514</b>	<b>(1) 5.901</b>	<b>(1) 6.447</b>	<b>(1) 8.219</b>	<b>(1) 4.960</b>	<b>(1) 5.561</b>	<b>(1) 7.165</b>
Variação face ao ano anterior (%)	-24	44,5	77,9	0,9	-6,5	-1,4	16,7	35	7	9,3	27,5	-39,6	12,1	+28,8

(1) Não estão contabilizadas nas estatísticas oficiais as significativas compras de combustíveis líquidos que terão sido feitas nestes anos em Espanha, directamente pelos consumidores finais.



## Conclusões mais importantes:

- A Factura Energética paga por Portugal aumentou 389,4% entre 1998 e 2011: E isto apesar de em 2011 se ter consumido menos energia primária que em 1998!
- Decréscimo muito ligeiro da dependência directa da economia portuguesa ao preço do barril de petróleo que passou de 70,4%, em 1998, para 66,7%, em 2011. Isto ficou a dever-se ao aumento muito significativo do consumo de gás natural registado nos últimos anos.
- A componente importada da Energia Primária diminuiu apenas ligeiramente: 85,1% em 1998, e 77,7% em 2011.  
Ou seja, apenas 7,4% em 13 anos. E isto sem contar com as compras de combustíveis líquidos “Off the books” efectuadas em Espanha após 2005, conforme já referido atrás.

## Conclusões mais importantes (Cont.):

O aumento do contributo das “novas energias renováveis” entre 2006 e 2011 foi bastante inferior ao esperado, tendo em conta os elevados investimentos efectuados desde 2003, e o significativo aumento registado na respectiva potência instalada.

- **Em 2011 o contributo total das energias “Eólica, Geotérmica, e Fotovoltaica” correspondeu apenas a 4,0% do total das fontes de energia primárias consumidas por Portugal.**
- **A partir do ano 2000 o “Terceiro choque petrolífero” sublinhou a enorme vulnerabilidade da economia portuguesa face ao preço do petróleo.**
- É também extremamente importante sublinhar que a Factura Energética Líquida de Portugal representou em 2011 exactamente metade do défice total da Balança de mercadorias nesse ano.

Isto mostra claramente que a Energia é o maior constrangimento económico de Portugal.

De facto, se retirarmos a Energia, Portugal teria tido já em 2011 um Superavite global da sua balança Comercial (Mercadoria e Serviços).

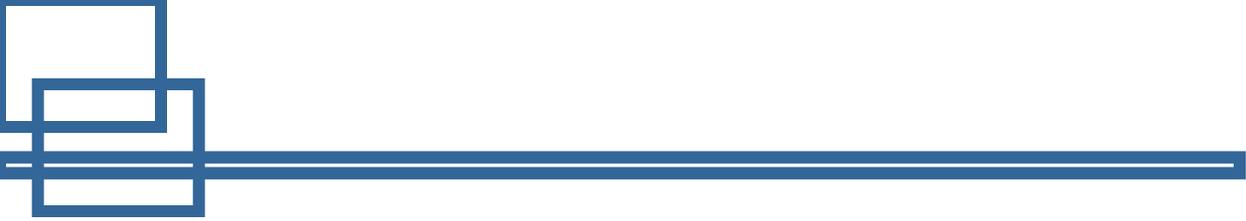
## **3. A Energia nos Próximos Trinta Anos**

### **3.1. As Questões Tecnológicas Fundamentais**

Há três grandes questões tecnológicas que estão em desenvolvimento e cuja evolução é fundamental para se perspectivar o futuro do balanço energético a nível mundial, no horizonte de 20 a 30 anos:

- **A possível comercialização da electricidade obtida a partir da fusão nuclear dos isótopos de hidrogénio, ou de outros núcleos leves;**

- 
- **A separação/captura/armazenamento do CO<sub>2</sub> a partir das emissões gasosas das centrais termoeléctricas de carvão/hidrocarbonetos e muito em especial a obtenção do designado “carvão limpo”;**
  - **A descoberta/lançamento no mercado de hidrocarbonetos a partir de novas e “imprevistas” grandes jazidas, quer clássicas quer de xistos betuminosos, que influenciem o respectivo balanço global da oferta/procura.**



Tendo em atenção as fases clássicas para a aplicação do conhecimento científico de comprovação laboratorial/instalações piloto/protótipo industrial, todas as perspectivas da AIE/OCDE apontam para **uma alta improbabilidade** de lançamento no mercado de novas fontes energéticas, que tenham um impacto decisivo a nível global dentro dos próximos 25/30 anos.

Todavia é neste âmbito muito importante sublinhar desde já que a recente e muito significativa produção de Gás de Xisto, nos USA, e de Petróleo de Xisto, no Canadá, se está a tornar num factor decisivo para o aumento da competitividade económica de toda a América do Norte.

É de registar que o preço do Gás natural tem sido nos dois últimos anos cerca de um terço do que se regista na Europa, e que mesmo em termos de petróleo os preços no continente norte-americano têm sido sistematicamente inferiores em 25 USD/barril relativamente aqueles que são pagos pelos países europeus. E tal traz consequências decisivas para a competitividade relativa das indústrias como cimento, a cerâmica e mesmo a petroquímica.



### 3.2. As Grandes Questões Geoestratégicas e de Segurança

Apesar de todos os esforços, e propaganda, realizados à volta das “novas energias renováveis”, **a tendência económica concreta aponta para um aumento da dependência energética da Europa/27 dos 40% actuais, para cerca de 70% no ano 2050**, se não houver uma clara alteração da política seguida até hoje.

Essa dependência concentra-se fundamentalmente no petróleo e no gás natural.



Ora o petróleo fornecido à Europa é controlado sobretudo pelos países árabes da OPEC e pela Rússia, e o gás natural é controlado pela Rússia, pelo Médio Oriente e pela Nigéria.

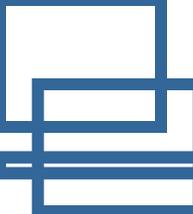
**Ao assinar o protocolo de Kyoto, sem a existência de “carvão limpo”, e sem uma análise aprofundada sobre o aumento do recurso ao nuclear a Europa afunilou assim a sua dependência num número muito reduzido de países, alguns com agenda política e geoestratégica potencialmente em conflito directo com os objectivos políticos prioritários da Europa.**

**Note-se a este propósito que, no ano passado, face aos constrangimentos energéticos que estava a enfrentar, o Canadá decidiu abandonar o Protocolo de Kyoto.**

**Na Europa, só um esforço conjugado de aumento da eficiência energética, da utilização economicamente competitiva de todas as fontes renováveis possíveis, dum reforço do nuclear e dum esforço conjugado para se tentar alcançar na Europa uma produção de Shale Gas idêntica à que já se alcançou nos USA poderão evitar um aumento da dependência energética nos próximos 30 anos. Tudo aponta para que sem o vector nuclear a dependência energética da Europa tenderá mesmo a aumentar na prática.**

## **4. A Construção de um Novo Paradigma Energético para Portugal**

- **O Plano Energético elaborado em 1982/83, e que esteve na origem da diversificação para o carvão, e mais tarde para o Gás Natural, terminou em 2000 manifestamente o seu “prazo de validade”;**
- **E esta obsolescência foi provocada por dois factores fundamentais:**



a) **O Protocolo de Quioto que inviabilizou a utilização do carvão como grande fonte de energia primária em crescimento**

b) **O aumento do preço do Gás Natural, e a sua indexação na prática na Europa ao preço do petróleo, que veio a tornar economicamente “suicidária” a persistência na aposta quase exclusiva neste vector como “fonte de energia de crescimento”.**

- A ideia voluntarista de que se podiam promover a qualquer preço as renováveis intermitentes incontrolláveis (eólica e solar), está a esmagar a nossa economia, e já demonstrou não poder resolver nada de significativo. Claramente é necessário um novo Paradigma Energético para Portugal, que integre uma avaliação relativa das grandes questões tecnológicas vistas no ponto anterior;

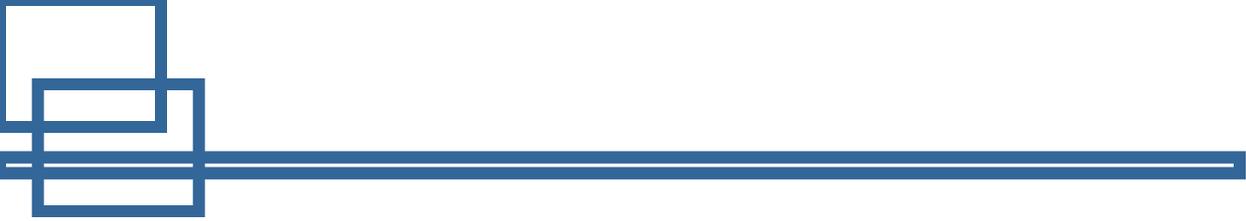
- 
- Esta alteração de paradigma tem que ter como objectivos a redução dos custos médios expectáveis da produção de energia directamente consumida pelos sectores produtivos da economia, em simultâneo com o aumento das componentes nacionais das fontes de energias primárias utilizadas;
  - No leque das oportunidades de diversificação competitiva futura incluem-se a Biomassa, a Hidroeléctrica, a Eólica, e o Nuclear, e a identificação e o início da exploração intensiva das reservas de Gás de Xisto existentes.
  - **Ou seja, é necessário construir uma base energética que esteja primordialmente ao serviço da competitividade económica de Portugal.**

