

As Energias Renováveis e a Eficiência Energética em Agricultura Protegida

Focus Group IV | Sustentabilidade Energética na Agricultura e Florestas

David Loureiro

Investigador Auxiliar
Laboratório Nacional de Energia e Geologia
david.loureiro@lneg.pt



- 1. Recursos energéticos e objetivos da Eficiência Energética 20-20-20**
- 2. Estufas na UE27: estatísticas técnicas e económicas**
- 3. Aproveitamento de fluidos térmicos em agricultura protegida**
- 4. Valorização térmica de geofluido de baixa entalpia**
- 5. Valorização de efluente térmico industrial**
- 6. Secador Solar para Produtos Naturais**
- 7. Sustentabilidade Energética em Agricultura Protegida no séc. XXI**

- 1. Q1 : ESTUFA (sistema complexo energia solar)**
- 2. Q2: OPTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA (balanço de energia)**
- 3. Q3: VALORIZAÇÃO ETI (e outros fluidos térmicos)**

Recursos Energéticos em Portugal



Portugal é um país com escassos recursos energéticos endógenos, nomeadamente, dos fósseis que asseguram a generalidade das necessidades energéticas da maioria dos países desenvolvidos (petróleo, carvão e gás).

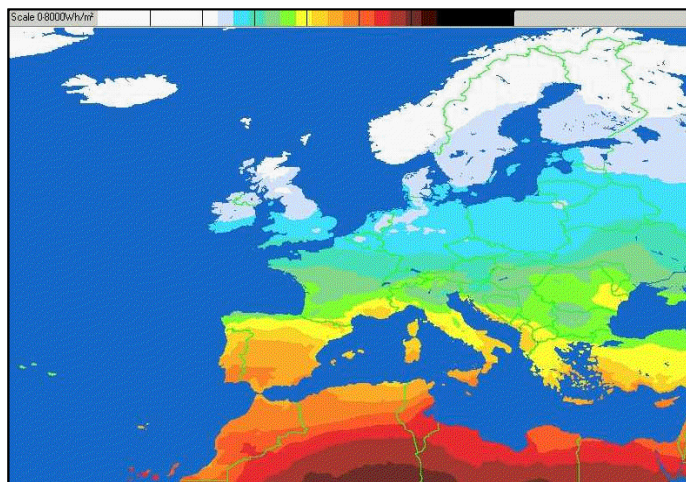
A escassez desses recursos conduz a uma elevada dependência energética do exterior, que, apesar de algum decréscimo desde 2005 apresentava em 2010 um valor de 76,8%.

Estrutura de consumos de energia primária por fontes em Mtep (%)			
	2005 UE	2005 Portugal	2010 Portugal
Carvão	14,6	12,6	7,5
Petróleo	40,2	60,2	49,6
Gás natural	23,5	14,0	19,7
Nuclear	15,7	---	---
FER	6,0	13,2	23,2

Importa assim aumentar a contribuição das energias renováveis e simultaneamente a sua ecoeficiência - *redução do consumo, redução do impacto e a melhoria do valor do produto* - nos principais setores da economia: energia, transportes, **agricultura** e indústria.

Radiação Solar

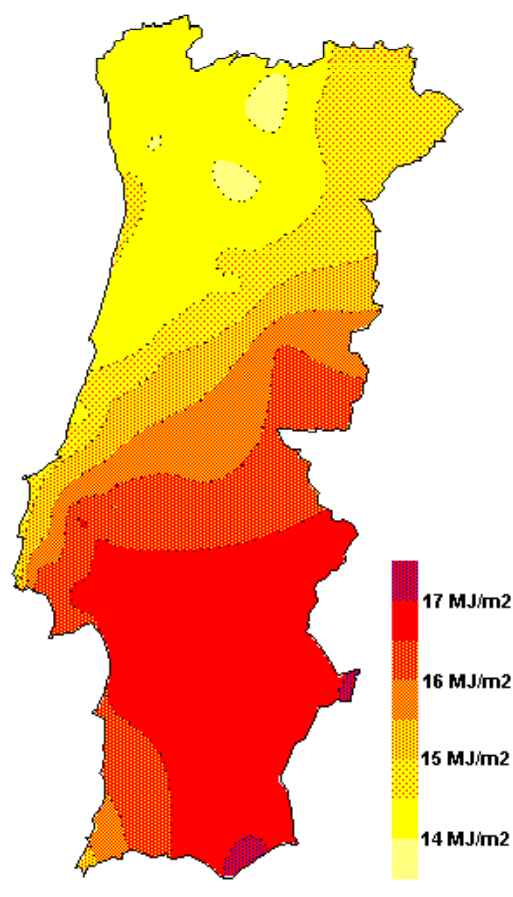
Portugal - um dos países da Europa com maior disponibilidade



