

REVISTA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

VOLUME XXVIII

NÚMERO 3/4

2005

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA
SOCIEDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE PORTUGAL

**ENGENHARIA RURAL:
TECNOLOGIA, AMBIENTE E SOCIEDADE**

1º SIMPÓSIO NACIONAL DE ENGENHARIA RURAL

Instituto Superior de Agronomia
13 e 14 de Novembro de 2003

**EDIÇÃO COMEMORATIVA
1º CENTENÁRIO DA SCAP**

UTILIZAÇÃO DE EFLUENTES TÉRMICOS INDUSTRIAIS NO AQUECIMENTO DE ESTUFAS: CONTRIBUIÇÃO PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL NA SERRA DA ARRÁBIDA

USE OF INDUSTRIAL WASTE HEAT IN GREENHOUSES
HEATING: CONTRIBUTION FOR SUSTAINABLE
AGRICULTURE IN ARRABIDA MOUNTAIN

POR

F. RODRIGUES ¹, D. LOUREIRO ², A. JOYCE ² & C. PENEDA ¹

RESUMO

Os efluentes térmicos não são um problema de hoje. Cerca de 60% da produção final de energia eléctrica, em Portugal, é produzida por centrais termoeléctricas, as quais são responsáveis pelo lançamento no meio aquático de cerca de 300.000 m³ h⁻¹, de efluentes térmicos, de que resulta o aquecimento desse meio. Este tipo de efluente, caracterizado por uma temperatura relativamente baixa, se não tem aplicação na maior parte dos processos industriais, pode, no entanto, ser um útil contributo no melhoramento das condições ambientais de culturas em estufa.

Contudo, foi em primeiro lugar o aumento do preço dos produtos petrolíferos nos anos setenta, posteriormente as preocupações ambientais dos anos oitenta e mais recentemente a necessária e inadiável integração dos três vectores do desenvolvimento sustentável nas actividades produtivas, que transformaram a utilização destas calorias, como fonte energética alternativa, numa prioridade.

O trabalho descreve a plataforma experimental do projecto “Valorização de Efluentes Térmicos em Agricultura Protegida — produção de plantas mediterrânicas”, que utiliza parte dos efluentes térmicos da Central Termoeléctrica de Setúbal, no condicionamento ambiental de estufas destinadas à produção de plantas autóctones da Serra da Arrábida. Estas plantas, com características mediterrânicas, são o elo de ligação entre um output desperdiçado da produção de energia (efluente térmico) e a recuperação de zonas degradadas do Parque Natural da Arrábida, por forma a propiciar mais bem estar social.

INETI — Estrada do Paço do Lumiar 1649-038 Lisboa, e-mail: fatima.rodrigues@ineti.pt

¹ CenDES — Centro para o Desenvolvimento Empresarial Sustentável

² DER — Departamento de Energias Renováveis

São também apresentadas outras possibilidades de utilização de efluentes térmicos, como contributo para o desenvolvimento rural.

ABSTRACT

It is known that the production of electric energy in conventional power plants has several negative impacts on the environment. These can be related mainly to GHG and other emissions that can affect the quality of air and also to the thermal impact of rejecting heated water from the condenser into rivers or lakes.

In order to minimize these impacts a project is being implemented at the Setúbal Power Plant, with the objective of using the thermal effluent for greenhouses heating that will produce Mediterranean species for the recovery of local queries at the Arrábida Natural Park. This paper presents the conditions for the utilization of this rejected heat and describes others applications related to the agricultural development.

INTRODUÇÃO

As descargas térmicas nos sistemas aquáticos não são um problema de hoje. Nas regiões com actividade geotérmica, geysers e fontes termais lançam, desde há milhões de anos, os seus caudais, com temperaturas muito elevadas (70 a 90°C), nos sistemas aquáticos, provocando-lhes alterações biológicas e conferindo, por isso, uma fauna e flora características.

Posteriormente, a água foi usada, em pequenas quantidades, para arrefecimento nos processos de manufactura (vidro, metal, destilarias, etc.) durante centenas de anos e descarregada nos cursos de água.

Com o início da revolução industrial (1776 — James Watt descobre a máquina a vapor), estes volumes de água aumentaram rapidamente e continuaram a ser descarregados nos cursos de água, sem preocupação com os seus efeitos, na flora e fauna características desses meios. Mas, foi a partir do início da produção de energia eléctrica a partir da energia térmica (1881), que a revolução industrial conheceu uma nova etapa, com um enorme incremento na produção desse tipo de energia e conseqüentemente na utilização de maiores volumes de água, a serem descarregados no meio aquático. Se considerarmos dois dos países mais industrializados do mundo, a Grã-Bretanha e os Estados Unidos, a proporção relativa do uso da água pelas centrais termoeléctricas em relação às outras indústrias é de cerca de 80% (Langford, 1990).