## 4.1. A questão da triplicação do investimento eólicas/hídricas de bombagem/centrais a gás natural

- Dentro deste leque de oportunidades é de sublinhar a importância, no caso português, duma “articulação virtuosa” entre a energia eólica e a energia hídrica. Sendo a energia eólica extremamente inconstante, com variações súbitas da intensidade do vento que chegam a provocar flutuações de potência produtiva da ordem das muitas centenas (ou mesmo milhares) de MW, torna-se indispensável “armazenar” esses picos “imprevisíveis” de produção sob a forma de energia hídrica em barragens de albufeira, bombeando água de jusante para montante. Apesar dos sobrecustos da bombagem, que encarecem o KWh final vendido ao utilizador, **esta poderá ser a “menos má” das soluções para dar alguma lógica económica à “aposta mediática” na energia eólica, que já se encontra neste momento instalada.**

- 
- **Mas atenção**, que com a potência eólica já instalada, da ordem dos 5.800 MW, qualquer nova potência eólica a instalar, **devido à sua incontável intermitência, exige já hoje uma triplicação dos investimentos em relação à mesma energia final efectivamente consumida pela actividade económica.**

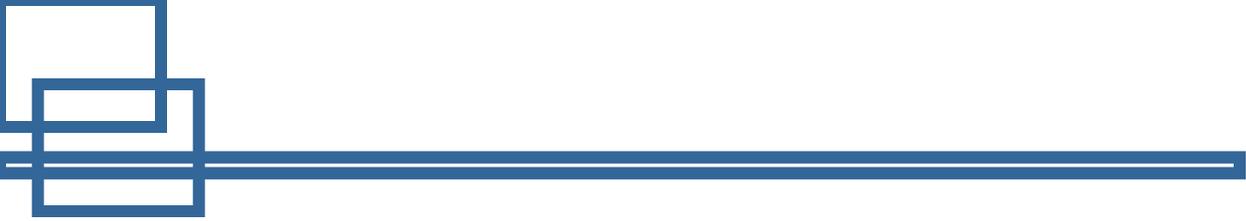
Esta **triplicação do investimento** baseia-se na necessidade complementar de se investir em centrais hídricas de bombagem para “armazenar” electricidade, e **ainda em centrais de ciclo combinado a gás natural que na prática se destinam a assegurar a satisfação da procura, isto é, sem o risco de “apagões”, face a uma produção eólica com flutuações frequentes de muitas centenas de MW.** Para além do facto da potência eólica instalada só ser utilizada na prática cerca de 22% do tempo, o que é logo à partida um enorme sobrecusto sobre os custos financeiros utilizados (CAPEX).



**O desperdício de recursos financeiros que tal situação gera é de tal ordem que urge congelar o investimento em novas potências eólicas, concentrando todos os esforços em tentar rentabilizar as já instaladas, o que só por si não será nada fácil.**

**Sublinhe-se que o aumento exponencial dos juros do endividamento que se registaram nos últimos três anos, tornaram esta opção ainda mais dramaticamente errada, e um fardo terrível para a competitividade da economia portuguesa.**

**Note-se complementarmente que, esta triplicação de custos de capital vem acompanhada duma redução da eficiência energética global pelo consumo interno de fontes de energia primária, que são assim desperdiçadas, tanto em termos da bombagem da armazenagem hídrica, como em termos da redução da eficiência das centrais a gás natural que servem de “backups” às eólicas, e que assim têm frequentes e muito pronunciadas oscilações de produção, com todos os problemas operacionais daí decorrentes.**



É pois de sublinhar que o mix electroprodutor português está já hoje completamente desequilibrado, com uma percentagem excessiva de renováveis intermitentes e incontrolláveis (eólica e solar fotovoltaica) o que o torna extremamente incompetitivo.

**A sustentabilidade económica de Portugal, e a necessidade de se promover uma política séria de apoio às exportações de bens directamente transaccionáveis exigem pois que esta situação não se agrave ainda mais, e que seja mesmo rapidamente revertida.**

## 4.2 O Enquadramento Estratégico-Tecnológico do Aproveitamento Energético da Biomassa em Portugal

### 4.2.1. Uma Perspectiva Global do Aproveitamento Energético da Biomassa

Portugal tem uma área florestal que ocupa cerca de 38% do seu território.

Para Além disso, mais de 20% do seu território é “florestável” pelo que o potencial florestal total do território nacional é, segundo os especialistas, superior a 60%.

**- É esta a base da grande riqueza florestal, que proporciona um importante recurso energético em Portugal.**

Além disso, dispomos do aproveitamento energético dos RSU'S (Resíduos Sólidos Urbanos) com alto conteúdo de Biomassa, e do Biogás proveniente da transformação de Biomassa.



Centro da Biomassa  
para a Energia

# O QUE É A BIOMASSA

## DEFINIÇÃO

**Biomassa** consiste na “fracção biodegradável de produtos e resíduos provenientes da agricultura (incluindo substâncias vegetais e animais), da silvicultura e das indústrias conexas, bem como a fracção biodegradável de resíduos industriais e urbanos”.  
(2001/77/EC)



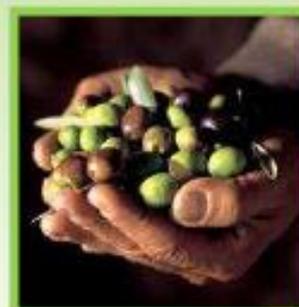
Actividades  
florestais



Actividades  
agrícolas e  
pecuárias



Fracção orgânica  
dos resíduos  
sólidos urbanos e  
equiparados



Indústrias  
agro-  
alimentares



Culturas e  
plantações  
energéticas

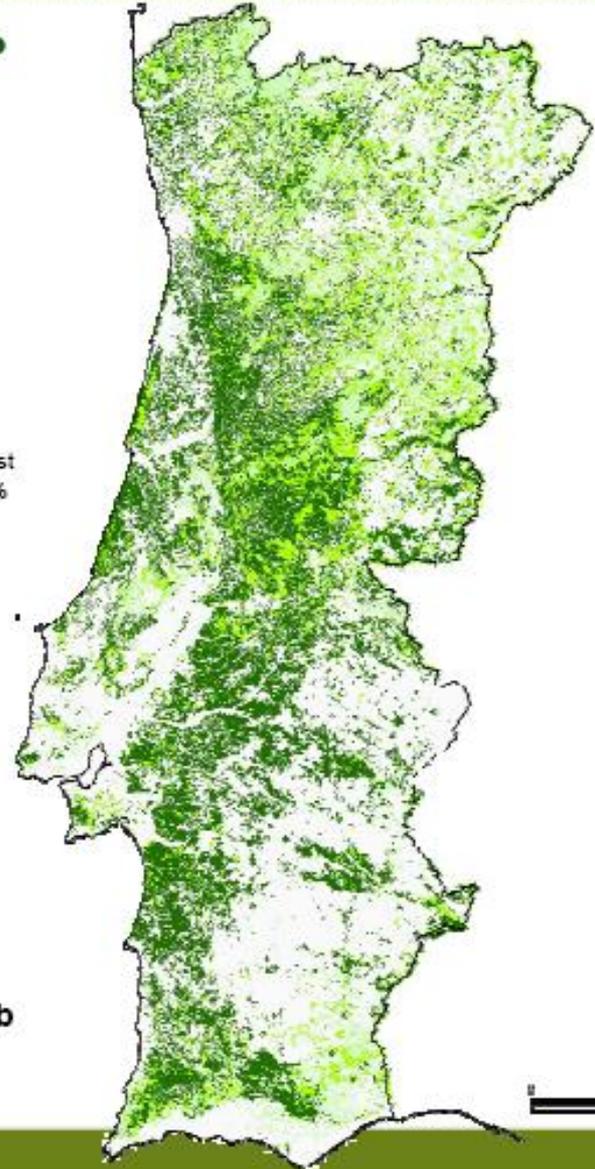
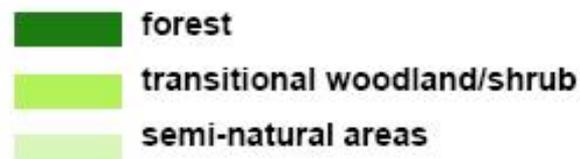
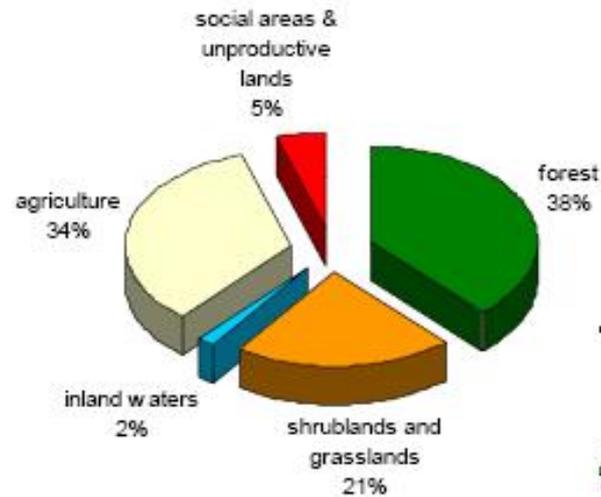
São excluídos do termo “Biomassa” todos os produtos utilizados com fins alimentares e industriais bem como os combustíveis fósseis.