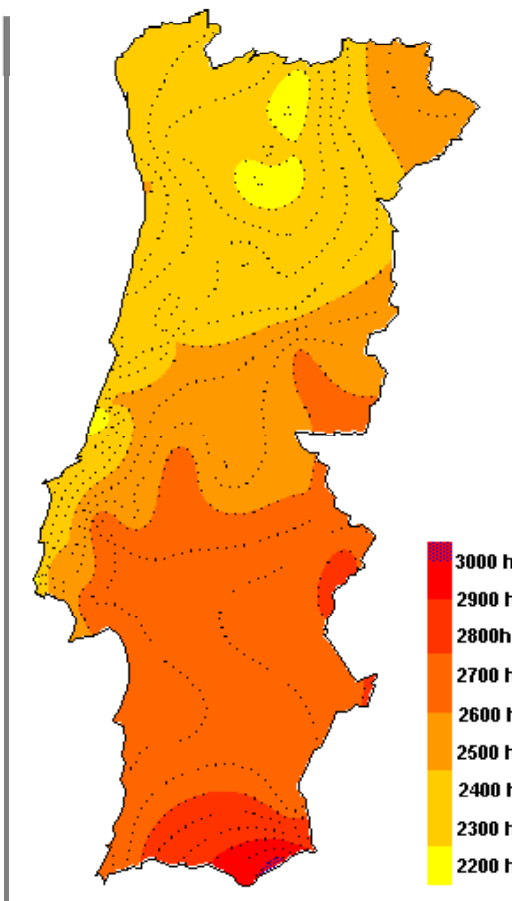
Radiação Solar

2200 - 3000 h

14-17MJ/m²/dia



Radiação incidente no plano horizontal



Horas de Sol anuais

Objectivos da Eficiência Energética

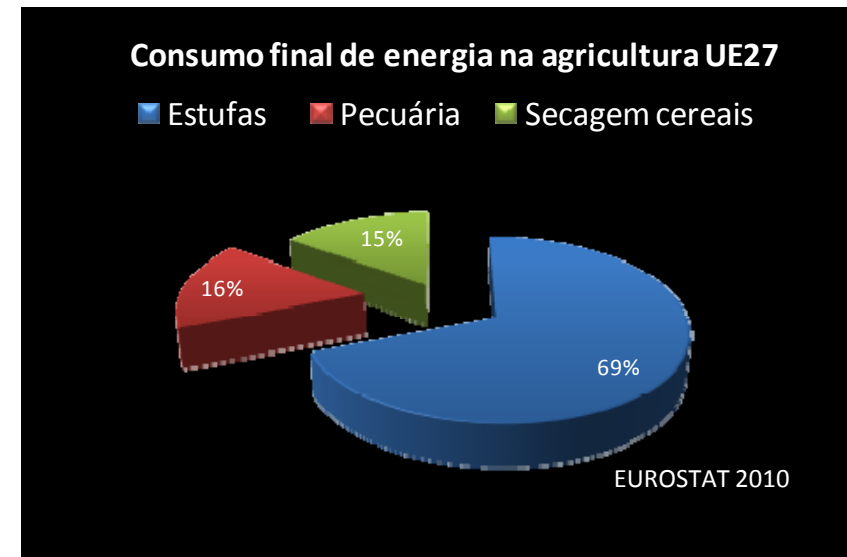


A eficiência energética na agricultura europeia é um debate iniciado em 1983, em resposta à crise energética dos anos 70.

Mas só recentemente, com as exigências em matéria ambiental como estratégia de resposta ao Aquecimento Global definido na EU, foram definidos objetivos concretos, nomeadamente no pacote **ENERGIA-CLIMA 20-20-20** para 2020 que incentiva os países a implementarem um conjunto de medidas, entre elas:

1. Melhorar a **eficiência energética** em todos os sectores de atividade (residencial, **agricultura**, transportes, comércio, indústria) reduzindo a procura e por isso a consequente diminuição de emissão de gases com efeito de estufa;
2. Desenvolver e implementar a produção de **energia térmica e elétrica a partir de fontes renováveis**.

- O sistema agrícola da **UE 27** vale cerca de **2,4%** do seu consumo final de energia
- conforme os países , o consumo específico de energia na agricultura varia de **0,6 a 8,1%**
- ~ **40%** em energia térmica: processos de condicionamento ambiental (estufas e pecuária), secagem e conservação de cereais e produtos florestais
- ~ **60%** repartidos em maquinaria eléctrica e potência motriz
- **20 a 30%** do custo total de factores de produção, nos países do Norte e Centro da UE 27



Consumo específico em estufa [tep/ano/ha]

Holanda : 400 (1800 MWh)

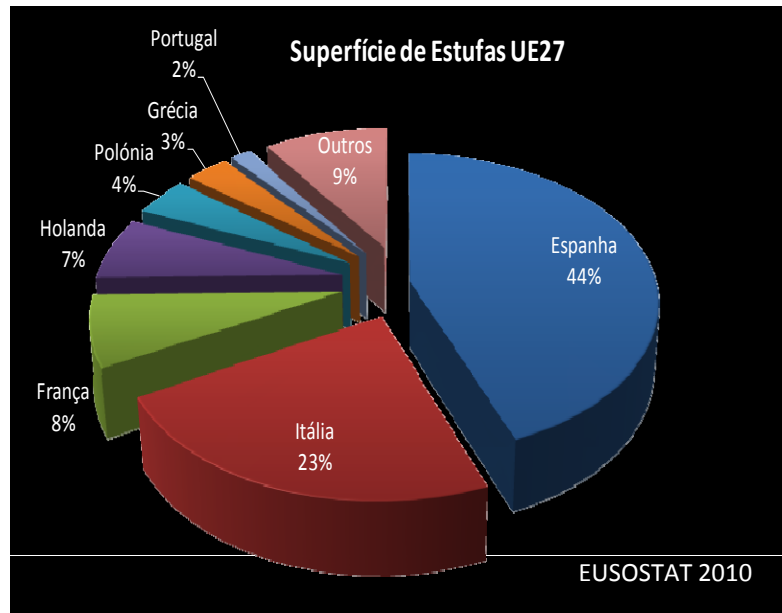
França: 200 a 300 (1300 MWh)

Portugal/Espanha: 120 a 250 (1100 MWh)

Estufas na UE 27: estatísticas técnicas e económicas



- Superfície mundial de estufas ~450.000ha
- Asia representa 66% do total ~297.000ha
- Europa e Bacia Mediterrânica ~30%



- UE 27 (2010) com ~150.000ha
- Espanha lidera com 44%
- Portugal representa apenas 2%

Estufas na UE 27: estatísticas técnicas e económicas



- Portugal tem ~3000 ha
- Apenas 10 -15% utilizam sistema de aquecimento e/ou arrefecimento.
- Sector agrícola **creceu** cerca de **50%** na última década
- **Importador** de frutos e vegetais (70%) e ornamentais (85%)
- Sector com potencial para crescer



Evolução da superfície do Parque de Estufas em Portugal [ha]

	2000	2007	2009 (INE)	Estimativa 2013
Entre Douro e Minho	277	386	---	600
Trás-os-Montes	43	105	---	130
Beira Litoral	136		---	
Beira Interior	3	205		290
Ribatejo e Oeste	560	888	---	980
Alentejo	27	101	---	360
Algarve	521	461	---	550
Madeira	---	32	---	45
Açores	---	18	---	40
TOTAL	1567	2196	2400	2995

