

# 6º CONGRESSO FLORESTAL NACIONAL

a floresta  
num mundo globalizado

[www.spcf.pt](http://www.spcf.pt)



SPCF - Sociedade Portuguesa  
de Ciências Florestais

**PONTA DELGADA**

Royal Garden Hotel, 6-9 Outubro de 2009



Organização:  
Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais  
Governo Regional dos Açores

Coordenação: Teresa Tê  
Foto: Fernando Pêças

**SPCF**

**6º CONGRESSO FLORESTAL NACIONAL, Ponta Delgada, Outubro 2009**

Estudo de Alternativas à Manutenção Tradicional nas Faixas de Protecção às Linhas da Rede Nacional de Transporte de Electricidade.....	667
<i>Matos, I.; Gaspar, J.; Páscoa, F.</i>	
Forest and Fuel Variables Estimation and Digital Terrain Modelling with Airborne Laser Scanning and High Resolution Multi-Spectral Images.....	679
<i>Pereira, L.G.; Gonçalves, G.; Soares, P.; Tomé, M.</i>	
Vendas de Madeira nos Perímetros Florestais do Barroso-Padrela. Variação dos Preços e Factores Explicativos.....	684
<i>Duro, M.R.G.; Bento, J.</i>	

## TEMA 5

### Orais

Capacidade da Detecção Remota na Criação de Mapas de Ocupação de Solos em Sistemas Florestais Heterogéneos: Estudo de Diferentes Classificadores.....	696
<i>Gomes, P.M.M.; Lopes, D.M.</i>	
Determinação de Áreas Potenciais para Instalação de Culturas Lenhosas com Fins Energéticos no Distrito de Bragança.....	707
<i>Amaral, A.; Castro, J.P.; Aranha, J.; Azevedo, J.</i>	
Simulação de Povoamentos de Eucalipto para Produção de Biomassa.....	715
<i>Barreiro, S.; Tomé, M.; Soares, P.</i>	
Quantificação da Biomassa Florestal Residual em Povoamentos de Pinheiro Manso na Mata Nacional do Escaroupim.....	719
<i>Soares, P.; Cardoso, S.; Tomé, M.; Carvalho, J.L.; Carrasquinho, I.</i>	
Sustentabilidade no Comércio de Biomassa Florestal.....	725
<i>Silva, T.C.; Carvalho, J.L.</i>	
A Biomassa Verde e Lenhosa dos Espaços Urbanos como Fonte Energética para os Edifícios Públicos da Cidade de Viseu.....	733
<i>Viana, H.; Pinto, N.; Costa, D.T.; Barracosa, P.</i>	

### Posters

Biomassa e Partição de Carbono em <i>Acacia longifolia</i> .....	740
<i>Morais, M.C.; Freitas, H.</i>	
BIOENERGISA - Um Campo Pedagógico de Plantas Bioenergéticas.....	746
<i>Gominho, J.; Pereira, H.</i>	
Avaliação do Potencial de <i>Pinus palustris</i> para Geração de Energia.....	750
<i>Silva, D.A.; Andrade, C.; Trianoski, R.; Matos, J.L.M.; Rosot, N.C.</i>	
Instalação de um Ensaio de Produção Intensiva de Biomassa Lenhosa para Energia.....	757
<i>Miranda, C.; Amaral, A.; Fonseca, F.; Ribeiro, A.C.; Pinto, M.A.; Santos, S.; Castro, J.P.; Patrício, M.S.; Nunes, L.; Azevedo, J.C.</i>	
Estabelecimento de Modelos Alométricos para Predição da Biomassa Aérea de <i>Eucalyptus globulus</i> .....	765
<i>Viana, H.; Cardoso, A.; Correia, R.; Lopes, D.; Aranha, J.</i>	
Estabelecimento de Modelos Alométricos para Predição da Biomassa Aérea da <i>Pinus pinaster</i> .....	771
<i>Viana, H.; Dias, S.; Marques, C.; Cruz, M.; Lopes, D.; Aranha, J.</i>	