## land use & species composition



**woodlands** occupy **63%**  
of the territory

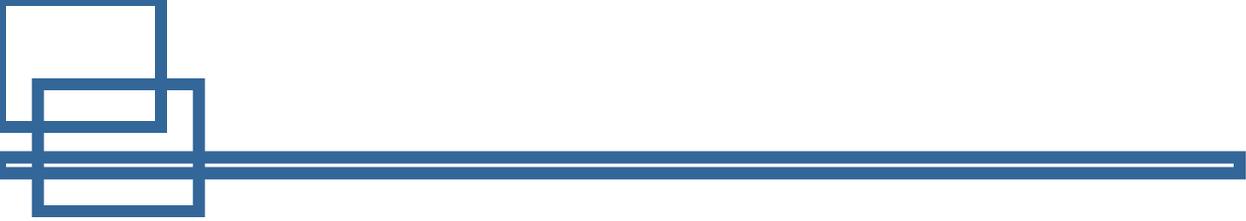
**forest** occupies **38%**



# BIOMASS ENERGY TARGETS - PORTUGAL

	Capacity at (2006)	Objective RCM <sup>(1)</sup> 63/2003 2010	Objective Technologic Plan 2012
<b>Biomass</b>	<b>369 MW</b>		
- With cogeneration	357 MW	-	-
- Without cogeneration	12 MW	150 MW	225 MW <sup>(2)</sup>
<b>Biogas</b>	<b>8,2 MW</b>	<b>50 MW</b>	<b>75 MW</b>
<b>Solid waste (RSUs)</b>	<b>88 MW</b>	<b>130 MW</b>	<b>100 MW</b>

Source: DGGE, 2006



## **4.2.2. A Gestão das Florestas, o Combate aos Fogos Florestais e a Dinamização Económica do Interior**

A adequada gestão das florestas bem como das áreas “florestáveis”, só pode ser feita com eficácia, nomeadamente no interior do país, mediante a utilização energética de biomassa.

Só esta permite viabilizar economicamente a limpeza das florestas e também combater preventivamente os fogos florestais .

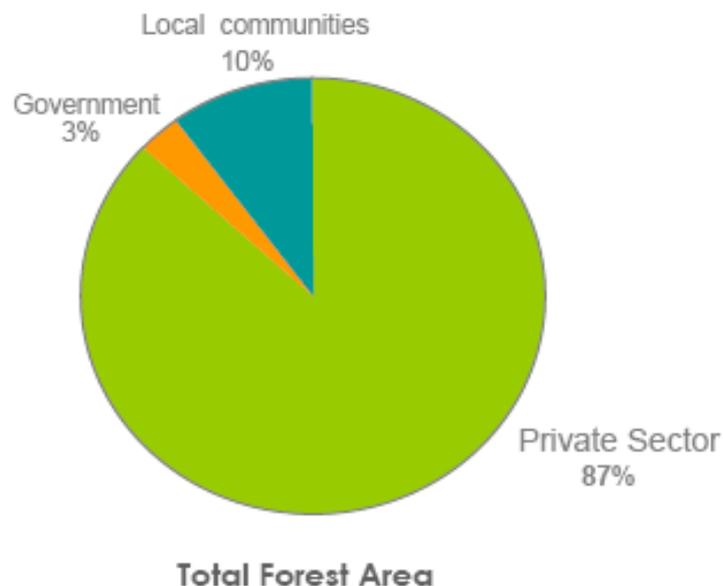
Tal é amplamente sublinhado pelas principais entidades com responsabilidade no sector, conforme se apresenta nos slides seguintes.

## Portuguese Forest

Forest represents 38.4% of main land ( ~3.4 Mha)

### Ownership:

- Private Owners **87%**
- Central Government **3%**
- Local Communities **10%**



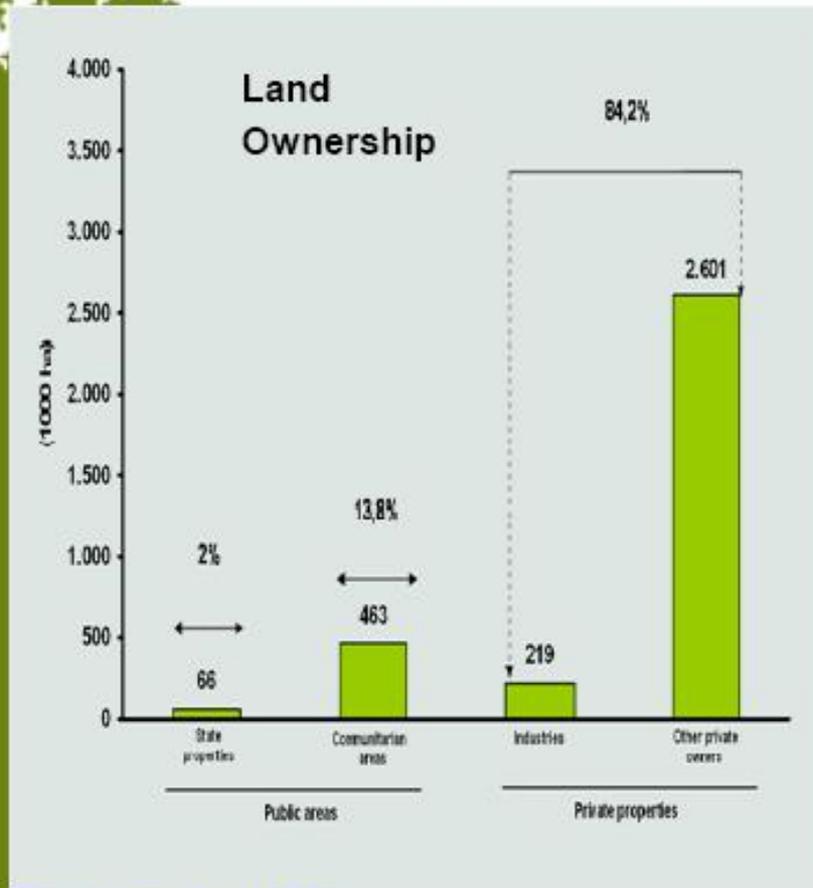
Hundreds of thousands of private owners.

Very small stands (5 ha, divided in 7 parcels).

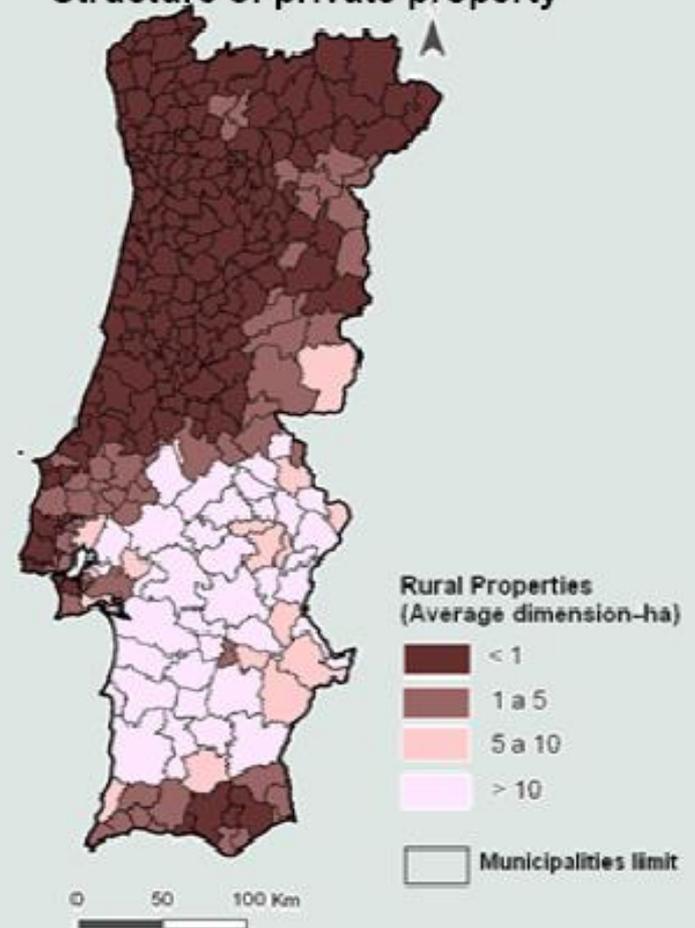
Huge need to modernize forest management.

Biomass needs to improve quality and to cut production costs.

