

PROPRIEDADE:

Ordem dos Engenheiros Região Norte

DIRECTOR:

António Carlos Sepúlveda Machado e Moura (director.info@oern.pt)

SUBDIRECTOR:

Bento Adriano de Machado Aires e Aires

CONSELHO EDITORIAL:

Fernando Manuel de Almeida Santos,
António Carlos Sepúlveda Machado e Moura,
António Acácio Matos de Almeida,
Carlos Pedro de Castro Fernandes Alves,
Vitor Manuel Lopes Correia,
Maria Alexandrina Silva Meneses,
Ricardo Jorge Silvério Magalhães Machado,
Manuel Joaquim Reis Campos,
Joaquim Manuel Veloso Poças Martins,
José Fernando Gomes Mendes,
João Abel Peças Lopes,
Carlos Fernando Conceição Sousa,
Nuno Bravo Faria Cruz,
José António Couto Teixeira,
José Tadeu Marques Aranha,
Tiago André da Silva Braz,
Sérgio Bruno de Araújo Gonçalves da Costa,
Rosa Maria Guimarães Vaz da Costa,
Luís Manuel Montenegro de Araújo Pizarro,
Vitor António Pereira Lopes de Lima,
Amílcar José Pires Lousada

COORDENAÇÃO OERN:

Carlos Neves
(direccao.executiva@oern.pt)

REDAÇÃO OERN:

Miguel Ângelo Sousa
(marketing.comunicacao@oern.pt)
Joana Soares
(comunicacao@oern.pt)

REVISÃO:

Serviços OERN
Revisão Imprensa - Rui Feio
(assessoria.imprensa@oern.pt)

GRAFISMO:

MAV2D

MAQUETIZAÇÃO/IMPRESSÃO E

PRODUÇÃO:
Multiponto, S.A.

PUBLICAÇÃO TRIMESTRAL:

Edição nº 26 de Janeiro de 2012.
Tiragem: 13 000 exemplares.
ICS: 113324. Depósito legal: 29 299/89.

SEDE: Rua de Rodrigues Sampaio, 123
4000-425 Porto.
Tel. 222 071 300. Fax. 222 002 876.
<http://www.oern.pt/>

DELEGAÇÃO DE BRAGA:

Rua de S. Paulo, 13 – 4700-042 Braga.
Tel. 253 269 080. Fax. 253 269 114.

DELEGAÇÃO DE BRAGANÇA:

Rua Alexandre Herculano, 138 - R/C F.
5300-075 Bragança. Tel. 273 333 808.

DELEGAÇÃO DE VIANA DO CASTELO:

Av. Conde da Carreira, 81A
4900-343 Viana do Castelo.
Tel. 258 823 522.

DELEGAÇÃO DE VILA REAL:

Av. 1.º de Maio, 74/1.º dir.
5000-651 Vila Real. Tel. 259 378 473.

4 EDITORIAL

DESAFIOS À ENGENHARIA PORTUGUESA

5 GRUPO DE TRABALHO JOVENS ENGENHEIROS

ENGENHARIA E OS JOVENS ENGENHEIROS NOS DIAS DE HOJE

6 NOTÍCIAS

PROFISSIONAL

14 INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS E A QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL:
IMPÕE-SE MUDANÇA LEGISLATIVA

20 REGULAMENTAÇÃO DA CARTOGRAFIA A USAR NOS INSTRUMENTOS
DE GESTÃO TERRITORIAL (IGT)

22 EFACEC, UMA EMPRESA GLOBAL

26 NOVOS PROCEDIMENTOS DE ADMISSÃO À OE: ENTREVISTA A JOSÉ
VIEIRA

CIENTÍFICO

30 NOVO REGIME DE FATURAÇÃO DA ENERGIA REATIVA

36 REGULAÇÃO DE FLUXO LUMINOSO E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

40 ANÁLISE DA COBERTURA/USO DO SOLO E ESTIMATIVA
DA SUPERFÍCIE INUNDÁVEL NO ALQUEVA COM RECURSO
A 18 ANOS DE DADOS LANDSAT