Este incremento de produção de energia eléctrica de origem térmica, com algumas flutuações devido às crises energéticas mundiais, não tem parado de crescer, acompanhando o crescimento mundial da população (actualmente com cerca de 6 biliões de habitantes) e assim se prevê continuar por este novo século.

A União Europeia (UE) com cerca de 380 milhões de habitantes desempenha um papel importante neste balanço energético mundial (Martin, 2000). Embora a tendência seja de se vir a considerar cada vez mais o uso de energias renováveis, com menor impacto ambiental, invertendo a tendência de que crescimento económico implique obrigatoriamente mais riscos ambientais, o certo é que a vulgarização da utilização dessas tecnologias no mercado, está a ocorrer a um ritmo demasiado lento e é irrefutável que os combustíveis fósseis ainda representam a fatia de gigante do consumo mundial de energia: 77% do consumo mundial de energia primária e destes 38% são usados para a produção de electricidade por via térmica (Martin, 2000).

Este facto também se verifica na UE e em Portugal, onde em 2000, 80% do abastecimento total de energia primária resultava da importação de combustíveis fósseis (60% do petróleo e 20% do carvão). Os outros 20% foram essencialmente provenientes de energias renováveis (hidroelectricidade e biomassa). Uma parte significativa do consumo daquela energia primária destinou-se à produção de electricidade de origem hídrica e térmica. De 1978 a 1997, o seu valor situou-se acima dos 30%, dos quais cerca de 17% pertenceram à produção por via térmica (Antunes et al., 2000).

Na tentativa de inverter esta situação a UE aprovou a directiva sobre produção de electricidade a partir de fontes renováveis de energia (directiva n.º 2001/77/CE de 27 de Setembro) onde são fixadas metas indicativas de 22,1% para o ano 2010, tendo como cenário de referência 1995. Para Portugal o objectivo a atingir é que, nesta data, cerca de 39% da produção nacional de energia eléctrica seja feita a partir de fontes renováveis de energia (Gonçalves et al., 2002).

Contudo, a garantia da protecção do ambiente, de uma melhor coesão económica e social, passa não só por uma forte contribuição das fontes renováveis de energia, mas também, por um pacote de medidas de eficiência energética, que em conjunto, representam um indicador de sustentabilidade do sector energético (Ansart, 2003).

O Quadro 1 mostra a evolução para Portugal, da produção final de energia eléctrica, entre 1994 e 2001 (DGE, 2002). Verifica-se que a produção por via térmica representa entre 55 a 80% do total e que esta flutuação está intimamente ligada ao regime hidrológico anual (situação indicada pelo subtotal 1). Nesta comparação, as fontes renováveis de energia, além da hidráulica, têm pouco significado (subtotal 2), situação que se espera ver alterada no horizonte 2010.

Mesmo tendo como horizonte este cenário é previsível a expansão da indústria produtora de electricidade por via térmica, por este novo século, pelo que se deve prever a valorização da energia contida nos seus efluentes térmicos. Neste sentido, o melhoramento das condições ambientais de culturas em estufa é uma das oportunidades com impactos positivos nessa mesma indústria geradora de efluentes térmicos, como na indústria utilizadora desse “output energético”.

Quadro 1 — Produção Nacional de Energia Eléctrica (GWh)
(adaptado de dados estatísticos da DGE, 2002)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Hidráulica	10.702	8.454	14.857	13.175	13.054	7.631	11.715	14.371
Térmica	20.628	24.751	19.592	20.942	25.782	35.452	31.800	31.772
	65%	72%	55%	59%	64%	80%	70%	66%
Subtotal 1	31330	33205	34449	34117	38836	43083	43515	46143
Eólica	17	16	21	38	89	123	168	256
Geotérmica	33	42	49	51	58	80	80	105
Biomassa		988	959	1036	1022	1237	1551	1600
Fotovoltaica		0.6	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.6
Subtotal 2	50	1008,6	1030,4	1126,4	1170,4	1441,4	1800,4	1962,6
Total	31380	34251,6	35479,4	35243,4	40006,4	44524,4	45315,4	48105,6

EFLUENTE TÉRMICO

Por inerência do processo produtivo, as centrais termoeléctricas utilizam água no seu sistema de refrigeração, a qual, ao ser rejeitada, apresenta uma temperatura aumentada de 5 a 16°C, conforme a potência e o regime de funcionamento da central. Esta água, constitui o “efluente térmico”, o qual, por sua vez é lançado, em enormes quantidades (cerca de 8 m³ s⁻¹, com uma temperatura entre 22-28°C, para um grupo térmico de 250 MW em circuito aberto e de cerca de 0.6 a 0.8 m³ s⁻¹, com uma temperatura entre 28-34°C, por grupo térmico de 300 MW em circuito fechado), nos cursos de água, provocando o seu aquecimento — poluição térmica.