# undeniable reality ownership structure



### Structure of private property



In most of the production wood area:

the property is too small for economic viability

forest represents a marginal income





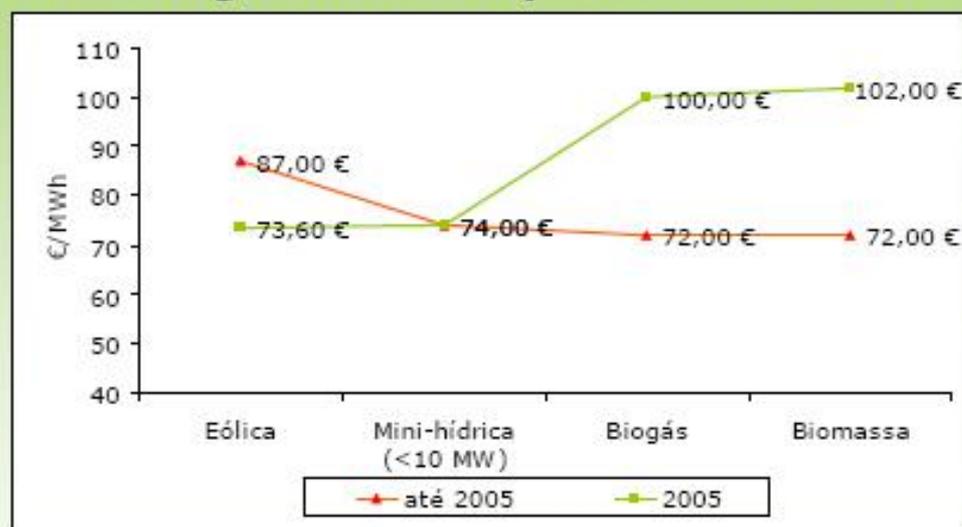
Centro da Biomassa  
para a Energia

# BIOMASSA FLORESTAL

## A biomassa e a situação energética do país

### MEDIDAS de incentivo

- Alteração da tarifa verde para a energia eléctrica produzida com base na biomassa (DL n.º 33-A/2005)



- Parque electroprodutor – Co-combustão: substituição de 5% a 10% do carvão por biomassa nas centrais de Sines e Pego (1,4 Mton/ano)

- Lançamento do concurso para atribuição de 15 pontos de ligação à rede para centrais a biomassa florestal (DL n.º 312/2001 de 10 de Dezembro)



Centro da Biomassa  
para a Energia

# **BIOMASSA FLORESTAL**

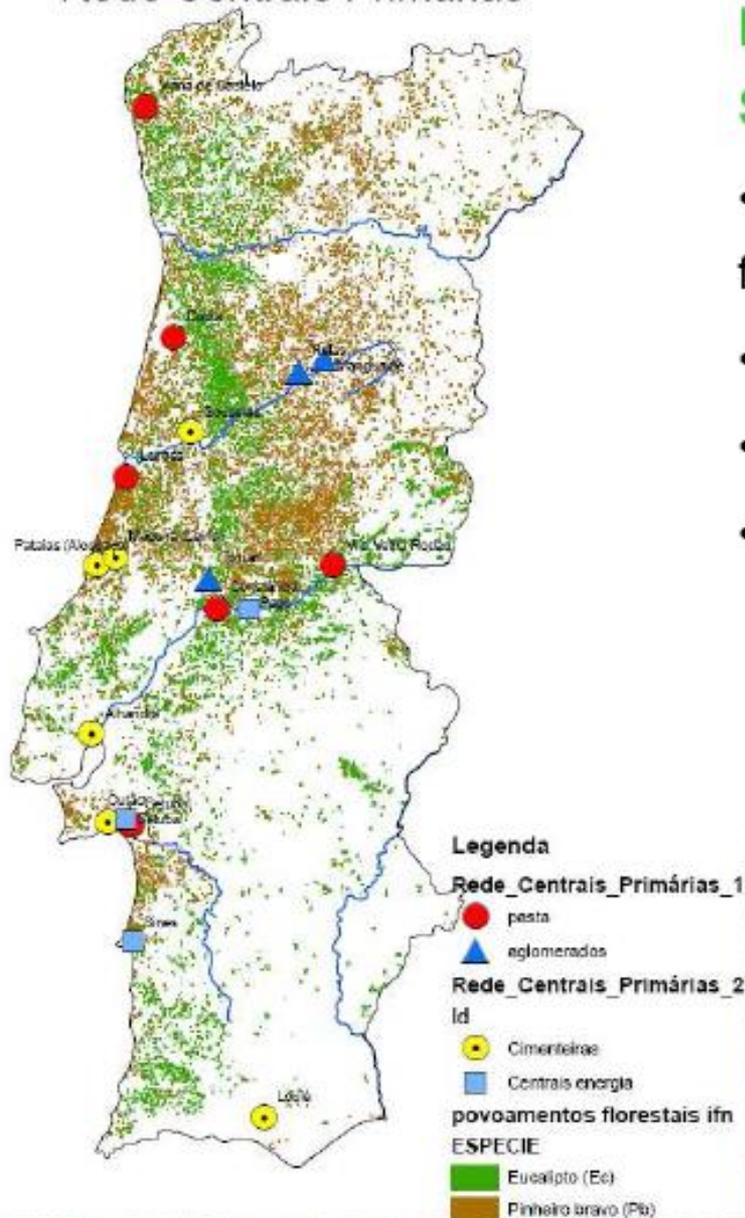
## ***A biomassa e a situação energética do país***

### **CRIAÇÃO de MEDIDAS de incentivo ao uso da biomassa**

#### **Existência de uma lacuna**

- **ao nível da promoção do uso da biomassa no mercado do aquecimento doméstico e dos serviços**
- **criação de incentivos fiscais necessários à implementação do uso da biomassa para aquecimento no mercado interno**

## Rede Centrais Primárias

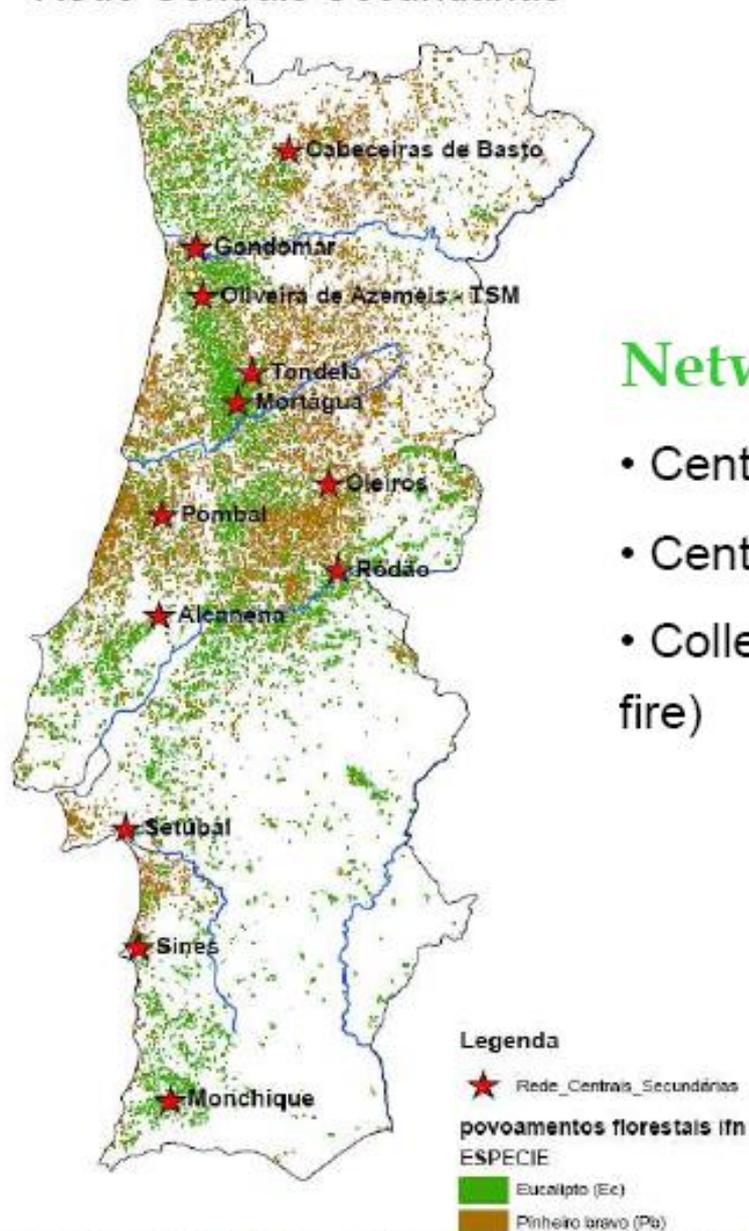


## Network of Primary Power Stations:

- Cogeneration plants and co-firing + other fuels
- + Efficient
- - Costs
- Biomass used:
  - Black liquor: 83%
  - Barks: 15%
  - Others: 2%



## Rede Centrais Secundárias



## Network of Secondary Power Stations:

- Central secondary “on the forest”
- Central dedicated to the production of electricity
- Collection of biomass (high costs versus less risk fire)



### 4.2.3. O Plano das Centrais Térmicas a Biomassa

Para além disso, existe já também a produção de electricidade a partir de RSU's e de biogás, bem como as Centrais de Cogeração instaladas predominantemente em fábricas de celulose.