44 QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA CONSUMIDA NOS ÚLTIMOS 20 ANOS
DE FOGOS FLORESTAIS NO NORTE PORTUGAL

ENTREVISTA

50 ENGENHARIA E ARTE: ENTREVISTA A NADIR AFONSO

Capa Acelerador de partículas
(Foto Efacec)





INFELIZMENTE, TEM-SE VERIFICADO QUE OS FOGOS FLORESTAIS EM PORTUGAL CONTINENTAL SÃO UM FENÓMENO RECORRENTE, QUE CAUSA ENORMES PREJUÍZOS AMBIENTAIS, ECOLÓGICOS E ECONÓMICOS

QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA CONSUMIDA NOS ÚLTIMOS 20 ANOS DE FOGOS FLORESTAIS NO NORTE PORTUGAL

José Aranha ^a
 Ana Rita Calvão ^b
 Domingos Lopes ^a
 Helder Viana ^c

^a CITAB – Centro de Investigação em Tecnologias Agroambientais e Biológicas – UTAD - 5001-801 Vila Real, Portugal

^b ESTGA-UA - Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda 3754 – 909 Águeda, Portugal

^c Dept. de Engenharia Florestal, Instituto Politécnico de Viseu, 3500-606 Viseu, Portugal

A análise estatística relativa aos fogos florestais ocorridos, nos últimos 20 anos (1990-2009), em Portugal continental, mostra que ocorreram 22380 fogos, que consumiram 2 443 350ha. Analisando apenas a região Norte de Portugal (distritos da Guarda, de Viseu, do Porto, do Minho, de Vila Real e de Bragança), verificou-se que a tendência foi a mesma, com 15 339 ocorrências e 1 209 976ha ardidos. Com o objectivo de analisar a dinâmica da vegetação arbustiva, que coloniza as áreas ardidas, estabeleceu-se um sistema de amostragem de campo, sobre as áreas ardidas nos últimos 10 anos, composto por 5 amostras por data. Em cada uma destas amostras, quantificou-se a biomassa arbustiva em pé e determinou-se o peso verde e o peso seco. Com estes dados, estabeleceu-se um sistema de equações que permitiu analisar a dinâmica vegetal das espécies arbustivas e quantificar a biomassa consumida pelos fogos.

Os resultados mostram que, nos últimos 20 anos arderam, aproximadamente e só no Norte de Portugal, 749500ha de matos. Considerando um valor médio de 9 t/ha de biomassa (30% de humidade), estima-se que tenham ardido 6 745 500 toneladas de mato.

Fogos florestais, biomassa florestal, centrais termoeléctricas, sistemas de informação geográfica, sistema de posicionamento por satélite.

INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

Durante os últimos 20 anos, uma equipa de investigação do CITAB-UTAD tem monitorizado regularmente as zonas florestais localizadas a norte de Portugal, com o objectivo de quantificar e de avaliar a biomassa florestal (povoamentos e áreas de mato). Durante este trabalho, foram estabelecidas centenas de parcelas de amostragem e foram recolhidos milhares de dados biométricos relativos ao crescimento de árvores florestais e de arbustos (mato). Infelizmente, durante as várias saídas para desenvolver trabalho de campo, tem-se verificado que os fogos florestais em Portugal continental são um fenómeno recorrente, que causa enormes prejuízos ambientais, ecológicos e económicos.

Do acompanhamento, que a equipe de investigação do CITAB-UTAD tem feito em áreas ardidas, verificou-se que a vegetação arbustiva consegue colonizar rapidamente estas áreas e que a floresta continua tem transformado em floresta descontínua e dispersa e em vastas zonas de mato.

Através dum programa de limpeza e ordenamento do espaço florestal, a biomassa, consumida pelos fogos, poderia ser usada como combustível em centrais termoeléctricas, gerar energia eléctrica e minimizar o problema dos fogos florestais.

Com o objectivo de estudar a dinâmica da recuperação vegetal nas áreas ardidas e de quantificar a biomassa arbustiva acumulada, estabeleceu-se um sistema de amostragem de campo, sobre as áreas ardidas nos últimos 10 anos, composto por 5 amostras por data.