## Determinação de Áreas Potenciais para Instalação de Culturas Lenhosas com Fins Energéticos no Distrito de Bragança

Alexandra Amaral<sup>1,2</sup>, João Paulo Castro<sup>1,2</sup>, José Aranha<sup>3</sup> e João Azevedo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Escola Superior Agrária. Instituto Politécnico de Bragança, 5301-855 BRAGANÇA

<sup>2</sup>Instituto Politécnico de Bragança. CIMO-Centro de Investigação de Montanha, 5301-855 BRAGANÇA

<sup>3</sup>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Laboratório de Informação Geográfica, 5001-801 VILA REAL

**Resumo.** O presente trabalho enquadra-se no âmbito do projecto PTDC/AGR-CFL/64500/2006 "*Biomassa lenhosa para produção de energia: desenvolvimento de sistemas sustentáveis de fornecimento de bens e serviços de produção, regulação e conservação*" que tem por objectivo estudar a sustentabilidade da oferta de material lenhoso para fins energéticos, nomeadamente através de culturas lenhosas de curta rotação.

Em particular, este trabalho pretende estudar a viabilidade deste tipo de culturas em todo o distrito de Bragança a partir da definição de áreas potenciais para a sua instalação. Através do desenvolvimento de um Sistema de Informação Geográfica munido da informação espacial relevante, nomeadamente parâmetros do solo, clima, relevo, hidrologia e planos de ordenamento, foi possível elaborar cartografia das áreas de maior potencial para a instalação de culturas lenhosas para fins energéticos de acordo com diversos critérios sócio-económicos e ecológicos. Avaliou-se ainda de forma genérica o potencial de produção de material lenhoso, bem como a sua projecção para determinados horizontes de planeamento.

Esta informação é de interesse estratégico para as actuais políticas de diversificação de fontes energéticas. A viabilização de centrais de produção de electricidade e calor a partir de biomassa ou unidades de produção de *pellets* depende grandemente deste tipo de informação.

**Palavras-chave:** Potencial cultural, culturas energéticas, análise espacial, SIG, potencial energético

\*\*\*

### Introdução

As preocupações ambientais e de desenvolvimento sustentável e a crise energética do fim do séc. XX, início do séc. XXI, têm levado muitos Estados a sentir a necessidade urgente de reorientarem as suas políticas energéticas e promoverem o desenvolvimento e exploração sustentável das energias renováveis. Do vasto leque que estas constituem, a biomassa lenhosa, tem um papel relevante. Nos últimos 30 anos vários estudos têm evidenciado a mais valia da utilização de resíduos florestais e de culturas lenhosas dedicadas, tais como as culturas lenhosas de curta rotação (CLCR), como uma solução viável para parte deste problema. Torna-se assim relevante o desenvolvimento de estudos com o objectivo de aferir o potencial regional ou nacional para a produção de biomassa para energia e que permitam tomar decisões fundamentadas em termos de políticas e investimentos na área da energia.

## Objectivos

Pretendeu-se estudar o potencial do distrito de Bragança para o desenvolvimento de culturas lenhosas de curta rotação, designadamente de salgueiro e choupo, através da definição em SIG de áreas homogéneas de produtividade potencial. Pretendeu-se também avaliar em que medida o potencial ecológico para o desenvolvimento destas espécies se transformaria em quantidade de matéria seca aproveitável e com que potencial energético. Com esta avaliação pretendeu-se estudar a sustentabilidade deste tipo de sistemas florestais no distrito de Bragança e de que forma estes podem constituir uma base sólida para iniciativas industriais na área energética, quer pelo abastecimento directo de centrais eléctricas a biomassa, quer pelo fornecimento de matéria prima a unidades de transformação de biomassa em estilha e *pellets*.

## Material e Métodos

A área de estudo enquadra-se na Região de Trás-os-Montes e Alto Douro, nomeadamente no Nordeste Transmontano e os pelos limites administrativos do distrito de Bragança, tal como definidos na Carta Administrativa Oficial de Portugal (IGP, 2008), com uma área de 659862ha.