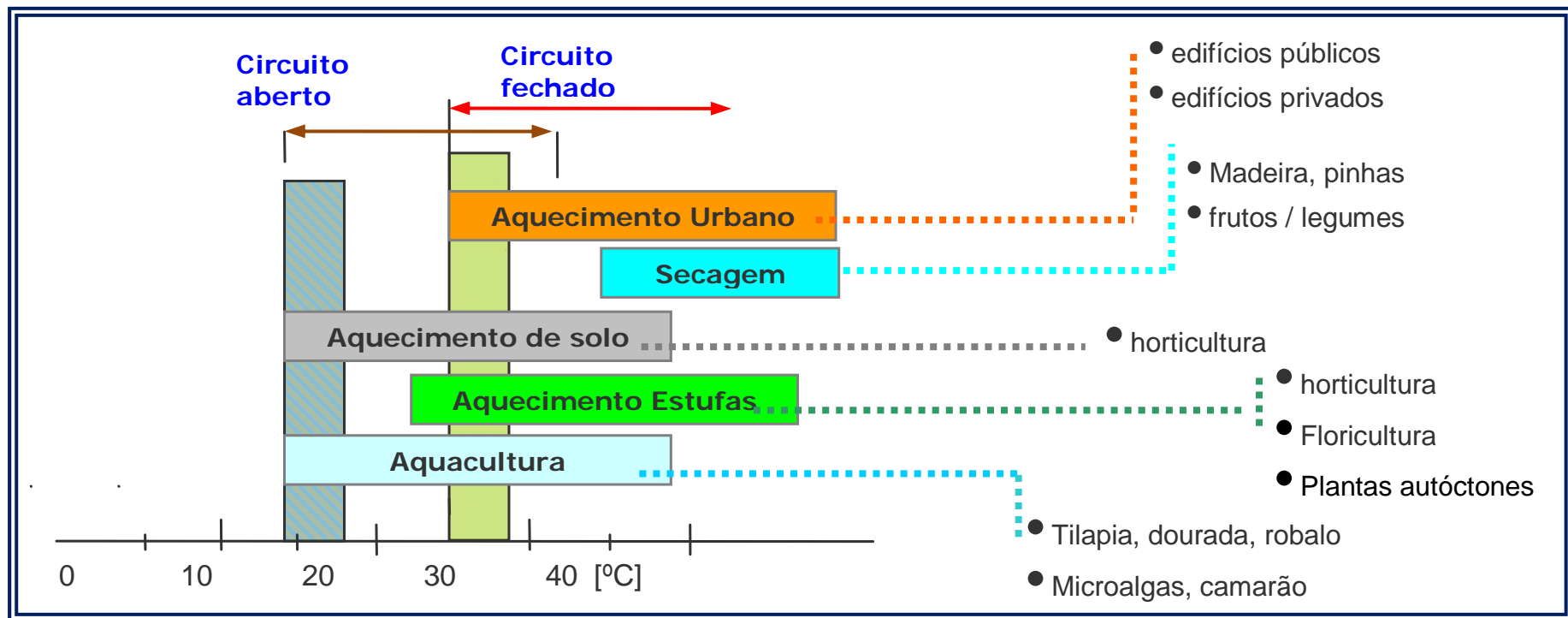
ALTO MINHO (NUT 3)

Estufas	Area [ha]	Nº Explorações
Horticultura	442	1426
Floricultura	135	376
Ornamentais	24	58
Total	601	1860

Aproveitamento de fluidos térmicos em agricultura protegida



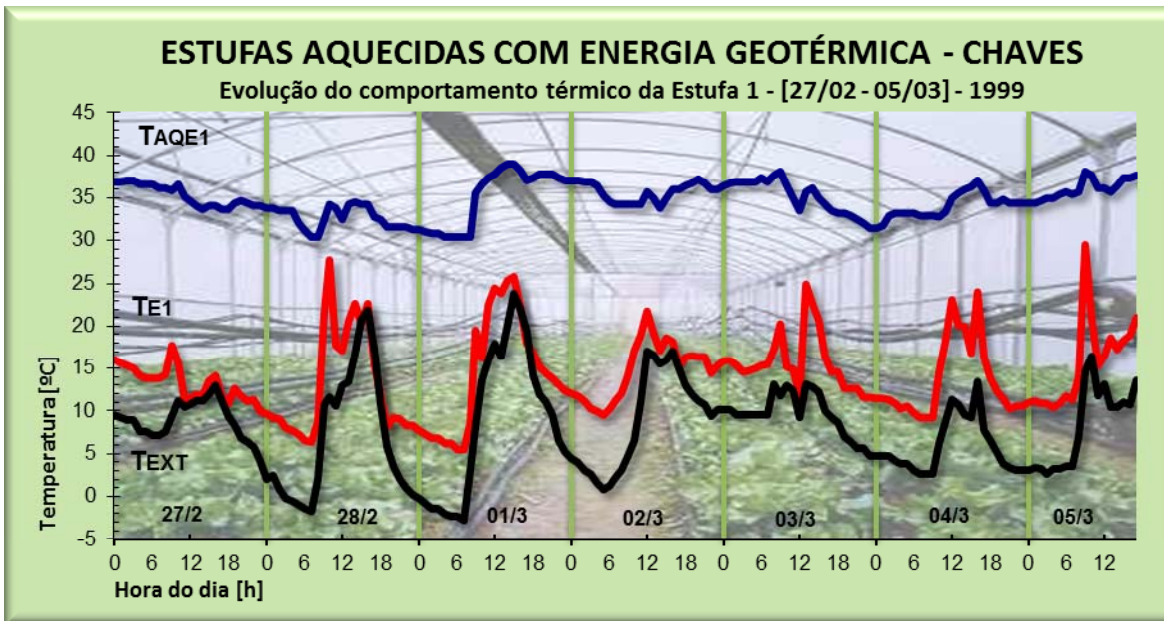
Efluentes térmicos industriais (ETI's) de baixa temperatura ($< 40^{\circ}\text{C}$) rejeitados por muitas indústrias, (centrais térmicas, celuloses, curtumes, ...) que não têm aplicação na maioria dos processos industriais, mas com aplicabilidade direta no condicionamento ambiental de estufas de produção agrícola, piscicultura e mesmo em aquacultura vegetal.