Durante a preparação do trabalho, consultou-se informação disponível sobre o assunto, tendo sido recolhidas várias equações alométricas de quantificação de biomassa arbustiva, como se apresenta na Tabela 1.

Tabela 1 – Equações alométricas para estimar biomassa florestal (matos)

Equações alométricas	
$BMG = 5.6680 + 0.00008 (A \text{ DC})^2$	[1]
$BMG = 37.634 + 1.010 \text{ Id}$	[1]
$BMG = 5.005 + 0.136 \text{ Id}$	[1]
$Erica \text{ sp.} - P = 9.43 \text{ Id}^2 - 184.11 \text{ Id} + 1034.2$	[2]
$Cistus \text{ ladanifer L. and } Erica \text{ sp.} - P = 27.54 \text{ Id}^{1.202}$	[2]
$Cistus \text{ ladanifer L.} - P = 0.064 \text{ Id}^2 + 79.39 \text{ Id} - 76.42$	[2]
$Genista \text{ and } Ulex - P = 1.58 \text{ Id}^{2.0714}$	[2]
$Mancha - P = 28.06 \text{ Id}^{1.3868}$	[2]
$Pistacia \text{ lentiscus L.} - P = 1.58 e^{0.088 \text{ Id}}$	[2]
$BMG = 1.1336 \text{ Id}^{1.6291}$	[3]
$BMG = 0.1239 \text{ AT}^{1.1091}$	[3]
$BMG = 6.2667 \text{ Ln Id}^{2.040}$	[3]
$BMG = 0.0258 (\text{DC A})^{0.754}$	[3]

Sendo:

- BMG – Biomassa de matos (genérico) - Kg planta⁻¹
- P – Peso da copa dos arbustos - g m⁻²
- A - Altura total - cm
- AC – Tree Canopy Height - m
- Id – Idade (year)
- DC – Densidade de copas - % - 0 a 100
- Exp – Exponencial
- Ln – Logaritmo Natural

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente trabalho, criou-se um sistema de informação geográfica (SIG), com base na cartografia das áreas ardidas, disponibilizada pela Autoridade Florestal Nacional [4] e nas Cartas CLC1990 e CLC2006 (Corine Land Cover para 1990 e para 2006, IGP, 2009 [5 e 6]). A carta de áreas ardidas foi, posteriormente, processada por datas, de modo a permitir calcular a recor-rência dos fogos e a seleccionar áreas que arderam apenas uma vez e a obter uma distribuição espaço-temporal das áreas ardidas e isolar apenas as que ocorreram em áreas de mato ou de floresta degradada.

Esta selecção foi, posteriormente restringida à zona norte de Portugal (distritos da Guarda, de Viseu, do Porto, do Minho, de Vila Real e de Bragança), uma vez que a equipa de investigação do CITB-UTAD se concentra especialmente nesta área do país.

Numa segunda fase, seleccionaram-se apenas as áreas ardidas no ano de 2000 e de 2009 e aplicou-se um sistema de amostragem, que permitiu identificar 5 áreas ardidas em cada ano de fogos. Deste esquema de amostragem, resultaram 45 áreas ardidas, que foram posteriormente visitadas durante o ano de 2009.

Para a fase de recolha de dados de campo, criou-se um projecto SIG de campo, que foi instalado num receptor GPS com capacidade para receber também o sinal EGNOS e, deste modo, poder trabalhar em modo diferencial em tempo real.