**- A potência eléctrica total instalada em Portugal no corrente ano de 2010, utilizando as diversas fontes de biomassa, é assim no total de cerca de 680 MW.**

É importante também referir a recente instalação de fábricas de "pellets" de madeira em Portugal, o que aumenta a disponibilidade de combustível sólido de qualidade para a produção de calor, e lança o desafio do aproveitamento industrial do calor cogerado nas Centrais Térmicas Secundárias, como se verá adiante.

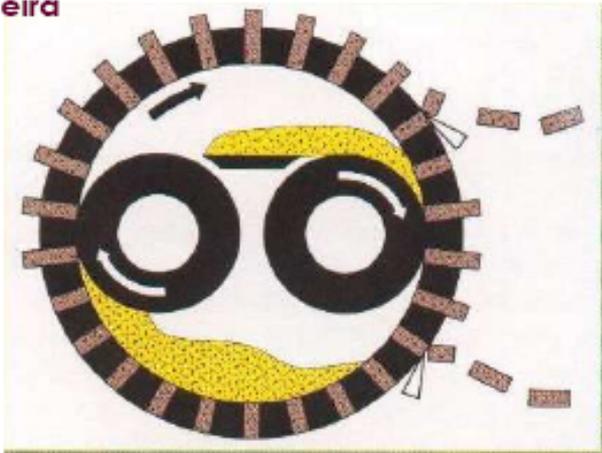
**Estudos efectuados apontam que uma optimização da exploração florestal, e da limpeza preventiva das matas e baldios, podem permitir a produção de 1500 MW eléctricos no horizonte 2020.**

## Solid Biofuels – Pellets

Pellets are obtained from logs and woody by-products

Residual forest biomass is used to dry the wood chips

Fieira



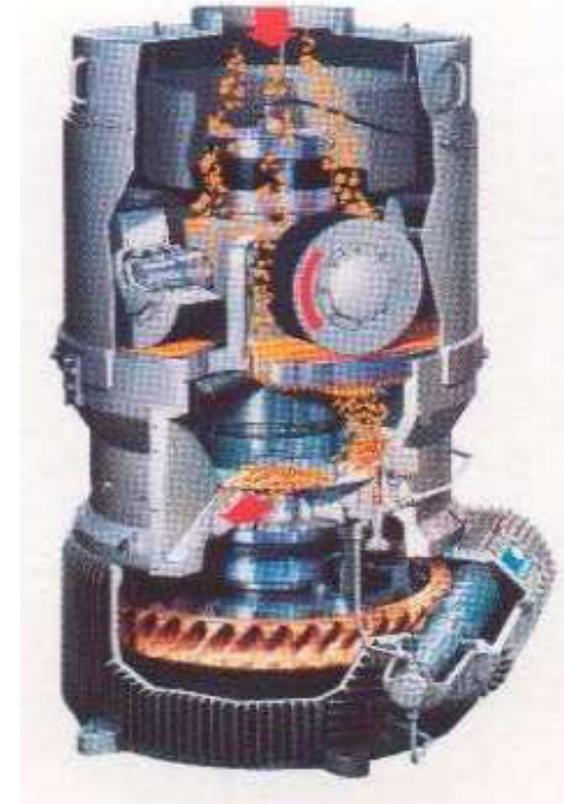
QUICK  
&  
STRONG

developing  
market

15 mills in operation in 2009

1,2 M ton/y installed capacity

14 mills in construction and project will double the capacity



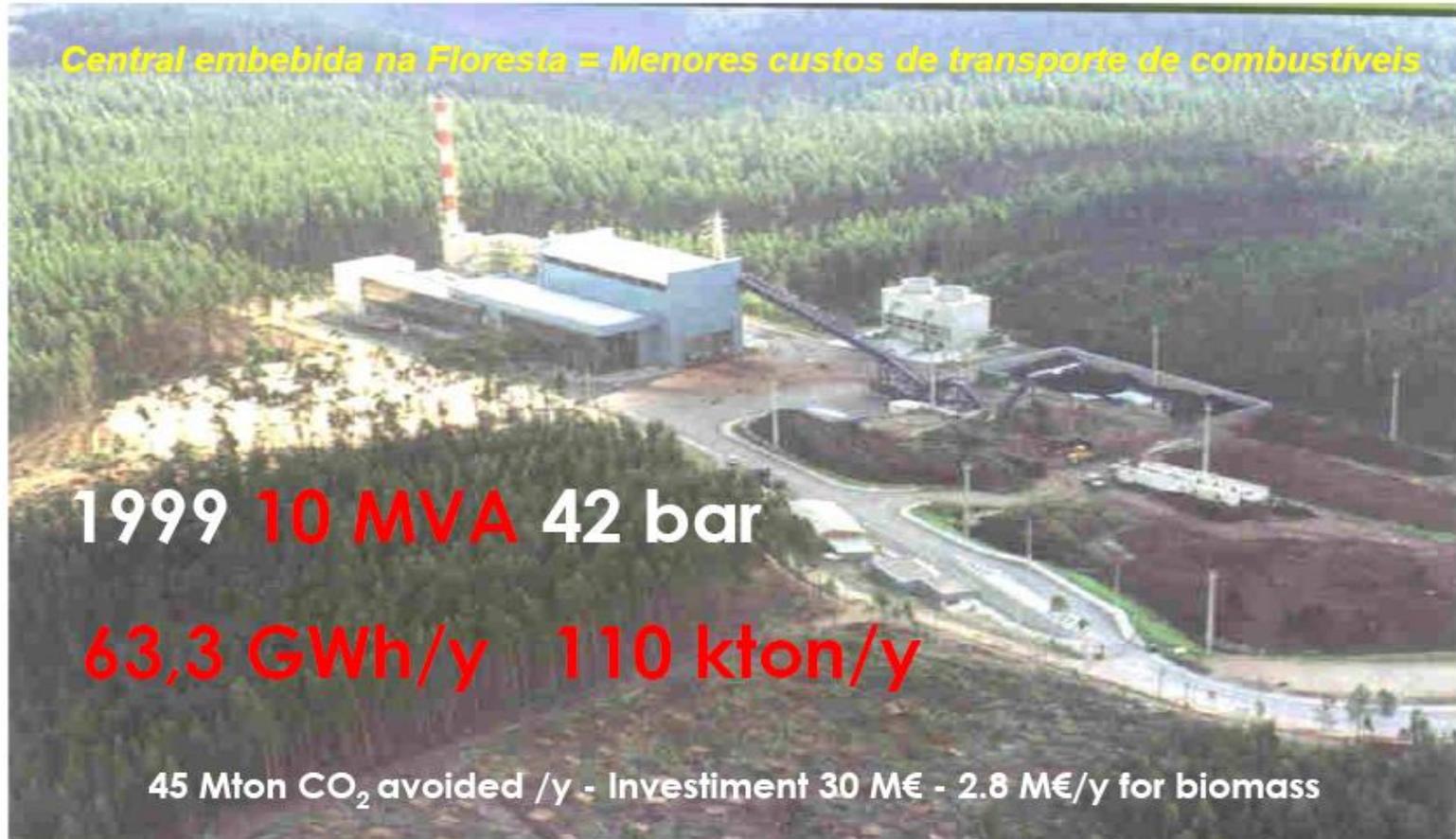
Peletizadora

## 4.2.4. Um Case Study



### “Green field” Mortágua Forest Biomass Power Plant

*Central embebida na Floresta = Menores custos de transporte de combustíveis*



1999 **10 MVA** 42 bar

**63,3 GWh/y** 110 kton/y

45 Mton CO<sub>2</sub> avoided /y - Investiment 30 M€ - 2.8 M€/y for biomass

Central Termoelétrica a Biomassa Florestal Residual de Mortágua

## **5. Portugal e a Energia: Cenários alternativos para 2025**

### **- Indecisão versus mobilização**

A fim de caracterizar a importância das decisões e actuações a tomar agora, vamos considerar dois Cenários alternativos no horizonte 2025.

Um de “Indecisão” caracteriza o arrastar penoso do que existe, prevalecendo um ambiente, aparentemente mais fácil, de não-decisões.

No cenário de “Mobilização” considera-se que a sociedade portuguesa assume a mobilização das competências tecnológicas, da gestão estratégica, e da capacidade de concretização, capaz de fazer face aos novos enquadramentos que entretanto surgiram.