O aquecimento do meio aquático, tem implicações ecológicas, na medida em que a variação da temperatura provoca a variação de um grande número de parâmetros físico-químicos da água e estes por sua vez provocam efeitos subletais nas formas de vida aquática (Langford, 1990). Em geral, os efeitos a longo prazo, manifestam-se por um descontrolo de funções fisiológicas (por ex., crescimento, reprodução), além dos efeitos na distribuição e migração de certas espécies aquáticas. Autores como Peneda et al. (1983), Shiomoto & Olson (1983), e Ginocchio (1990), citados por Rodrigues (1996), têm descrito as consequências ecológicas do aquecimento do meio aquático.

Em Portugal, estima-se que o volume de efluentes térmicos resultantes da produção de energia por via térmica, em circuito aberto, corresponda a cerca de 300.000 m³ h⁻¹. Estes efluentes apresentam uma temperatura média anual de 22 a 28°C e por essa razão, não são atractivos para a maioria dos processos industriais, mas encontram nos processos biológicos, nomeadamente no melhoramento das condições ambientais da cultura em estufa, uma aplicação térmica interessante (Rodrigues, 1996-a).

Contudo, outro tipo de indústrias (por ex. celuloses, siderurgia, geotermia) produzem efluentes térmicos com temperaturas mais elevadas e por isso podem ter outras utilizações como se pretende ilustrar na Figura 1

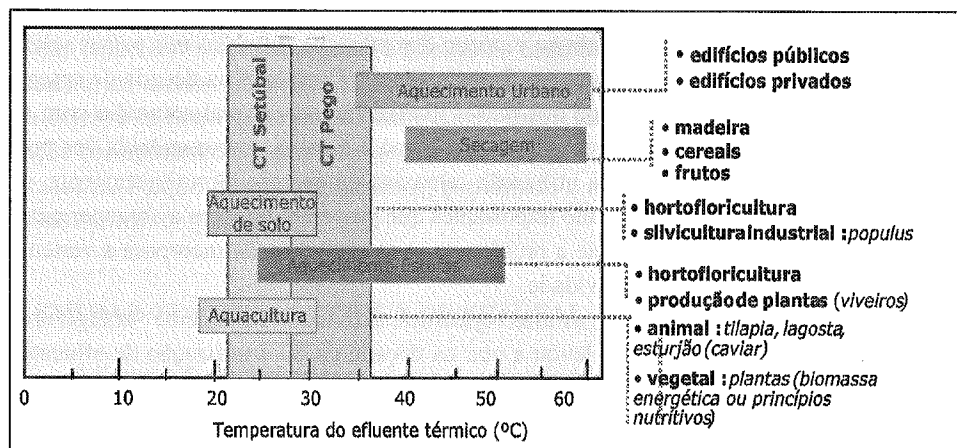


Figura 1 — Potencial de utilização de efluentes térmicos, em função da temperatura, com origem em centrais termoeléctricas e/ou outras indústrias.

UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA NA AGRICULTURA

O consumo anual de energia na agricultura da UE pode ser caracterizado por cerca de 40% ser utilizado sob a forma de energia térmica e o restante em maquinaria eléctrica e potência motriz. Por seu lado o consumo de energia térmica encontra-se distribuído por três sectores: estufas de produção ($\approx 69\%$), pecuária ($\approx 16\%$) e secagem de cereais ($\approx 15\%$) — (Schepens, 1986).

Em relação à produção em estufa, nos países a norte, é praticamente indispensável, durante todo o ano, a utilização de aquecimento, representando cerca de 80 litros de fuel/m² de área coberta, enquanto nos países mediterrânicos, como Portugal e Espanha, esse consumo é pouco superior a 6 l m² de fuel (Zabeltitz, 1987). Sendo pouco representativo em número, a inclusão de sistemas de aquecimento nos países meridionais da Europa, pode representar um acréscimo de produtividade e de qualidade, implicando contudo, um acréscimo de 30% nos custos de produção (Caouris, 1989).

Este sector da actividade agrícola encontra-se em crescimento, estimando-se que a superfície de estufas na UE exceda os 90 000 ha, dos quais 80% estão situados no sul (Plasticulture, 1993): 30 000 ha em Itália, 28 000 ha em Espanha, 6 000 ha na Grécia, 4. 000 ha no Sul de França e 2 000 ha em Portugal. Ainda na Bacia Mediterrânica, entre a Turquia e Marrocos, devem existir cerca de 26 000 ha de estufas (Zabeltitz, 1994). Assim, este sector representa um enorme potencial de economia e de utilização racional de energia, vindo ao encontro das preocupações ambientais e energéticas da UE de redução e substitui-

ção de combustíveis fósseis. Contudo, a aplicação de medidas de conservação de energia e de demonstração de tecnologias solares e outras tecnologias que não envolvam o consumo directo de energias fósseis, ainda é pouco representativa neste sector (Zabeltitz, 1994).