Valorização térmica de geofluido de baixa entalpia



1200 m2 repartidos por 3 estufas para produção hortícola



TAQE₁ – temp. fluido

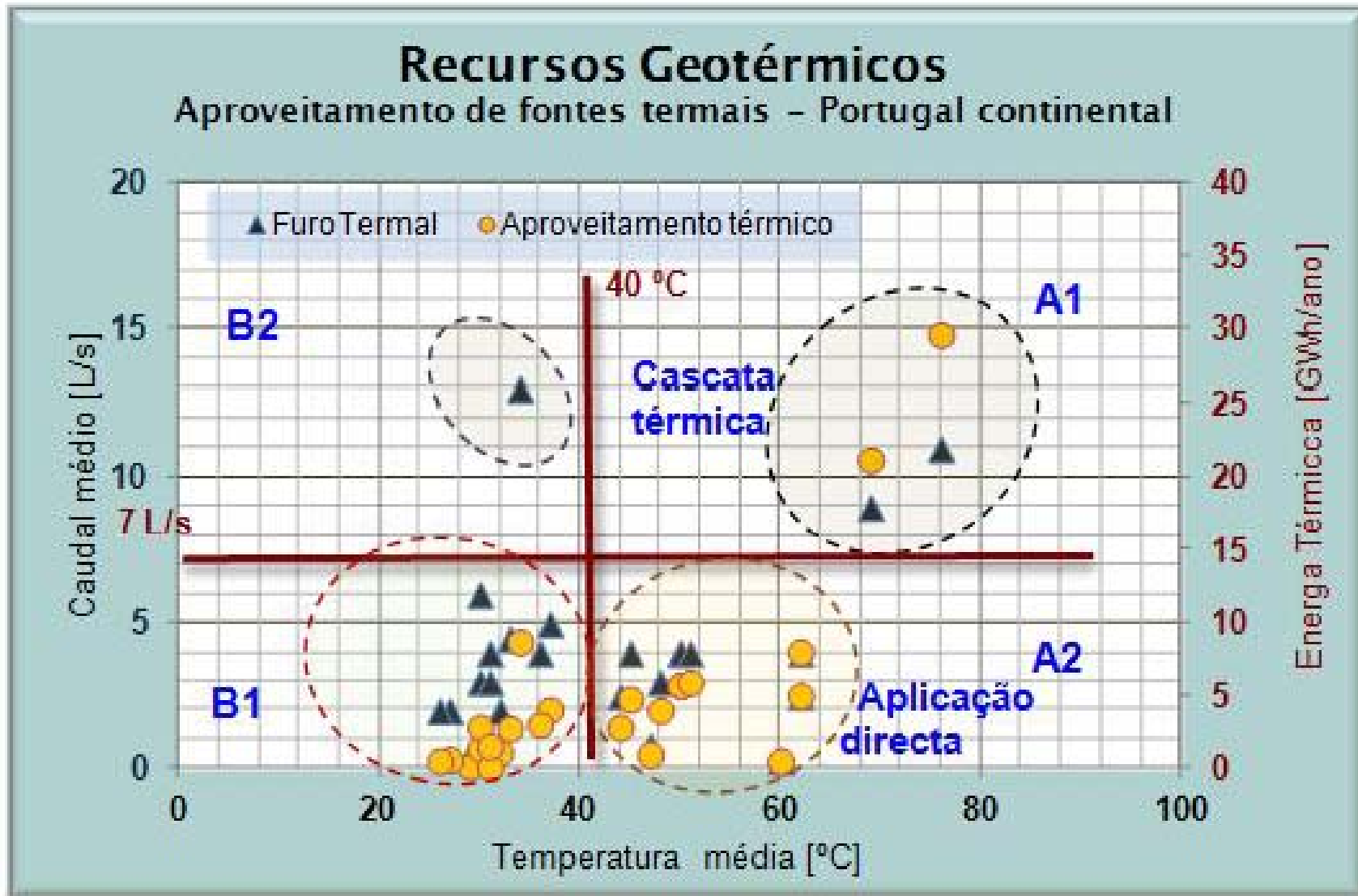
TE₁ – temp. ar interior

Text – temp. ar exterior

Temp. fluido entre 30 - 37°C,
permitindo **diferenciais de 5-7°C,**
mesmo quando a temperatura
exterior foi negativa.

Valorização térmica de geofluido de baixa entalpia

estimativa anual de aproveitamento de energia térmica de pólos termais



Valorização de efluente térmico industrial (ETI)



CENTRAL TERMOELÉCTRICA DE SETÚBAL



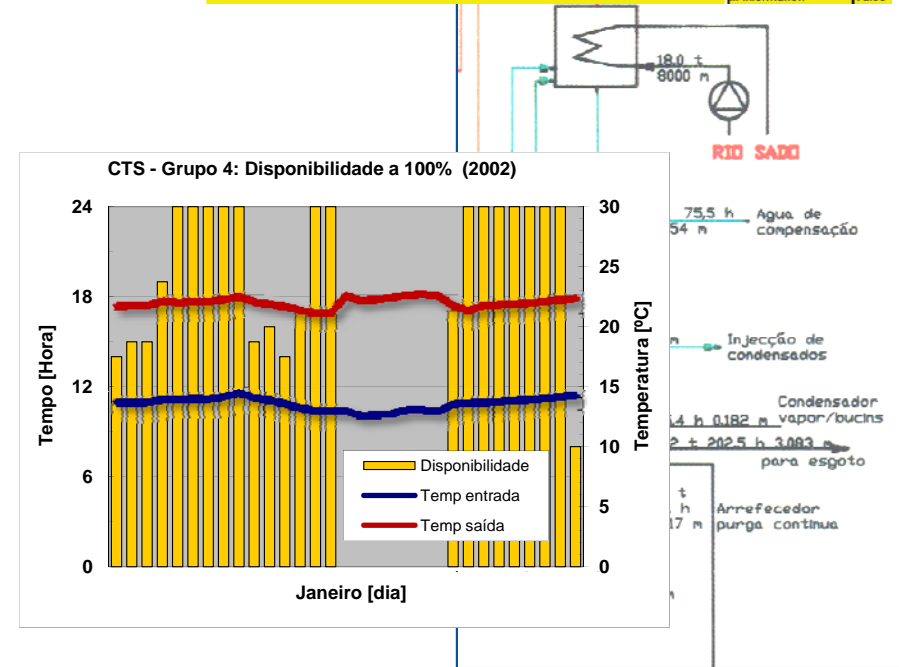
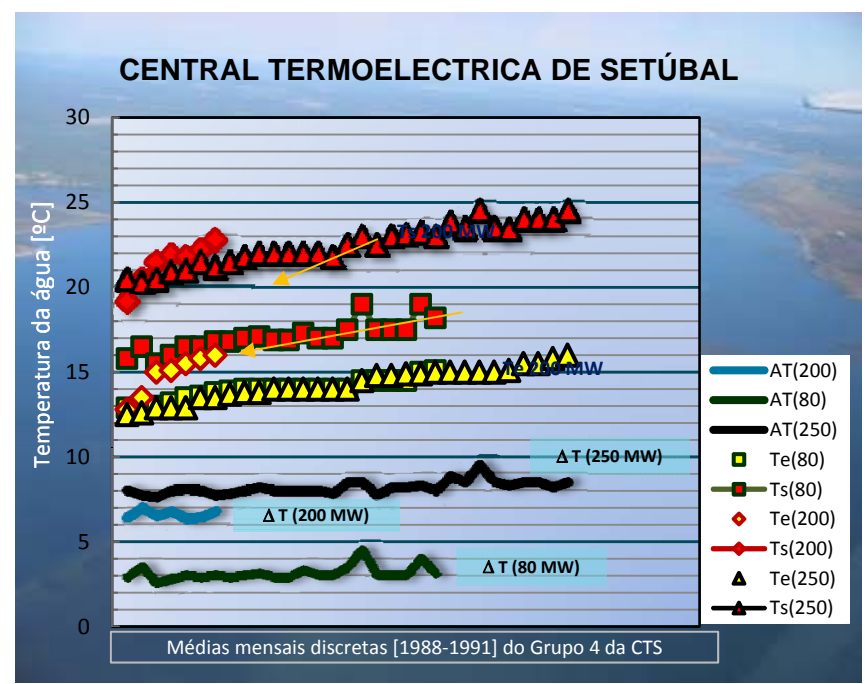
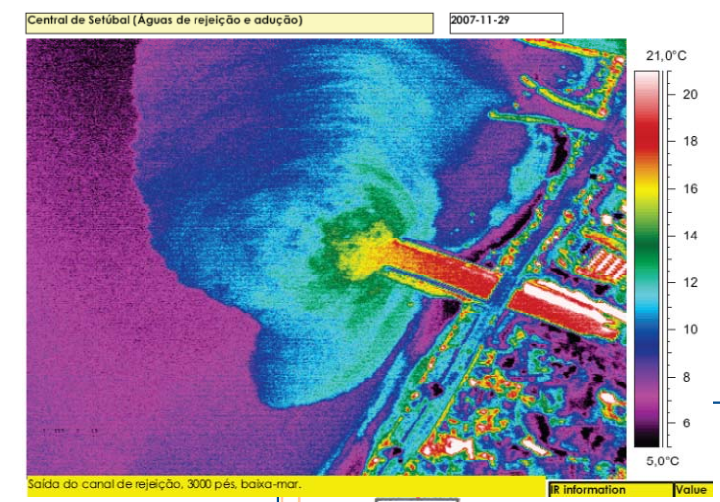
- ❑ Central convencional com 4 grupos térmicos de **250 MW** a queima de fuelóleo
- ❑ Sistema de refrigeração em **circuito aberto** com **8.5 m³/s** (por grupo térmico)
- ❑ (2005) Produção eléctrica **8.760 GWh/ano**
- ❑ (2005) Consumo fuelóleo **1.962.240 t/ano**