A informação de base para a análise das áreas potenciais resultou da Carta de Solos do Nordeste de Portugal (Agroconsultores e Coba 1991) transformada em base de dados geográfica pelo Laboratório de Informação Geográfica da Escola Superior Agrária de Bragança. A análise e representação da informação foram feitas em sistemas de informação geográfica (SIG) utilizando software ArcGIS 9.2 e IDRISI Kilimanjaro v.14.01.

A colecção de informação de base surgiu da avaliação e selecção das variáveis geográficas e ambientais relevantes. Foram seleccionadas variáveis relativas ao clima, solos e orografia, designadamente, Zonagem Climática que encerra em si as variáveis temperatura e pluviosidade, Água no Solo, Condições de Enraizamento, Fertilidade e Declive. Para cada uma delas foram definidos diferentes níveis de aptidão, consoante as exigências inerentes às CLCR com base em choupo e salgueiro, que se traduziram ora na eliminação dos níveis não admissíveis, ora na divisão dos restantes níveis em qualidades elevada e média.

Zonagem Climática – Parâmetro inicialmente constituído pelos níveis Terra de Alta Montanha (A), Terra de Montanha (M), Terra Fria (F), Terra de Transição (T) e Terra Quente (Q). Foram excluídos os níveis A e M por apresentarem geadas durante todo o ano. Relativamente aos restantes níveis, considerou-se que para as espécies em questão a pluviosidade é um factor mais determinante que a temperatura, dado por um lado o elevado grau de exigência em água e por outro a grande plasticidade de adaptação das espécies vegetais a diversas gamas de temperatura. Considerando como nível crítico de precipitação o limite de 1000mm de precipitação média anual, as restantes classes foram agrupadas em 1) Terra Fria + Terra de Transição, com precipitação média anual superior a 1000mm, e 2) Terra de Transição+Terra Quente, com precipitação média anual inferior a 1000mm.

Água no Solo – Este parâmetro diz respeito ao balanço hídrico do solo e conseqüentemente à água disponível para as plantas ao longo do ano. Este parâmetro foi originalmente estabelecido levando em conta a precipitação média anual, a espessura útil do solo, sua granulometria, forma do terreno e declive. Este índice considera 4 graus de disponibilidade de água no solo ao longo do ano: 1)  $\leq 2$  meses de carências hídricas, 2) 2/4 meses de carências

hídricas, 3) 4/8 meses de carências hídricas, e 4) >8 meses de carências hídricas. Para a análise das áreas potenciais, optou-se por considerar apenas as duas primeiras classes.

Condições de Enraizamento – Diz respeito às condições para o desenvolvimento radicular, nas suas funções de extracção de água e nutrientes e de suporte físico da planta. É determinada pela espessura útil do solo e assume as classes: 1)  $\geq 100\text{cm}$ , 2) 50/100cm, 3) 10/50cm, 4)  $\leq 10\text{cm}$ . Neste trabalho foram consideradas as 3 primeiras classes.

Nível de Fertilidade – Este parâmetro foi definido pelos autores em função da capacidade de troca catiónica e da percentagem de saturação em bases, dando origem a 3 níveis: 1) relativamente elevada, 2) mediana, 3) relativamente baixa. Neste estudo foram considerados apenas os 2 melhores níveis.

Declive – De entre a gama de declives apresentada pela área de estudo, optou-se por considerar como situação ideal a classe 1 (0-6%) e aceitável a classe 2 (6-15%).

Posteriormente à análise das condições ideais das variáveis e parâmetros considerados, foram produzidas, para cada uma destas, coberturas individuais em formato vectorial que posteriormente foram convertidas para formato raster a fim de se proceder à análise espacial em SIG das variáveis e das suas combinações através de operações de sobreposição.

Afim de orientar e clarificar a análise das variáveis, optou-se pela definição de 2 cenários principais. A opção pelos 2 cenários que se apresentarão a seguir decorreu das primeiras análises espaciais, já que rapidamente se chegou à conclusão da elevada exclusividade entre as variáveis, ou seja, o cruzamento das condições óptimas de crescimento para CLCR conduziam a áreas mínimas ou negligenciáveis. Neste sentido, e de forma a evidenciar o leque de aptidões deste território para o desenvolvimento de CLCR, definimos os seguintes cenários:

Cenário A – Ótimo – Pretendeu-se com este cenário definir as áreas do território que naturalmente apresentam condições óptimas para a instalação e desenvolvimento de CLCR. Foram levadas em linha de conta os níveis de máxima aptidão para todas as variáveis consideradas relevantes: Zonagem Climática, a Água no Solo, Condições de Enraizamento, Nível de Fertilidade e Declive.