O aquecimento da estufa propriamente dita só começou a ser utilizado de uma maneira mais ou menos generalizada no começo dos anos 50, primeiro nos países setentrionais (Holanda e Bélgica) e depois em França. Mas, foi somente na década de setenta que essa intensificação se processou nos países mediterrânicos, a qual coincidiu com os dois choques petrolíferos de 1973 e 1979, o que levou à tomada de consciência dos problemas económicos colocados pela utilização intensiva de energia. Simultaneamente, os problemas ambientais tornaram-se tão importantes que passaram também a abranger qualquer actividade e mais recentemente a problemática da globalização incorpora a vertente social em todos os sectores de actividade.

Assim, a produção vegetal em estufas aquecidas, actividade fortemente “energívora” acompanhou esta evolução, o que levou a que na década de 80 a utilização de efluentes térmicos de centrais termoeléctricas, tenha tido um grande incremento e hoje é uma prática usual na maioria dos países desenvolvidos com implicações positivas nos aspectos: económico — maior e melhor produtividade; ambiental — minimização do impacte térmico no meio receptor e substituição de fonte energética com contributos positivos na fauna e flora aquática e na redução de gases com efeito de estufa; social — criação de emprego, logo mais riqueza.

Em Portugal, com um parque de estufas de cerca de 2000 ha, estimando-se em 10% as unidades com sistemas de aquecimento, abaixo do seu potencial, a utilização de efluentes térmicos como fonte energética alternativa/complementar, pode representar uma forma de impulsionar o seu incremento.

PROJECTO PLANTAS DA ARRÁBIDA

Portugal através do INETI, em colaboração com a EDP/Central Termoeléctrica de Setúbal, empenhada com o seu desempenho ambiental, iniciou a sua experiência nesta área em fins dos anos 80, com a concretização de um estudo piloto.

Posteriormente, em 1994, o Conselho de Administração da EDP assumiu publicamente a Declaração sobre Política de Ambiente do grupo EDP, o que levou as centrais termoeléctricas a tomar medidas no sentido de obterem a certificação dos seus Sistemas de Gestão Ambiental. A Central Termoeléctrica de Setúbal (CTS) obteve a sua certificação em 1999 (EDP, 2001).

Da interligação dos resultados obtidos no estudo piloto “Valorização de Efluentes Térmicos em Agricultura Protegida” (Rodrigues, 1996), com as preocupações ambientais da EDP/CPPE e com a necessidade do Parque Natural da Arrábida obter vegetação autóctone, o projecto piloto evoluiu para um projecto mais amplo — “Valorização de Efluentes Térmicos em Agricultura Protegida — produção de plantas mediterrânicas” tendo como objectivo primordial a produção de plantas autóctones da Serra da Arrábida.

Assim, o projecto, ao utilizar e promover o uso de efluentes térmicos da Central Termoeléctrica de Setúbal, no melhoramento das condições ambientais de estufas, permite associar várias ideias chave: a contribuição para a minimização do impacte térmico no meio receptor (estuário do rio Sado) e da poluição atmosférica (Rodrigues, 1996); a utilização como alternativa energética à queima de combustíveis fósseis em sistemas de aquecimento de estufas (Loureiro et al. 1997; Rodrigues et al. 2000); a obtenção de plantas autóctones da Serra da Arrábida contribuindo para a implementação dos planos de recuperação paisagística das pedreiras — ecossistemas de difícil regeneração natural — enquadradas no Parque Natural da Arrábida, permitindo a reposição tanto quanto possível dos ecossistemas originais.

CENTRAL TERMOELÉCTRICA DE SETÚBAL

A Central Termoeléctrica de Setúbal, constituída por 4 grupos térmicos de 250 MW cada, é uma central de tipo convencional, que produz energia eléctrica a partir da queima de fuelóleo. A refrigeração é feita em circuito aberto por circulação de água captada no estuário do rio Sado, com um caudal, de $8.5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e por grupo térmico. Esta água (salgada), que constitui de facto o *efluente térmico* da central, após arrefecimento nos condensadores é lançada novamente no estuário do rio Sado, através dos canais de rejeição (Figura 2). Neste processo o diferencial de temperatura da água de refrigeração, entre a captação e a rejeição, pode atingir os 8 a 10°C .