BALANÇO ENERGÉTICO DE UM GRUPO 250 MW

Etapa de processo no Grupo Térmico	E	Rendimento Térmico	Produção de Energia
Poder calorífico do combustível (fuelóleo)	[1]	100 %	
Perdas no Condensador	[2]	47,91 %	122 MWt
Perdas nos Condensados	[3]	0,61 %	1,56 MWt
Perdas na Caldeira	[4]	9,25 %	23,59 MWt
Perdas na Turbina AP	[5]	0,66 %	1,68 MWt
Perdas na Turbina MP	[6]	0,16 %	0,41 MWt
Perdas na Turbina BP	[7]	0,16 %	0,41 MWt
Perdas dos Condensados da Turbina AP	[8]	0,13 %	0,33 MWt
Perdas dos Condensados da Turbina MP	[9]	0,13 %	0,33 MWt
Perdas dos Condensados da Turbina BP	[10]	0,06 %	0,15 MWt
Rendimento teórico Térmico no Grupo Electroprodutor [2] + ... + [10]	[11]	59,07 %	150 MWt
Turbina AP (potência ao veio)	[12]	11,2 %	70,2 MW
Turbina MP (potência ao veio)	[13]	16,3 %	102,8 MW
Turbina BP (potência ao veio)	[14]	13,1 %	82,4 MW
Rendimento teórico Eléctrico no Grupo Electroprodutor [12] + [13] + [14]	[15]	40,6 %	255,4 MW

Rejeição de calor no sector electroprodutor : valorização de ETI

- ❑ Qualidade e disponibilidade de ETI da CTS
- ❑ Implicações ambientais do ETI no Estuário Sado
- ❑ Flutuações de temperatura durante funcionamento em três escalões de potência: 80, 200 e 250 MW



Estação de Propagação de Plantas Autóctones



Local: Central Termoelétrica de Setúbal

EDP – Gestão da Produção de Energia : coordenação geral
LNEG - Laboratório de Energia : coordenação técnico-científica

Instalação Piloto [1989–1996]

Estudo de minimização do impacte térmico no estuário do rio Sado do efluente da CTS ; primeiros ensaios de ETI no aquecimento de solo em estufas com culturas hortícolas.



Plantas da Arrábida [1999–2007]

1ª fase de desenvolvimento, instalação de novas estufas experimentais e monitorização energética do ETI; propagação de plantas autóctones na área do Parque Natural para reposição de habitats degradados em pedreiras locais.

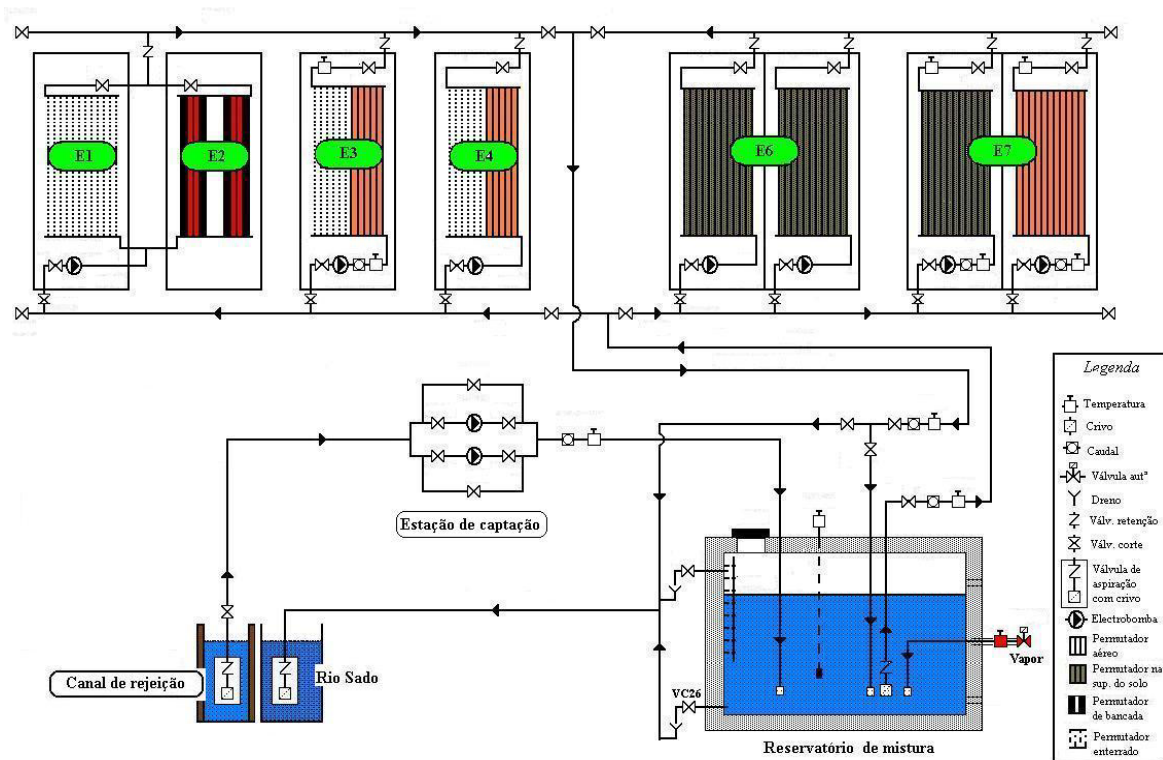


Estação de Propagação de Plantas Autóctones [2008–2013]