Cenário B – Base – Este cenário representa as áreas com condições potenciais para a instalação e desenvolvimento de CLCR, necessitando no entanto, de investimentos de forma a concretizar esse potencial. Dada a escassa dimensão das áreas seleccionadas através dos critérios definidos para o cenário ótimo, optámos por dividir as variáveis de análise em 2 tipos: as que não são passíveis de serem alteradas ou melhoradas pelo produtor, como a Zonagem Climática, as Condições de Enraizamento e o Declive; e aquelas que, ainda que com a necessidade de investimento, podem ser obviadas por técnicas culturais, como a Água no Solo, através de irrigação, e o Nível de Fertilidade, através de fertilização.

Dentro de cada um dos cenários foram consideradas 2 classes de produtividade:

Classe 1: todas as variáveis são consideradas no seu nível ótimo

Classe 2: correspondente ao cruzamento dos níveis intermédios das variáveis.

Relativamente aos níveis de produtividade expectáveis, tomámos como referência o relatório de LARSSON (2003), até ao momento um dos poucos trabalhos com referência à produtividade deste tipo de culturas no Sul da Europa. Tomámos para referência de produtividade máxima as produtividades alcançadas no dispositivo instalado na Grécia, em que o fornecimento de água por rega era em quantidade equivalente à evapotranspiração potencial da estação. Este

tratamento apresentou uma produtividade da ordem das 5 toneladas de matéria seca por ano. Para a classe 2 de cada cenário (as de nível de produtividade intermédio), foi considerada uma produtividade média de 3 toneladas de matéria seca por ano. Das áreas potenciais encontradas foram apenas consideradas para efeitos de análise posterior as detentoras de áreas contínuas de pelo menos 5ha. Este valor é geralmente considerado o limiar mínimo para a rentabilidade deste tipo de projectos.

Os níveis de produtividade média anual são assumidos idênticos entre as classes de cada cenário por pressuporem à partida que apesar das condições de água no solo e fertilidade no cenário B não serem naturalmente garantidas, serão providenciadas através de operações de rega e fertilização, indispensáveis neste caso ao sucesso das culturas.

## Resultados e discussão

### Cenário A

O cruzamento dos níveis óptimos (Classe 1) das variáveis consideradas preponderantes para o desenvolvimento de CLCR (culturas lenhosas de curta rotação) conduziu a uma única área contínua que, apesar de individualmente possuir uma boa superfície (cerca de 59ha), ao nível do distrito, representa apenas aproximadamente 0,01% da sua área (Tabela 1). Por sua vez a classe 2, representando a área em que as variáveis consideradas apresentam níveis intermédios de potencial, surtiu uma imagem nula.

### Cenário B

A classe 1 deste cenário voltou a revelar uma área relativamente escassa em termos relativos, mas muito apreciável pelo facto de ser contínua. É constituída por uma única mancha de cerca de 948ha, representando 1% de toda a área potencial e 0,14% da área do distrito (Tabela 1). A classe 2 é de longe a que apresenta maior área potencial, muito distribuída por todo o distrito e totalizando cerca de 91.351ha. Os polígonos desta classe possuem uma área média de 972ha, variando entre um máximo de 9.797ha e um mínimo de 29ha, ainda assim uma área bastante apreciável. Esta classe representa 13,84% da área do distrito e 98,9% da área potencial total (Tabela 1).