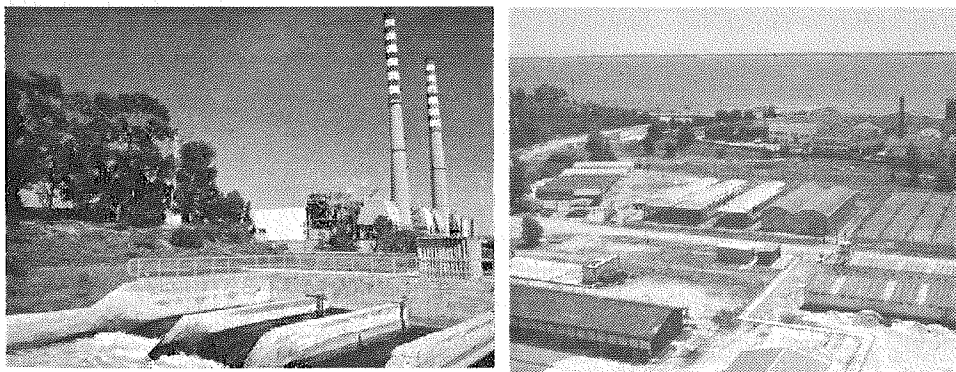


Figura 2 — Vista dos canais de rejeição (esq.) e vista geral do parque de estufas do projecto (dir.) — na Central Termoeléctrica de Setúbal.

O efluente térmico utilizado nas estufas do projecto é captado num dos quatro canais de rejeição (grupo térmico em funcionamento e à máxima potência) e bombeado, com o caudal de 10 l s^{-1} em tubagem enterrada, até um reservatório de onde é posteriormente dis-

tribuído (velocidade média 1 m s^{-1}) em regime de circuito aberto, nos sistemas de aquecimento das estufas. A temperatura média anual do *efluente* varia entre 24 e 28°C e após utilização é devolvido ao estuário do rio Sado, com uma redução até 4°C de temperatura, correspondendo ao aproveitamento energético de cerca de 170 kW.

Embora o *efluente térmico* da CTS seja abundante nem sempre está garantida a sua exploração. Razões relacionadas com a *disponibilidade* de cada grupo térmico (número de horas em que determinado grupo funciona à máxima potência, i.e., 250 MW), que se enquadra numa estratégia de gestão da central e do despacho do Sistema Eléctrico Nacional, condicionam o funcionamento, alternado ou contínuo dos grupos térmicos. Outra condicionante relaciona-se com as paragens dos grupos térmicos para reparação/manutenção. A frequência de ocorrência destas situações, levou a incluir no projecto um sistema de apoio térmico a partir de uma purga de vapor da CTS, que funciona quando se verifica uma indisponibilidade de todos os grupos térmicos da central.

PRODUÇÃO DE PLANTAS AUTÓCTONES

A vegetação de um território, com a sua flora autóctone, constitui um dos principais elementos da paisagem natural, conferindo um carácter único a uma dada paisagem.

Portugal apresenta uma paisagem vegetal muito diversificada, devida à grande diversidade de solos, à presença de dois tipos bioclimáticos principais (atlântico e mediterrânico) e todo um gradiente entre eles, um relevo acidentado e variado e à acção antropogénica ao longo da história. A flora da Serra da Arrábida, com um registo de cerca de 1450 *taxa*, incluindo espécies e subespécies (Gomes, 1991), é um dos elementos mais importantes para a sua identidade, sendo que a sua origem se prende com a evolução histórica desta região. Aliás, o diploma legislativo que criou o Parque Natural da Arrábida é explícito quanto a este aspecto “sob o aspecto botânico, esta serra apresenta-se como uma relíquia única do *maquis* mediterrânico, nela subsistindo uma flora natural de importância, não só nacional, como internacional”.

As florestas têm talvez sido, na história do homem sobre a terra, os ecossistemas mais alterados, sendo a sua perda um problema que hipoteca o futuro da biosfera. Da contaminação provocada pelas chuvas ácidas aos incêndios florestais, às grandes obras de infra-estruturas, às actividades madeireiras, às mineiras, incluindo nestas a extracção de pedra, têm deixado sérias cicatrizes dificilmente dissimuláveis.

A extracção de pedra, como actividade económica, desenvolve-se à décadas na área de enquadramento do PNA, sendo responsável pela existência de áreas degradadas com elevado impacto visual e paisagístico. Assim, a disponibilização de plantas autóctones, permitindo contribuir para a reconstrução, tanto quanto possível, do *habitat* primitivo com os seus elementos biológicos mais representativos, é a forma adequada de recuperação paisagística destas áreas.

Independentemente de estar em causa a reflorestação de zonas enquadradas num parque natural, existem razões técnicas, ecológicas, económicas e sociais para a utilização de plantas autóctones nesse tipo de trabalho: grande variedade de espécies, com capacidade de se reproduzirem, sendo por isso possível uma escolha criteriosa, adaptada a cada situação; grande possibilidade de contribuir para a restauração da vegetação preexistente, proporcionando abrigo e alimento à fauna característica do local, com reduzidas exigências hídricas e permitindo evitar o risco de contaminação genética; menor necessidade de reposição, implicando por isso custos de instalação e manutenção mais baixos; permitem devolver à sociedade *habitats*, tanto quanto possível semelhantes aos anteriormente existentes, contribuindo para a sua consciencialização no sentido da necessidade de preservação/restauração do património natural.