2ª fase de desenvolvimento com estratégias de condicionamento ambiental sem aquecimento de ETI; reflorestação de áreas protegidas e missão de apoio às medidas de compensação ambiental da expansão hidroeléctrica do Grupo EDP.



Sistema de captação e distribuição de efluente térmico



- **Temperatura de efluente: 22 a 24°C**
- **captação nos canais de rejeição : 10 L/s**
- **devolução ao estuário: redução de temperatura de 2 a 4°C**
- **aproveitamento energético de 170 kWt**

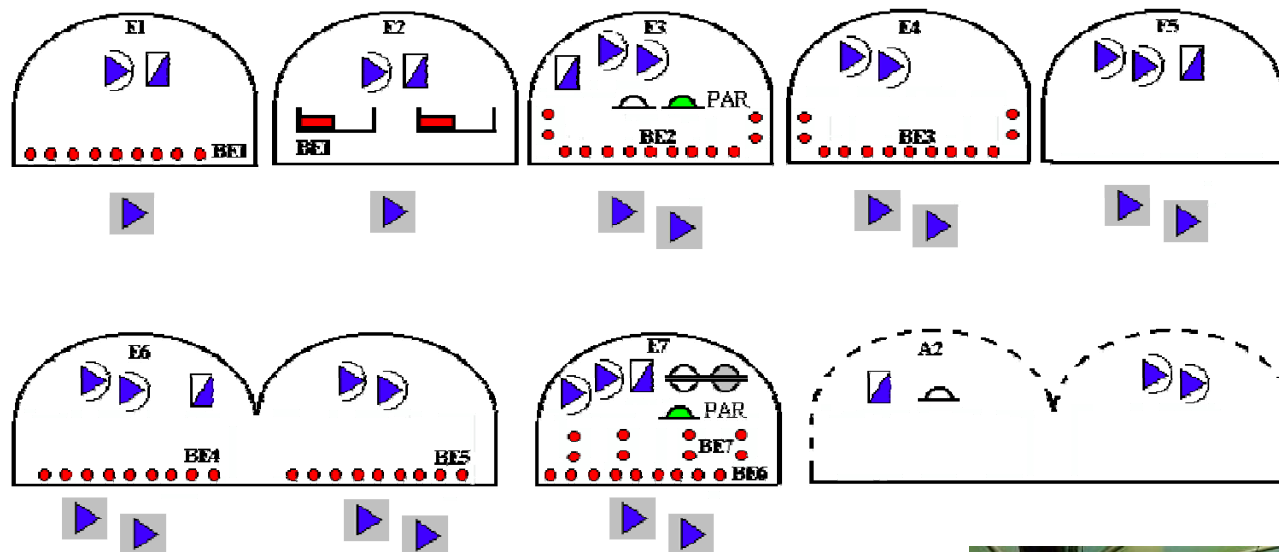
Parque de Estufas Experimentais







- 1000 m² estufas ; 600 m² abrigos ; 1000 m² ar livre
- Estação de bombagem de ETI ; Posto microclimatológico

- ❖ **Estufas experimentais** equipadas com **sistemas de aquecimento** no solo e aéreo (**grelhas de tubos anelados**) onde circula o efluente térmico [22-24°C].
- ❖ **Automatização** dos sistemas de aquecimento, arejamento, ecran térmico/sombreamento e rega
- ❖ **Monitorização microclimática** das estufas e abrigo de aclimação: **aquisição e registo dos parâmetros físicos** (termometria do ar/solo, psicrometria do ar, irradiação solar e radiação térmica)
- ❖ **Monitorização energética** do caudal de captação de ETI e da **distribuição de energia nos circuitos de aquecimento**
- ❖ **Interface informática** em tempo real (acesso remoto via *internet*) dos **parâmetros de monitorização microclimática e energética**

Monitorização do comportamento térmico das estufas



LEGENDA

-  Sensor de temperatura do ar
-  Sensor de temperatura de solo
-  Psicrómetro de ponto-de-orvalho
-  Higrotermotransmissor
-  Piranómetro (radiação solar global)
-  Piranómetro c/ banda difusa
-  Piranómetro (radiação atmosférica IV)
-  UV
-  Piranómetro de radiação UV
-  PAR
-  Piranómetro de radiação PAR
-  Radiómetro diferencial combinado
-  Barómetro
-  Uómetro
-  Anemómetro de copos
-  Direcção do vento
-  Protecção radiativa



Propagação de plantas autóctones



- ❖ Propagação de ~80.000 plantas
- ❖ Bom desenvolvimento radicular
- ❖ 24 a 48 meses desde germinação ao endurecimento
- ❖ 1ª Fase: *Arbutus unedo*, *Pinus pinea*, *Juniperus turbinata*, *Quercus coccifera*
- ❖ 2ª Fase : *Quercus pyrenaica*, *Quercus suber*, *Quercus rotundifolia* , *Juniperus oxycedrus*
- ❖ Pedreiras : sobrevivência ~ 50%