## Evolução dos Consumos Líquidos de Energia Primária em Portugal (10<sup>3</sup> x TEP)

**- Dados Consolidados: 1998 / 2008/2009/2010/2011**

**- Cenários Prospectivos: 2025 (Indecisão e Mobilização)**

	1998	2008	2009	2010	2011	2025	
	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	Cenário I / Indecisão	Cenário II / Mobilização
Coal	3232 13,9%	2526 10,3%	2858 11,84%	1657 7,2%	2223 9,98%	1700 6,3%	500 2,0%
Natural gas	700 3,0%	4157 17,0%	4233 17,54%	4507 19,7%	4492 20,17%	4650 17,2%	1700 6,8%
Hydroelectricity	950 4,21%	627 2,7%	775 3,21%	1423 6,2%	1041 4,7%	1400 5,2%	2000 8%
Wind Geothermal and Solar	13 0,1%	515 2,1%	714 2,95%	871 3,8%	890 4,0%	1000 3,7%	1700 6,8%
Biomass, Biofuels and Resíduos	2484 10,7%	3147 12,9%	3383 14,02%	2974 13,0%	3018 13,55%	3750 13,9%	5300 21,2%
Net Electrical Transfer	195 0,8%	811 3,3%	411 1,70%	225 1,0%	242 1,1%	500 1,9%	0 0,0%
Nuclear/Uranium	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	3600 14,4%
Oil	15634 67,4%	(1) 12610 51,7%	(1) 11765 48,74%	(1) 11245 49,01%	(1) 10361 46,05%	14000 51,9%	10200 40,08%
<b>Total</b>	<b>23208</b>	<b>24435</b>	<b>24139</b>	<b>22902</b>	<b>22268</b>	<b>27000</b>	<b>25000</b>

(Dados: DGEG e GEIPA/IST)  
Janeiro de 2013

(1) Não estão contabilizadas nas estatísticas oficiais as significativas compras de combustíveis líquidos que terão sido feitas nestes anos em Espanha directamente pelos utilizadores finais



## **Comparando o Cenário I com o Cenário II :**

No Cenário I em 2025 Portugal importará, para o mesmo PIB, mais cerca de 8,55 milhões de TEP's de petróleo + GN + Electricidade + Carvão do que no Cenário II.

Para um preço do barril de 140 USD em 2025 isso significará mais cerca de 7,5 milhares de milhões de euros por ano (equivalente a cerca de 1.500 milhões de contos antigos).



Assim, as opções estratégicas que irão definir a competitividade da base energética em Portugal a partir de 2025 terão que ser tomadas nos próximos dezoito meses.

A competitividade da economia de Portugal no horizonte de 2025 depende pois das opções que terão que ser agora tomadas com urgência, e da capacidade que os políticos e empresários portugueses tiverem para as concretizar no terreno.



## **6. – Tecnologias para o Aumento da Eficiência Energética na Indústria**

### **6.1 – Integração de Processos ( Pinch Technology)**

## O que é a Integração de Processos (IP) ?

- A Integração de Processos visa aproveitar, da melhor forma possível, o balanço de energia existente no próprio processo, de forma a otimizar a utilização das utilidades exteriores (quentes e frias);
- Baseia-se em princípios científicos elementares, permitindo a optimização energética de um processo industrial, bem como melhorar a sua eficiência ambiental, através da recirculação mais adequada de sub-produtos e efluentes;
- Permite analisar quer processos de elevada complexidade, quer unidades de pequenas dimensões, a funcionarem em regime contínuo ou descontínuo;
- É possível aplicar esta tecnologia à generalidade das indústrias, em sectores tão distintos como o têxtil e o agro-alimentar;
- Após a sua aplicação, verificam-se reduções substanciais no investimento de processos em fase de projecto. Esta tecnologia torna-se também bastante importante na reconversão de unidades já instaladas.

## Alguns Conceitos Básicos:

- Corrente Fria:

Corrente processual cuja temperatura necessita de aumentar e/ou onde ocorre uma mudança de estado por absorção de calor.

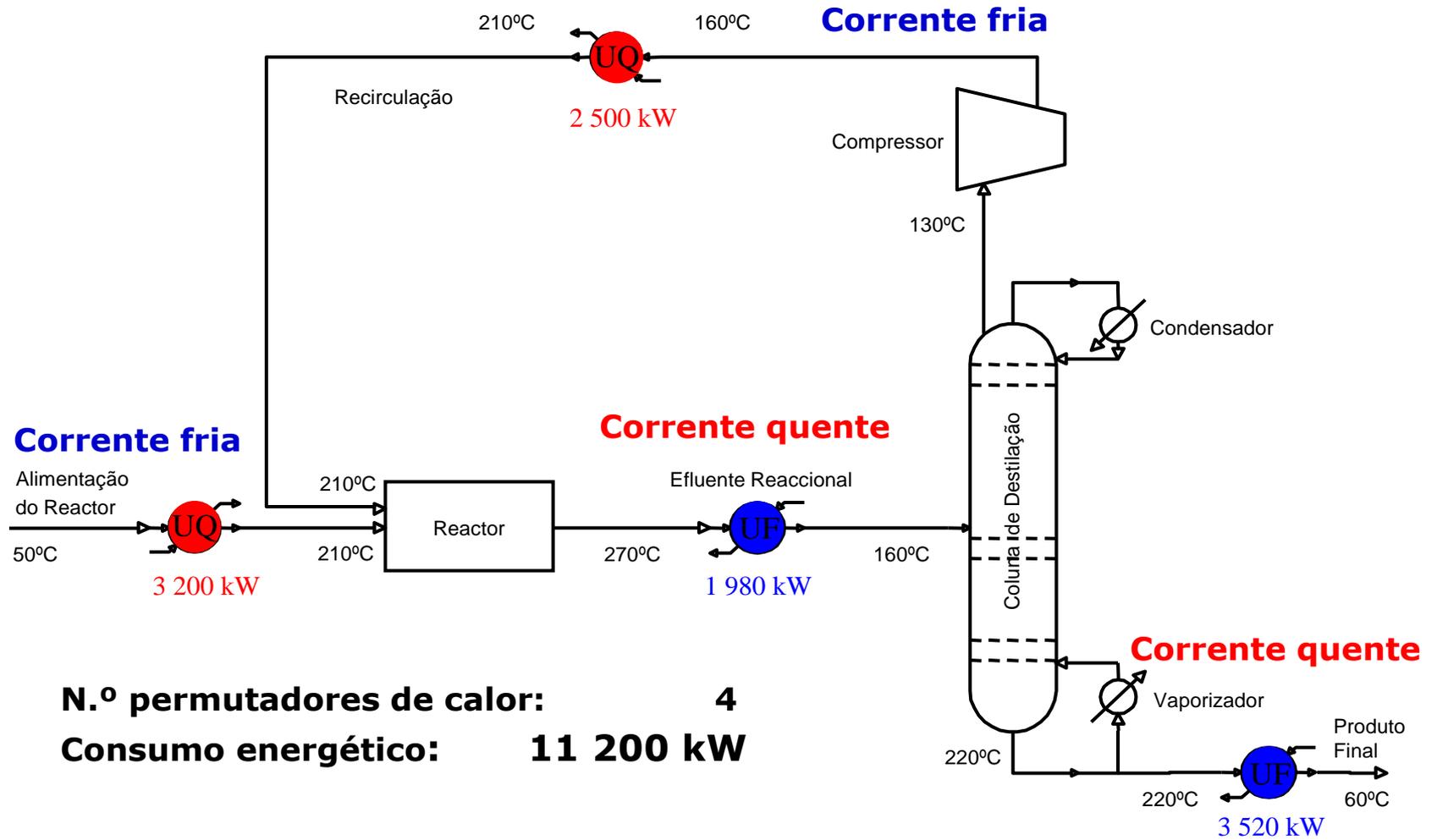
- Corrente Quente:

Corrente processual cuja temperatura necessita de diminuir e/ou onde ocorre uma mudança de estado com libertação de calor.

- Utilidades Externas:

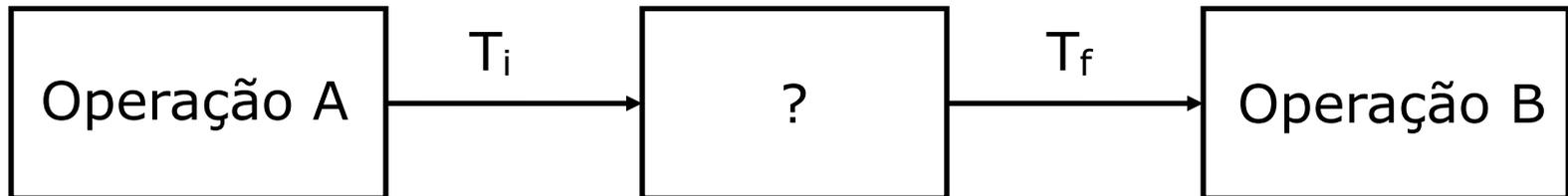
Fluidos exteriores ao processo que permutam directamente com as correntes do processo de forma a fornecer-lhes ou retirar-lhes entalpia. Podem ser **quentes** (vapor de água, fluidos quentes, efluentes gasosos, gases de combustão, etc.) ou **frias** (água de refrigeração, ar atmosférico, ou outro tipo de fluido de arrefecimento).

# Considere-se o seguinte processo (Exemplo 1):



**N.º permutadores de calor: 4**  
**Consumo energético: 11 200 kW**

- É essencial identificar correctamente as necessidades de aquecimento, arrefecimento, condensação e vaporização das correntes do processo.