Com estes pressupostos a propagação das espécies seleccionadas pelo projecto, emprega a via seminal, com sementes recolhidas *in situ*, e não a vegetativa, porque esta empobrece o património genético do povoamento (Peñuelas et al. 1996). Se, da semente se pretende uma planta, pretende-se também que esta apresente as características morfológicas, fisiológicas e genéticas de modo a assegurar o seu desenvolvimento e crescimento, neste caso em condições adversas. A Figura 3 representa o talude de uma pedreira com alguma reposição do coberto vegetal.



Figura 3 — Aspecto geral do abrigo e do talude de uma pedreira já recuperado: (esq.) abrigo com diferentes espécies de plantas prontas a fazerem a adaptação ao exterior; (dir.) talude de uma pedreira que acabou de ser plantado com plantas provenientes projecto, onde são bem visíveis as condições adversas em que as plantas têm de sobreviver (terreno pedregoso e quase ausência de solo minimamente fértil).

Além de outros factores, toda a planta florestal e autóctone deve possuir, para uma determinada idade: uma relação proporcionada entre a parte aérea e a densidade de raízes assim como um sistema radicular sem raízes curvadas nem espiralizadas. Neste sentido as propriedades do alvéolo são de extrema importância pois além da função de sustentação

(conterem uma certa quantidade de substrato que permita à planta satisfazer as suas necessidades), deve nestes casos reflectir as necessidades especiais das plantações de reflorestação. Neste sentido o projecto implementou a utilização de alvéolos com um volume de 800 cm³, altura de 20 cm e uma forma com secção rectangular, e estriada para um maior controlo da espiralização das raízes.

Similarmente implementou-se um sistema automático de poda radicular elevando os alvéolos alguns centímetros acima do solo. Quando as raízes encontram o exterior, o seu crescimento cessa e suberizam-se originando novas raízes laterais que ao atingirem o exterior iniciam o mesmo processo e assim sucessivamente, formando um sistema radicular mais fibroso e ramificado que se distribui por todo o alvéolo. Os enrolamentos da raíz constituem um problema grave que muitas vezes só é detectado ao fim de 10 ou 15 anos (Peñuelas et al. 1996). A Figura 4 ilustra o tipo de alvéolos utilizados e a sua posição em relação ao solo assim como um “mote” de uma planta de *Quercus coccifera* L., produzida nas estufas do projecto e pronta a ser colocada em local definitivo.

As etapas de produção, em cada espécie, são sequenciais — colheita da semente *in situ*, tratamentos pós-colheita, armazenamento, sementeira, germinação, crescimento e aclimação. Cada etapa necessita de factores ambientais adaptados (temperatura, humidade, luz, CO₂, regime hídrico e fertilização) sendo o recurso ao aquecimento do substrato essencial para se acelerar a germinação e assim assegurar uma produção contínua, no mais curto espaço de tempo. O tipo de permutador de calor utilizado (tubos anelados colocados no solo e/ou em posição aérea) associado à utilização de efluente térmico da CTS, assegura uma temperatura óptima de substrato para a germinação/crescimento que se situa na ordem dos 18 a 22°C. Terminada a fase de crescimento todas as plantas, antes de irem para o local definitivo, sofrem uma fase de aclimação primeiro num abrigo, com 30% de sombreamento, e posteriormente ao ar livre.

No que respeita à germinação, o projecto contempla espécies que germinam entre 1 a 2 meses — caso do *Quercus coccifera* L. (carrasco) — e outras que demoram 6 a 9 meses

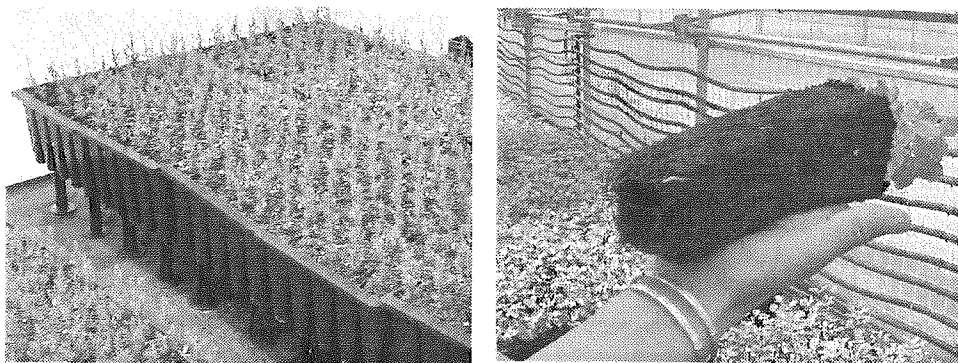


Figura 4 — Ilustração do tipo de alvéolos utilizados, sua posição em relação ao solo e “mote” de uma planta de *Quercus coccifera* L..