Sistema radicular ramificado



Poda radicular automática



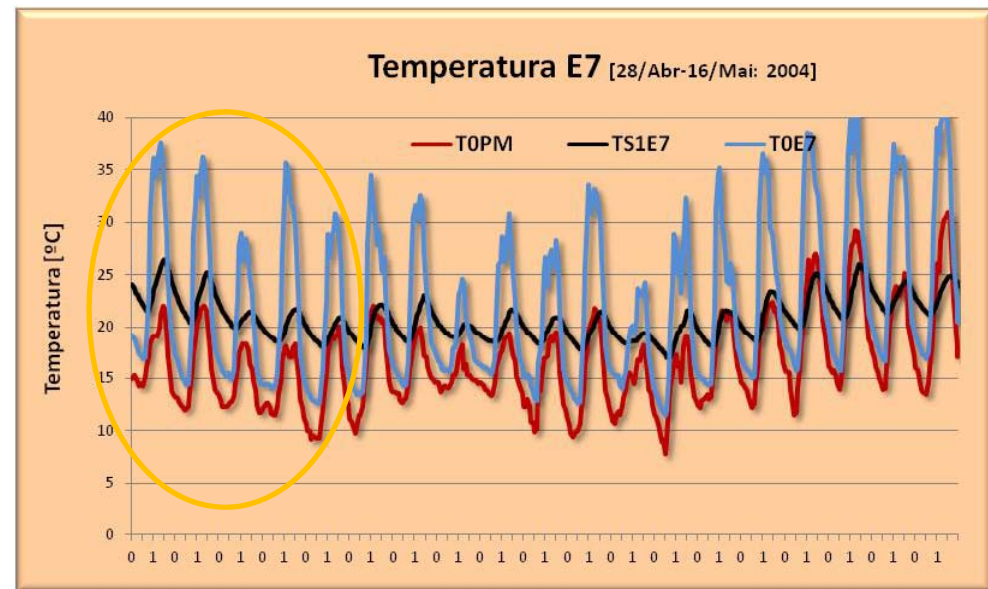
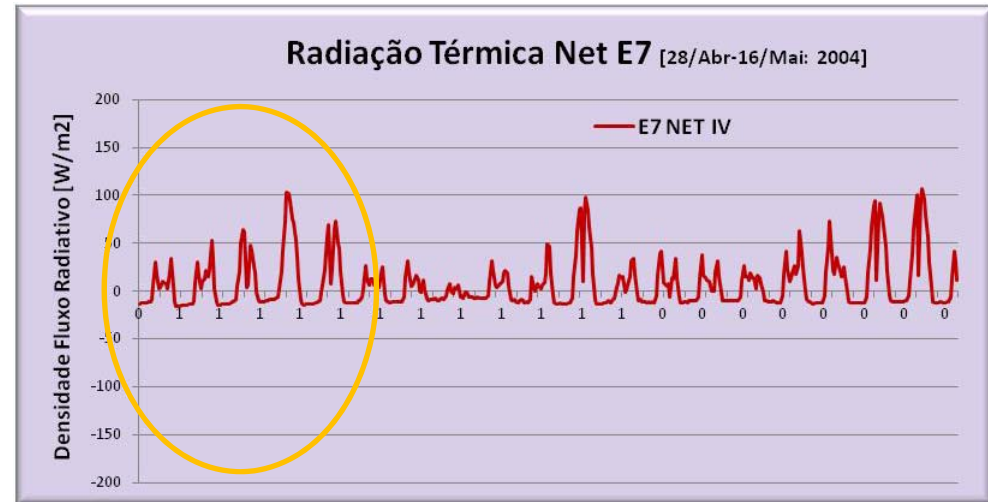
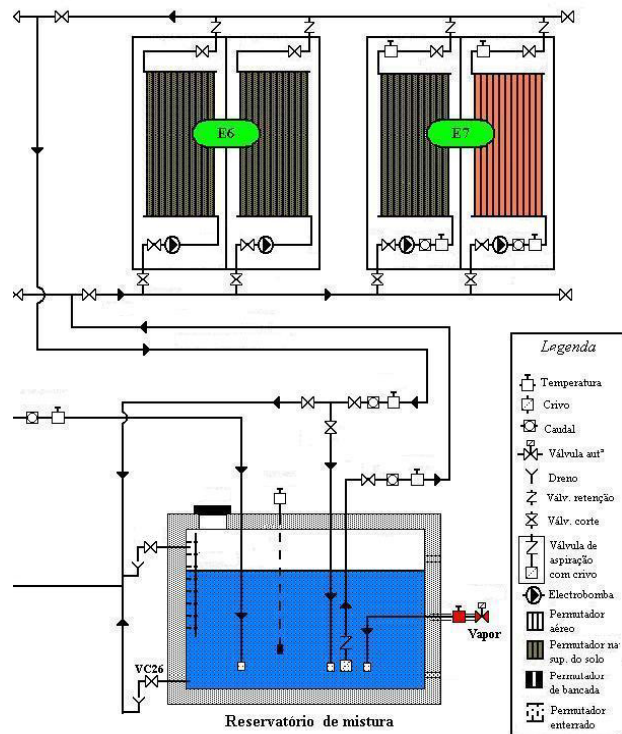
talude recuperado de pedraira

Resultados experimentais – aquecimento – termometria do ar e solo



[28/Abril – 1/Maio : 2004]
 Ensaio em circuito fechado
 Aquecimento Estufas E6 + E7
 Caudal 3,15 l/s ; 4 °C ; 52 kW

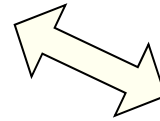
Diferencial nocturno E7 = 2 a 3 °C



Secador Solar para Produtos Naturais – Projeto SecMad



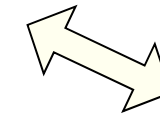
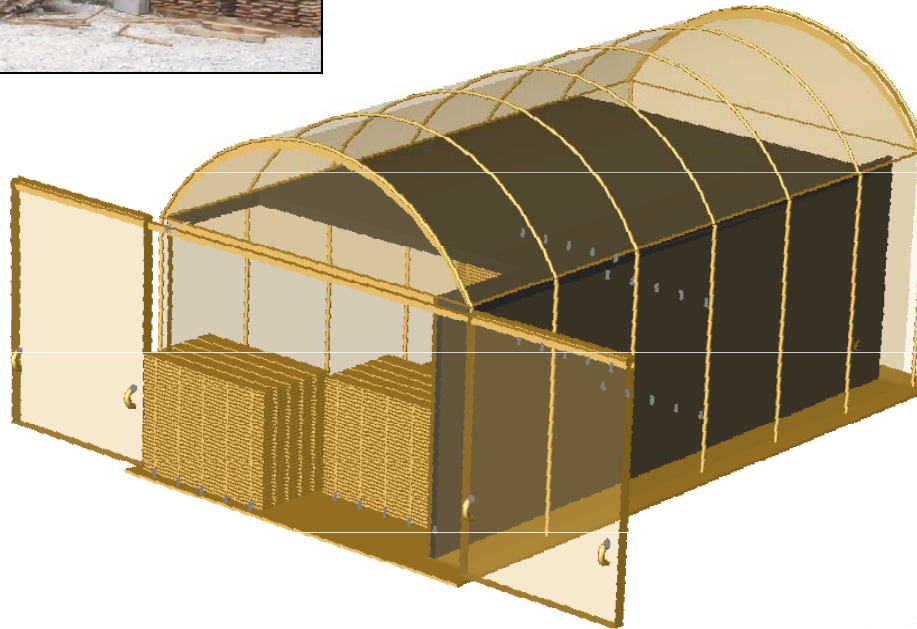
Secagem ao ar livre (4 meses)