$T_i > T_f \quad \Rightarrow \quad \text{Arrefecimento}$

$T_i < T_f \quad \Rightarrow \quad \text{Aquecimento}$

$T_i = T_f \quad \Rightarrow \quad \text{Condensação ou Vaporização}$

- **Dados necessários para caracterizar as correntes do processo e utilidades exteriores disponíveis:**
  - **$T_i$**  Temperatura inicial;
  - **$T_f$**  Temperatura final pretendida;
  - **$M$**  Caudal mássico;
  - **$C_p$**  Calor específico médio;
  - **$MC_p$**  Capacidade calorífica média ( $= M \times C_p$ );
  - **$\Delta H_{vap.}$**  Entalpia de vaporização se ocorrer mudança de fase;
  - **$h$**  Coeficiente de transferência de calor.

### **Nota:**

O valor de  $C_p$  geralmente varia com a temperatura. É essencial saber em que zonas se pode considerar constante.

Se  $C_p$  não for constante, consideram-se pequenos intervalos nos quais o seu valor se pode considerar independente da temperatura.

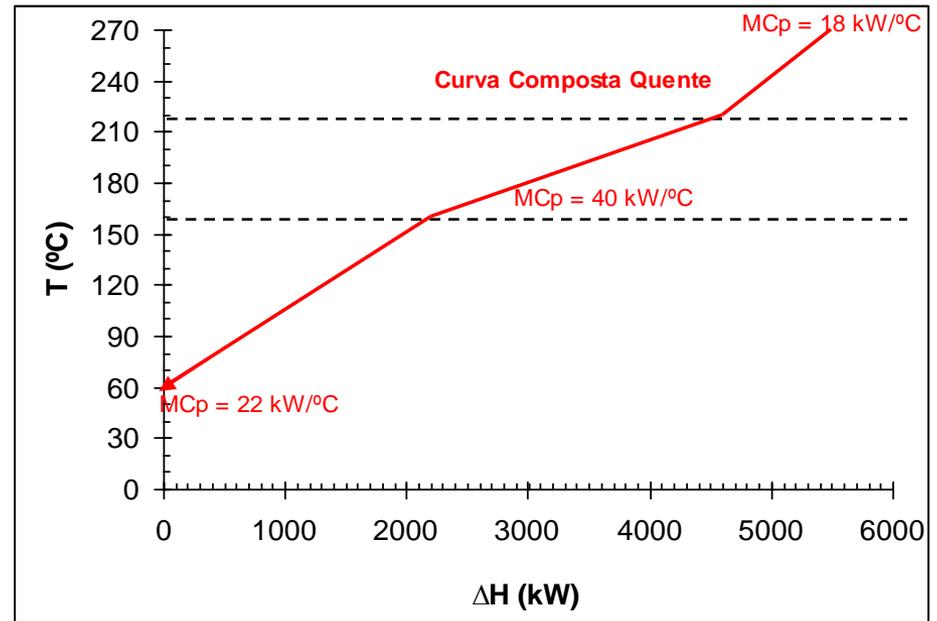
## Curvas Compostas

- Estas curvas são representações das correntes num diagrama Temperatura / Entalpia.
- Permitem avaliar as necessidades entálpicas do conjunto das correntes do processo. Isto é, determinar:
  - Quantidade de energia máxima que é possível recuperar por transferência de calor entre as correntes do processo;
  - Quantidade mínima de calor exterior a fornecer ao processo através de uma utilidade quente:  $Q_{Util. Quente}$ ;
  - Quantidade mínima de calor a retirar do processo, através de uma utilidade fria:  $Q_{Util. Fria}$ .
- Na sua construção assume-se que o valor de  $MC_p$  é constante.

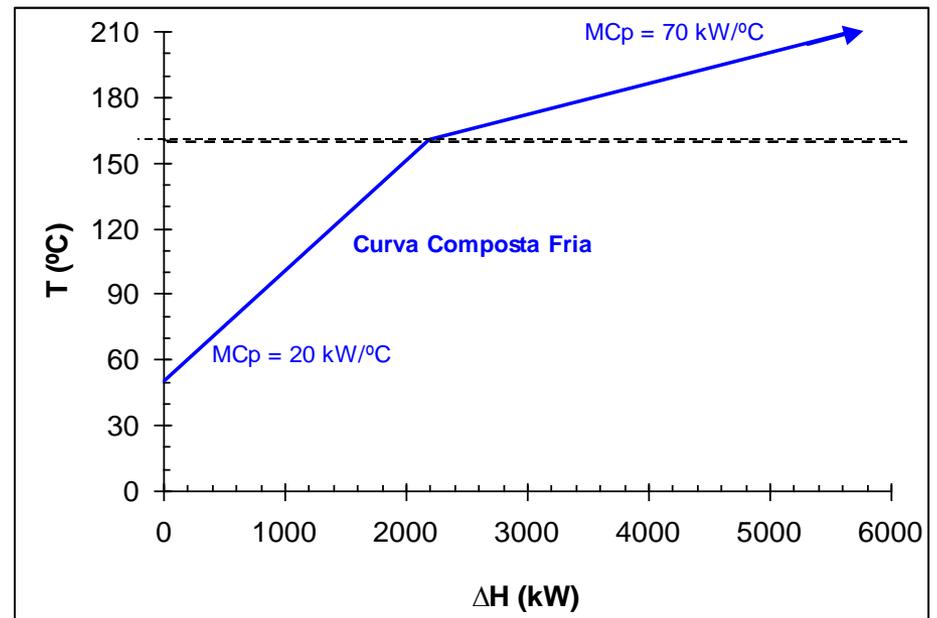
## Construção da Curva Composta Quente / Fria do processo:

1. Divide-se o eixo das temperaturas em intervalos, que são definidos pelas temperaturas de entrada e saída das correntes;
2. Em cada um desses intervalos as correntes Quentes / Frias do processo são combinadas considerando:
  - $MC_p$  em cada intervalo é igual à soma dos  $MC_p$  individuais das correntes Quentes / Frias existentes nesse intervalo;
3. Representa-se no diagrama Temperatura / Entalpia, os valores de entalpia determinados pelo produto do somatório dos  $MC_p$  pela diferença de temperatura em cada intervalo.

- Correntes quentes e **Curva Composta Quente** do processo referido no Exemplo 1.

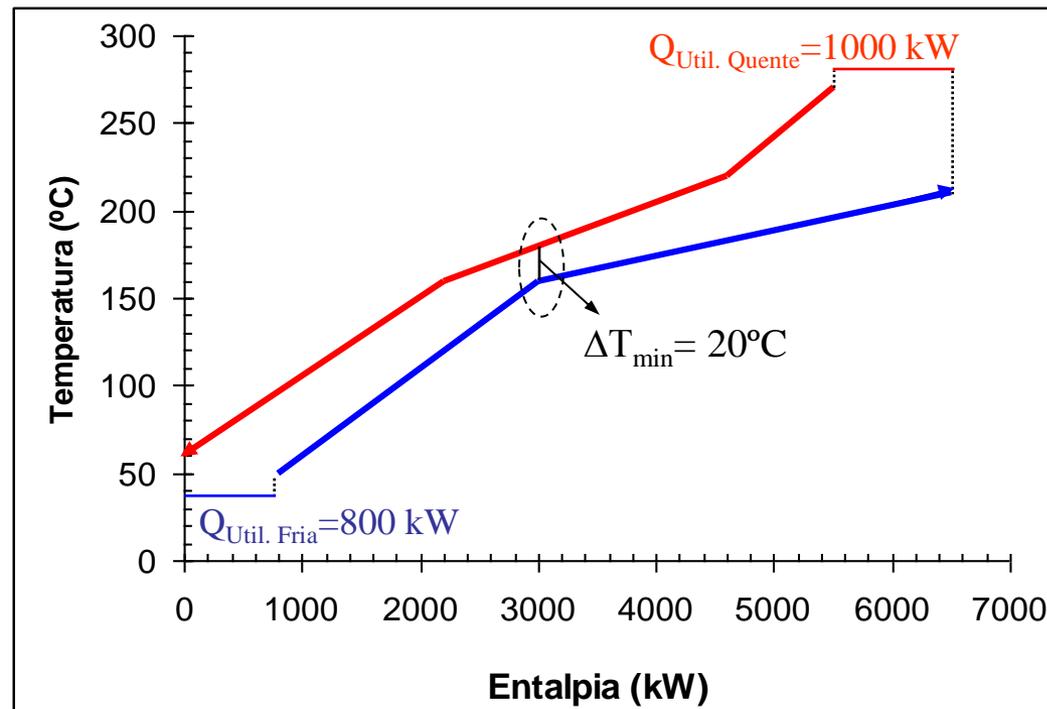
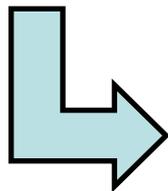