— caso do *Ruscus aculeatus* L. (gilbardeira). No caso das espécies mencionadas as etapas de crescimento e desenvolvimento, até colocação em local definitivo, variam de 9/12 meses e de 18/24 meses, respectivamente. Estas especificidades produtivas obrigam a uma gestão criteriosa dos recursos disponíveis, quer pela limitação da área coberta, como pelas condições de cultura exigidas.

O plano de produção (espécies e quantidade) é adaptado anualmente, sob recomendação do PNA e tem em conta as espécies que melhor se adaptam aos planos de recuperação paisagística já aprovados e as de interesse paisagístico para os espaços verdes dos municípios envolvidos no projecto, nomeadamente: *Arbutus unedo* L. (medronheiro), *Ceratonia siliqua* L. (alfarrobeira), *Juniperus phoenicea* L. (sabina da praia), *Myrtus communis* L. (murta), *Phillyrea latifolia* L. (aderno), *Phillyrea angustifolia* L. (lentisco), *Pinus pinea* L. (pinheiro manso), *Quercus coccifera* L. (carrasco), *Quercus faginea* L. (carvalho cerquinho), *Viburnum tinus* L. (folhado), *Pistacia lentiscus* L. (aroeira), *Ruscus aculeatus* L. (gilbardeira). As quantidades produzidas situam-se na ordem das 30.000 a 40.000 plantas/ano que têm vindo a ser colocadas nas pedreiras da Achada-Calhariz, em Sesimbra, mas o projecto tem uma capacidade produtiva de cerca de 100.000 plantas/ano que esperamos vir a atingir em 2004. A Figura 5 é uma ilustração de duas das espécies em produção.

Assim, o projecto ao tornar possível a produção de espécies autóctones da Serra da Arrábida e ao abordar problemas energéticos, ambientais e sociais, está intrinsecamente a contribuir para a discussão da problemática de um desenvolvimento sustentável da região onde está inserido.

CONCLUSÕES

A valorização de efluentes térmicos industriais, resultantes de diferentes actividades económicas e que provocam impactes negativos no ambiente, pode e deve ser incentivada na cadeia produtiva. O aquecimento de estufas agrícolas, é, sem dúvida, um dos enquadramentos possíveis para a utilização final desses efluentes, como se demonstra neste projecto.

Assim, o seu desenvolvimento cumpre os objectivos a que se propôs: minimização do impacto térmico no estuário do rio Sado (redução até 4°C no efluente utilizado); redução da emissão de gases responsáveis pelo efeito de estufa da atmosfera (a proveniência da energia necessária ao sistema produtivo tem origem, não na queima de combustíveis fósseis, mas numa fonte energética alternativa); contribuição para a recuperação de zonas degradadas do PNA e sem possibilidade de se autoregenerarem, como é o caso das pedreiras (disponibilização de espécies autóctones da Serra da Arrábida permitindo estimular a reposição do coberto vegetal original).

Actualmente, o projecto, com 1000 m² de área coberta, apenas valoriza 0.03% do caudal de efluente térmico disponível pela CTS, representando cerca de 170 kW térmicos.

Teoricamente, a utilização da totalidade do efluente da CTS ($32 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) permitiria aquecer cerca de $4\,000\,000 \text{ m}^2$ (Rodrigues, 1996 e Rodrigues et al., 1999).

Sabendo-se que o problema que se passa no PNA é extensivo a outros parques e reservas, uma vez que não existem no mercado, talvez pela falta de domínio das suas técnicas de propagação seminal, em qualidade e quantidade as espécies autóctones desses parques e reservas, deseja-se uma expansão do projecto, representando um passo em frente na utilização de recursos energéticos alternativos no aquecimento de estufas, com menor impacto ambiental.