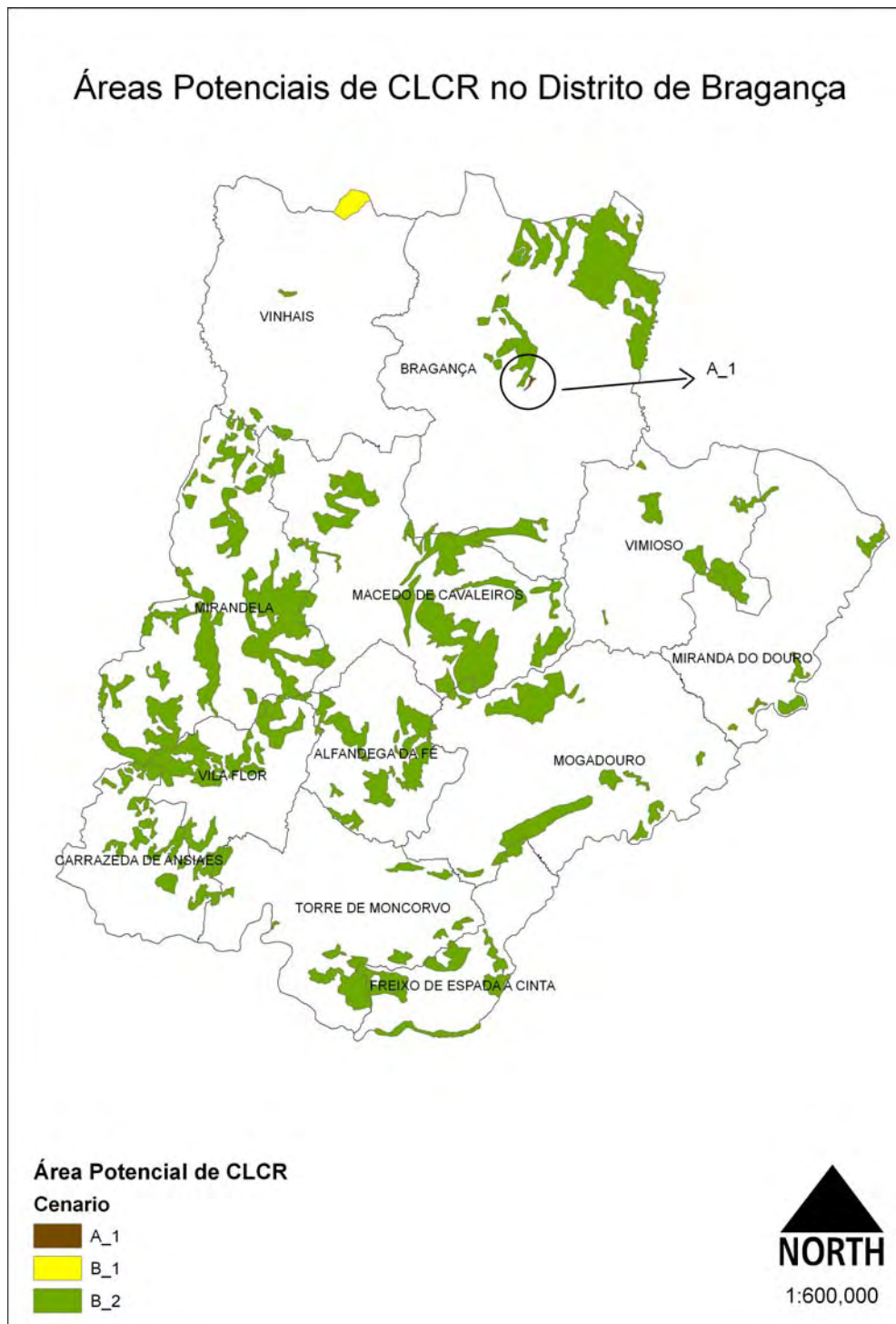
### Potencial Energético por Cenário e Classe

A partir das áreas potenciais encontradas (Mapa 1) e dos valores de produtividade média assumidos, foi possível fazer algumas previsões de produtividade em termos anuais e para um determinado horizonte de planeamento (Tabela 1).

**Tabela 1** – Produção de biomassa por hectare e por ano de acordo com os cenários e classes de produtividade considerados para o distrito de Bragança

Cenário	Área (ha)	% Área Distrito	% Área Potencial	Produtividade média anual (ton.mat.seca/ha/ano)	Produtividade Anual (ton.mat.seca/ano)	Produção Horizonte 25 Anos (ton.mat.seca)
A_1	58.6	0,01	0,1	5	293	7.325
B_1	947.8	0,14	1,0	5	4.739	118.475
B_2	91350.6	13,84	98,9	3	274.052	6.851.295
Total	92357.0	14,00	100,0	-	279.084	6.977.095

A figura 1 apresenta as áreas de aptidão potencial encontradas para cada cenário.