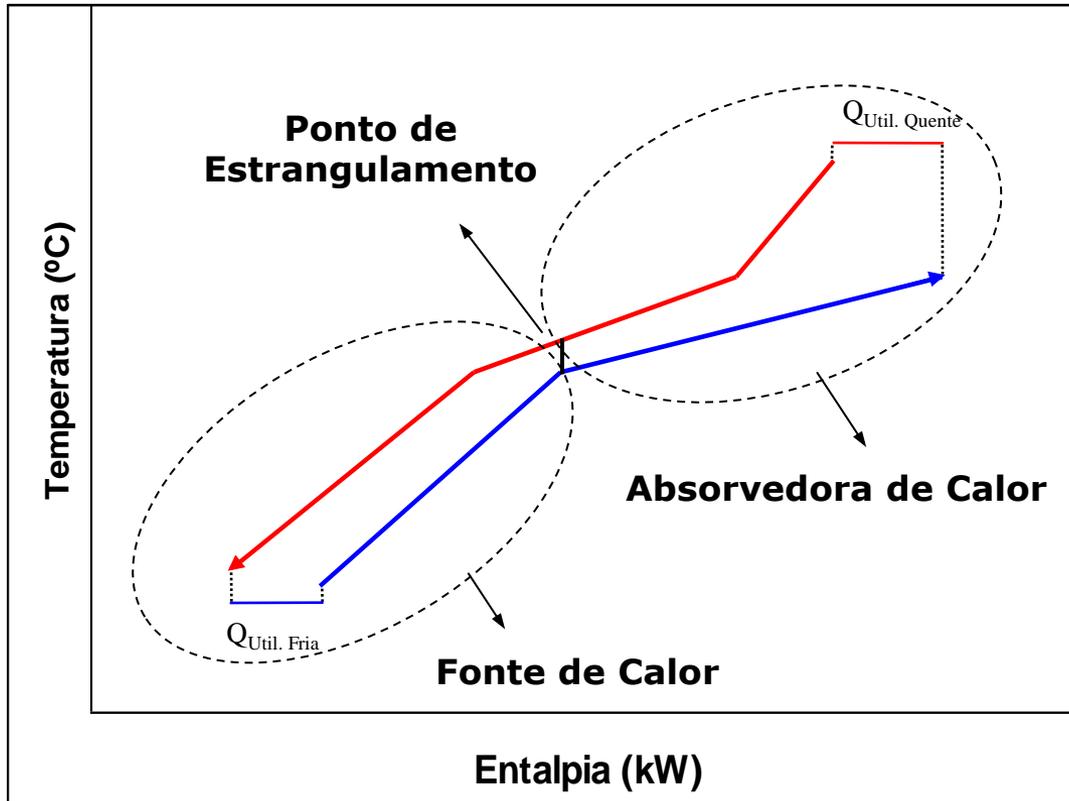
- Correntes frias e **Curva Composta Fria** do processo referido no Exemplo 1.



- Representando a Curva Composta Quente e Fria no mesmo diagrama Temperatura / Entalpia verifica-se que:
  - Se aproximam mais entre si para um determinado intervalo de temperaturas, designado por  $\Delta T_{\min}$ ;
  - As duas curvas podem ser aproximadas uma da outra, por translação horizontal da CCF, i.e., diminuindo o valor de  $\Delta T_{\min}$ ;
  - Fixando o valor de  $\Delta T_{\min}$ , ou a posição relativa das curvas, é possível determinar a quantidade mínima de utilidades exteriores:  $Q_{\text{Util. Quente}}$  e  $Q_{\text{Util. Fria}}$ .

Para o processo referido no Exemplo 1





### Na Zona Acima do PE:

- As correntes quentes transferem **todo** o calor disponível para aquecer as correntes frias do processo;
- É necessário recorrer a energia do exterior, através da utilidade quente, para satisfazer as necessidades residuais das correntes frias.



### Zona Absorvedora de Calor

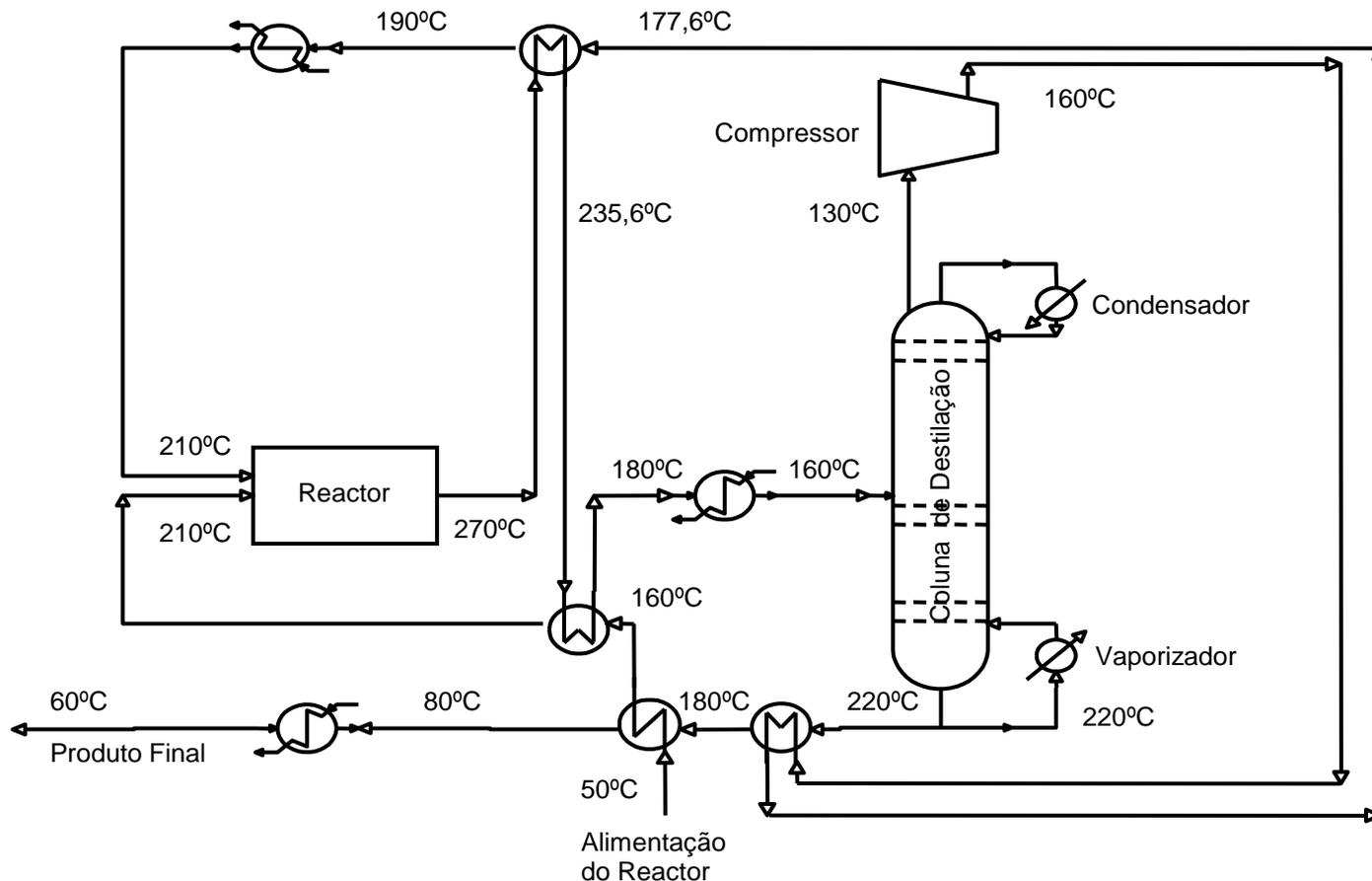
### Na Zona Abaixo do PE:

- **Todas** as correntes frias são aquecidas por transferência de calor com as correntes quentes do processo;
- É necessário retirar energia do sistema, através da utilidade fria.



### Zona Fonte de Calor

# Processo (Exemplo 1) após aplicação da Integração de Processos:



**N.º permutadores de calor: 7**  
**Consumo energético: 1800 kW**

**Redução Custos Totais: ~ 50%**

## **7. Energia: Um desafio à colaboração entre Portugal e a restante Europa**

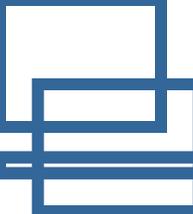
A sustentabilidade económica de Portugal é um desafio para os portugueses.

Mas a cooperação europeia é um objectivo fundamental para garantir a competitividade da base energética das empresas portuguesas.

E neste âmbito sugiro três acções concretas prioritárias:

### **a) O reforço da interligação eléctrica entre a Península Ibérica e a França através dos Pirinéus.**

Esta interligação permitirá por um lado absorver eventuais picos de produção renovável intermitente que doutra forma serão desperdiçados, e por outro lado permitir o acesso das empresas portuguesas e espanholas a produções eléctricas francesas e da Europa Central que sejam mais competitivas, alavancando os respectivos efeitos de escala, nomeadamente em períodos de maior consumo eléctrico.

- 
- 
- b) **Promover parcerias de inovação tecnológica industrial, quer a nível empresarial quer a nível de políticas públicas, tendo em vista prioritariamente uma análise estratégica integrada da situação energética em Portugal e do seu efeito na competitividade económica do país.**

Sobre este último ponto, considero também que um eventual projecto na área do nuclear na Península Ibérica em que Portugal participe directamente deve ser enquadrado prioritariamente no âmbito duma parceria conjunta de Portugal com a França e a Espanha, num quadro europeu.

- c) **Reforçar os estudos geológicos e as explorações comerciais que permitam que a Europa possa tirar o máximo partido das suas potencialidades em termos de reservas de Gás de Xisto.**