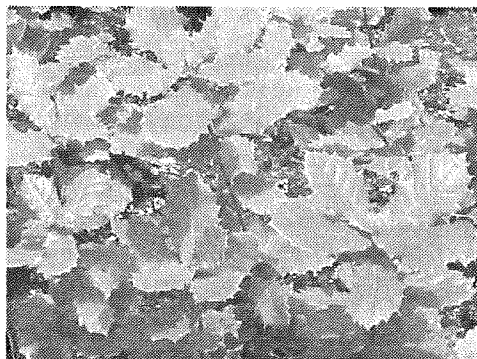


Figura 5 — Plantas autóctones da Serra da Arrábida : (esq.) *Quercus coccifera* L. (carrasco); (dir) *Ruscus aculeatus* L. (gilbardeira).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANSART, A. & BAUDRY P. 2003. *Perspectives on Industrial Ecology*. Edited by Dominique Bourg and Suren Erkman, Greenleaf Publishing, UK.
- ANTUNES, P., SALGUEIRO, A., SANTOS, R., LOBO, G., ALMEIDA & CARVALHAIS, N. 2000. *Estudo sobre Sector Eléctrico e Ambiente — 1.º Relatório*. Centro de Economia Ecológica e Gestão do Ambiente, DCEA FCT/UNL.
- CAOURIS, Y., KITTAS, C. & SANTAMOURIS, M. 1989. *Regional Monthly*. Estimation of greenhouse Energy Consumption. Application to Greece. *Solar and Wind Technology*, Vol. 6(3), pp. 225-233.
- DGE.2002. in: <http://www.dge.pt/main.asp?IdTemas=3>
- EDP. 2001. Electricidade de Portugal, S.A. *Relatório de Ambiente 2001*.
- GOMES, J.P. 1991. *Vegetação e Flora da Arrábida*. Serviço. Nacional de. Parques Reservas e Conservação da Natureza, 131 pp.
- GONÇALVES, H., JOYCE, A. & SILVA, L. 2002. Forum “Energias Renováveis em Portugal- Uma contribuição para os objectivos de política energética e ambiental”, Agência para a Energia (ADENE), 211. pp..
- LANGFORD, T.E.L. 1990. *Ecological Effects of Thermal Discharges*. Elsevier Applied Science Publishers Ltd, ISBN 1 85166451 3.

- LOUREIRO, D., JOYCE, A. & RODRIGUES, M.F. 1997. *Utilização Racional de Energia para Aquecimento de Estufas*. Actas do VIII Cong. Ibérico de Energia Solar, Porto. Ed. E.O. RODRIGUES, E. MALDONADO e M.G. ALMEIDA, pp. 721 — 726.
- MARTIN, J.M., 2000. *Consommation d'énergie et croissance économique*. Séminaire DANIEL DAUTREPPE — *L'énergie au 21^{eme} siècle : technique, économie, environnement*. In : <http://isnwww.in2p3.fr/reacteurs-hybrides/Dautreppe/toc.htm>
- MIE. 1995. Ministério da Indústria e Energia. *Energia 1995-2015: Estratégia para o sector energético*.
- Peñuelas, J.L. & Ocaña Bueno, L. 1996. *Cultivo de Plantas Forestales en Contenedor*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid — Espanha, 190 pp.
- Plasticulture. 1993. *Main Uses for Plastics in Agriculture in the World*, 97, pp. 49.
- RODRIGUES, M.F. 1996. *Valorização de Efluentes Térmicos Industriais. Um caso de Estudo na Central Termoeléctrica de Setúbal*. Dissertação para acesso à categoria de Investigador Auxiliar. INETI, Lisboa.
- RODRIGUES, M.F. 1996-a. *Síntese das Possibilidades de Valorização dos Efluentes Térmicos de Centrais Termoeléctricas em Agricultura, Aquacultura e Aquecimento Urbano*. Prova Complementar de acesso à categoria de Inv.Auxiliar. INETI, Lisboa.
- RODRIGUES, M.F., PENEDA M.C., LOUREIRO, D. & JOYCE, A. 1999. *Valorização de Efluentes Térmicos da Central Termoeléctrica de Setúbal no aquecimento de estufas — produção de plantas autóctones da Serra da Arrábida*. Actas da 6.^a CNQA. Lisboa 20 a 22 de Outubro. Ed. F. Santana, Lia Vasconcelos, M. Rosária Partidário, M. Júlia Seixas e M. Paula Sobral. Vol. 3:401 — 408.
- RODRIGUES, M.F., SEMEDO, C.M.B. & PENEDA, M.C. 2000. *Utilização de Efluentes Térmicos Industriais no Aquecimento de Bancadas para a Propagação Vegetativa de Plantas Ornamentais*. III Encontro Nacional de Plantas Ornamentais, 25 a 27 de Maio. ES Agrária de Ponte de Lima / IPVC. Ed. A P H, 153 — 162.
- SCHEPENS, G., MAHY, D., BUIS, H. & PALZ, W. 1986. *Potential of Solar Heat in European Agriculture, an assessment*. REIDEL, DORDRECHT, pp. 23-24.
- ZABELTITZ, C. von. 1987. *Greenhouse heating with solar energy*. CNRE Study. FAO. pp. 9-10.
- ZABELTITZ, C. von 1994. *Effective use of Renewable Energies for Greenhouse Heating*. Renewable Energy, 5 (Part I), pp. 479-485.