**Figura 1** – Áreas de aptidão potencial para instalação de culturas lenhosas de curta rotação no distrito de Bragança

A partir das áreas e produtividades médias consideradas, chegou-se a uma produtividade anual potencial de cerca de 274.000 toneladas de matéria seca, o que considerando um tempo de vida de projecto da ordem dos 25 anos, permite chegar ao valor de cerca de 6.851.295 toneladas de matéria seca para esse horizonte. A escolha de um horizonte de planeamento de 25 anos prende-se com a capacidade produtiva das plantas que geralmente diminui a partir da 4ª ou 5ª rotação, levando à necessidade de estabelecimento de novas culturas.

O cruzamento da informação atrás obtida com a delimitação dos concelhos do distrito permitiu ter uma noção de como a área potencial se distribui de forma geo-administrativa, informação que se torna relevante uma vez que as iniciativas empresariais se articulam geralmente de forma íntima com o poder local. A informação resultante é apresentada na Tabela 2.

**Tabela 2** – Produtividade de biomassa por hectare e por ano de acordo com os cenários e classes de produtividade considerados para os concelhos do distrito de Bragança

Concelho	Cenário/Classe	Área/Cenário/Classe (ha)	Área Potencial (ha)	% Área Potencial/Concelho	Produtividade (ton.mat.seca/ano)
Alfândega da Fé	B_2	6382	6382	19,8	19146
Bragança	A_1	59	15410	13,1	46348
Bragança	B_2	15351			
Carrazeda de Ansiães	B_2	4545	4545	16,3	13635
Freixo de Espada à Cinta	B_2	4756	4756	19,5	14268
Macedo de Cavaleiros	B_2	15567	15567	22,3	46701
Miranda do Douro	B_2	2190	2190	4,5	6570
Mirandela	B_2	20362	20362	30,9	61086
Mogadouro	B_2	7437	7437	9,8	22311
Torre de Moncorvo	B_2	4285	4285	8,1	12855
Vila Flor	B_2	6957	6957	26,2	20871
Vimioso	B_2	2895	2895	6,0	8685
Vinhais	B_1	945	1539	2,2	6507
Vinhais	B_2	594			

Ao nível da área potencial por concelho para a produção de biomassa, salientam-se Mirandela, Vila Flor, Macedo de Cavaleiros, Alfândega da Fé e Freixo de Espada à Cinta cuja área potencial para o desenvolvimento de CLCR varia entre 20 e 30% da área total do concelho (Tabela 2). Em termos de produtividade média anual, destacam-se os concelhos de Mirandela, Macedo de Cavaleiros e Bragança com valores que variam entre as 46300 e as 61000 toneladas de matéria seca por ano (Tabela 2).

## Potencial Energético no Distrito

O cenário B, por sua vez apresenta uma área potencial bastante significativa com cerca de 92.299ha, representando cerca de 13,99% da área do distrito e 99,9% de toda a área potencial encontrada. Este cenário pressupõe à partida a necessidade de irrigação e fertilização, que onera os projectos e condicionam a sua viabilidade. No entanto é de salientar também a grande dimensão média de cada parcela, o que por sua vez é uma vantagem também importante para a viabilidade deste tipo de projectos por via da economia de escala, o que pode facilmente obviar aos custos com irrigação e fertilização.

Em conjunto os 2 cenários apresentam um potencial de produção de cerca de 279.000 toneladas de matéria seca por ano.