Secagem eficiente / baixo custo (20 dias)



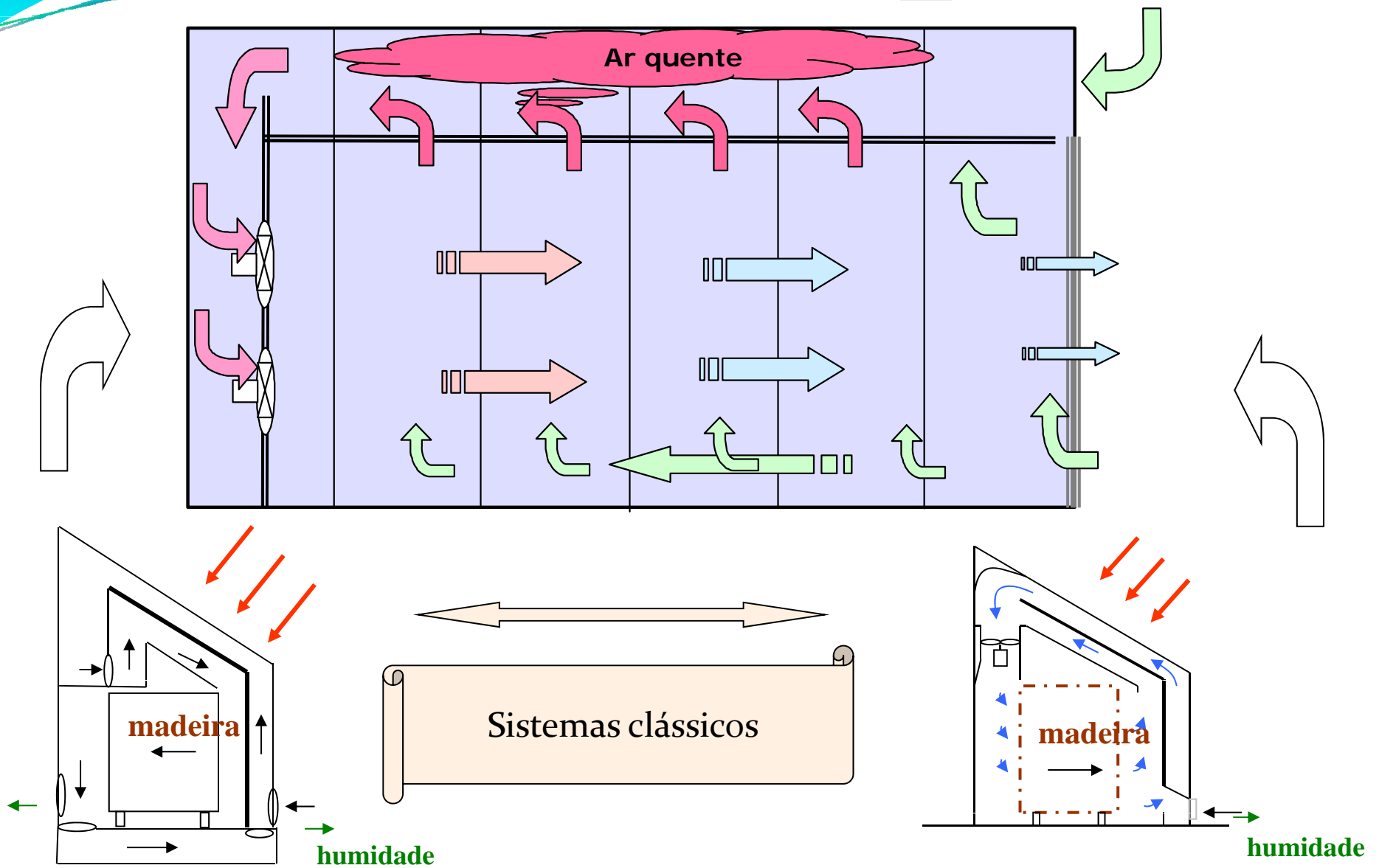
prime
Programa de Incentivos à



Secagem artificial (4 dias)



Evolução de Conceitos

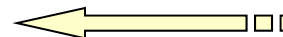


Instalações piloto

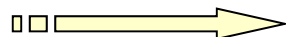


Arrabal – Leiria (2009)

Volume interior → 230 m³
Volume de madeira → 75 m³
Investimento → 12 k€



Alcácer do Sal (2010)



Volume interior → 310 m³
Volume de madeira → 100 m³
Investimento → 15 k€

1. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM AGRICULTURA PROTEGIDA

- Adaptação aos fenómenos extremos e contrários resultantes dos cenários previsíveis do Aquecimento Global : seca , ondas de calor, inundação e temporal**
- Modelos avançados de estufa sustentável : eficiência de energia e de água, limites de produção intensificada, uso de fitofármacos e reutilização dos resíduos
- Materiais de cobertura de duração prolongada: propriedades fotocromáticas e de conservação de energia**
- Integração de coberturas fotovoltaicas de substrato flexível : películas finas ou células orgânicas
- Utilização nos substratos de cultura, de materiais de mudança de fase para atenuação dos extremos de temperatura**
- Monitorização e condicionamento ambiental da estufa sincronizada com a rede de previsão meteorológica local

2. COMPETITIVIDADE NO MERCADO

- ❑ Acompanhar a tendência dos objetivos da UE 20-20-20, associando a produção em estufa à redução de emissões de GEE; através de maior eficiência energética e de utilização de tecnologias renováveis de energia solar, geotermia valorização de efluentes térmicos.
- ❑ Reajustar a distância e meios de distribuição, tendo em conta a competitividade do processo **PRODUZIR LOCAL E CONSUMIR LOCAL** .
- ❑ Acompanhar as novas solicitações de mercado de estímulo do de produtos nacionais, promoção de hábitos alimentares associados à dieta mediterrânica e à melhoria da qualidade de vida das populações.
- ❑ Ocupar uma posição competitiva no mercado, reduzindo a importação dos produtos das fileiras horto-florícolas, garantindo a segurança, estabilidade financeira e a autosuficiência nacional.

EM RESUMO, GRANDE POTENCIAL DE INOVAÇÃO

OBRIGADO PELA VOSSA ATENÇÃO

David Loureiro

Investigador Auxiliar

david.loureiro@lneg.pt