Os padrões mundiais de consumo per capita têm aumentado nos últimos anos quase generalizadamente, tendo evoluído em Portugal de 1,9 tonelada equivalente de petróleo (tep) em 1990 para 2,3 tep em 2004. O consumo energético português no sector dos serviços e habitação representa cerca de 22% em Portugal. (EDP, 2006; BP, 2004). Poderemos por isso considerar que a produção de energia eléctrica através de biomassa será no distrito de Bragança sobretudo para este sector uma vez que apresenta um tecido empresarial incipiente. O consumo energético nacional com os transportes representa a maior fatia, cuja fonte energética é essencialmente petróleo. Experiências realizadas em centrais termoeléctricas instaladas em Portugal (central de Mortágua entre outras) e no Brasil (FAO, 1995), assim como valores energéticos publicados (BOYLE, 2004; RAMAGE, 2003) indicam valores de poder calorífico inferior (PCI) cerca de 11000 kJ/kg de biomassa seca. Para produção de energia eléctrica em centrais termoeléctricas são indicados consumos médios de 1,8 a 2,8 kg de lenha seca (depende do teor de humidade) por kWh produzido. HUGO JÓIA (2008) refere para Portugal a necessidade de cerca de 1,42 kg/kWh (biomassa com 37,5% de humidade), valores também por nós assumidos neste trabalho. A potencial produção anual de energia para o distrito de Bragança poderá ser assim de 270 GWh, proporcionando energia eléctrica suficiente para satisfazer as necessidades de 46000 habitantes. A potência a instalar deverá ser próxima de 30MW. Além disso, poderá ainda potenciar a utilização de energia térmica residual, sobretudo no inverno, quer para aquecimento doméstico quer para apoio a indústrias de transformação, eventualmente lagares de azeite e destilarias. Os próprios resíduos de unidades agro-industriais (bagaço de azeitona, casca de amêndoa, etc.) poderão ser também utilizados com inúmeras vantagens como matéria-prima da unidade termoeléctrica, aumentando o seu rendimento (normalmente abaixo de 35%). (A Agência Internacional de Energia /OECD define 1 tep como 41,868 GJ ou 11,630 MW/h.)

## Conclusões

A área com condições naturais óptimas para a produção de biomassa a partir de culturas de curta rotação é muito pequena no distrito de Bragança. Esta área de 59ha representa apenas 0,01% da área do distrito. Em termos de produção de material lenhoso, este cenário contribuiria apenas com cerca de 7325 toneladas de matéria seca por ano.

No entanto, considerando o cenário menos optimista mas talvez mais realista, esta área permitia suportar 3 centrais termo-eléctricas de 11 MW, e assim dinamizar quer o sector da energia quer o sector agro-florestal.

**Bibliografia**

- IGP. 2008. Carta Administrativa Oficial de Portugal de 2008. Instituto Geográfico Português, Lisboa  
Carta Administrativa Oficial de Portugal de 2008, do Instituto Geográfico Português
- Agroconsultores e Coba 1991. Carta dos solos, do uso actual da terra e da aptidão da terra do nordeste de Portugal. UTAD/PDRITM, Vila Real.
- LARSSON, S., 2003. Short-rotation willow biomass plantations irrigated and fertilised with wastewaters—results from a 4-year multidisciplinary field project in Sweden, France, Northern Ireland and Greece supported by the EU-FAIR Programme (FAIR5-CT97-3947). European Commission DG VI, Agriculture; Final report, January 2003.
- BP Statistical Review of world Energy, 2004. <http://www.bp.com> EDP - Energias de Portugal, S.A., 2006. Guia prático da eficiência energética.
- LUIZ AUGUSTO HORTA NOGUEIRA, ARNALDO CÉSAR DA SILVA WALTER, 1995. Experiências de geração de energia eléctrica a partir de biomassa no Brasil: Aspectos técnicos e económicos.
- Memoria – Reunion regional sobre generación de electricidad a partir de biomasa. Estudio FAO: Montes – 7, 1996, T2363/S. Dirección de productos forestales, FAO, Roma. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay, 23 al 27 de octubre, 1995. SERIE FORESTAL No 7. Santiago, Chile 1996 Boyle, G. (ed) (2004) Renewable Energy: Power for a Sustainable Future (2<sup>nd</sup> Edition), Oxford University Press/The Open University, 452 pp. ISBN 0-19-926178-4. (T206 main co-published textbook)
- RAMAGE, J., 2003. Guia da Energia. Monitor. Tradução de Janet Ramage, 1983, 1997. Monitor.