Para a recolha de dados de campo, usou-se o método das linhas de intersecção, tendo sido usadas parcelas de 200m² e duas linhas perpendiculares, cruzadas no centro da parcela. Os dados recolhidos permitiram determinar, por espécies arbustivas (giesta, urze, carqueja e tojo):

- A percentagem de ocupação;
- Altura média;
- Peso verde
- Peso seco

Posteriormente, os dados de campo e as medições em laboratório, permitiram criar uma base de dados relativa a cada mancha ardida, onde se associou o tempo (idade pós fogo) às medidas biométricas das várias espécies arbustivas.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

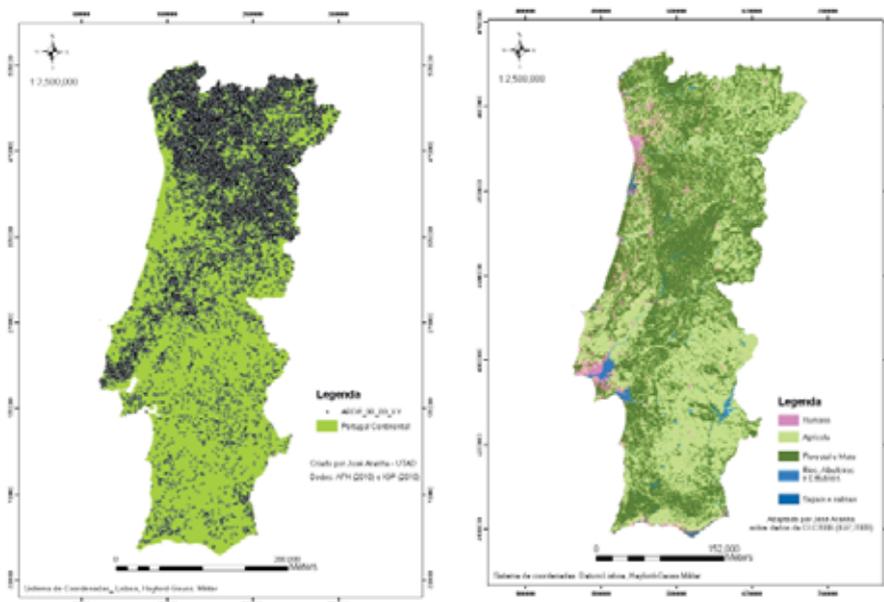
Fogos florestais

A análise estatística relativa aos fogos florestais ocorridos, nos últimos 20 anos (1990-2009), em Portugal continental, mostra que ocorreram 22380 fogos, que consumiram 2 443 350ha. Analisando apenas a região Norte de Portugal, verificou-se que a tendência foi a mesma, com 15339 ocorrências e 1209976ha ardidos. Estes resultados mostram que, nos últimos 20 anos, mais do que 68% dos fogos florestais ocorreram nesta zona, o que representa cerca de 50% da área total ardida, o que evidencia que o problema é particularmente importante no norte do país.

Como se apresenta nas Figuras 1 e 2, nos últimos 20 anos quase todas as áreas florestais (povoamentos e áreas de mato) foram percorridas pelo fogo. Concentrando a análise em termos de valores totais anuais, como se apresenta na Tabela 2, pôde-se verificar que a magnitude dos fogos florestais é cíclica. Quando se analisa a relação entre a área total ardida e o número de ocorrências, verifica-se que os ciclos de fogo são, em média de 10 anos, quer para as grandes

fig. 1 (à esquerda)
Dispersão dos fogos florestais em Portugal Continental entre 1990 e 2009

fig. 2 (à direita)
Adaptação da CLC2006 (Corine Land Cover para 2006)



ocorrências quer para as pequenas, com um desfasamento de 5 anos entre ocorrências extremas, como se mostra na Figura 3.

Tabela 2 – Características dos fogos florestais em Portugal entre 1990 e 2009

Ano	N. de ocorrências	Area_ha	Area_ha / N_ocorrências
1990	1416	105891	74.8
1991	880	182215	207.1
1992	230	34231	148.8
1993	141	40240	285.4
1994	623	72017	115.6
1995	1749	134465	76.9
1996	1477	92942	62.9
1997	755	21265	28.2
1998	1831	216175	118.1
1999	1462	67183	46.0
2000	1731	143285	82.8
2001	1861	97606	52.4
2002	1851	133204	72.0
2003	1186	439918	370.9
2004	722	114975	159.2
2005	1458	346396	237.6
2006	715	72679	101.6
2007	738	38322	51.9
2008	683	11813	17.3
2009	971	78530	80.9
Total	22480	2443350	108.7 (valor médio)

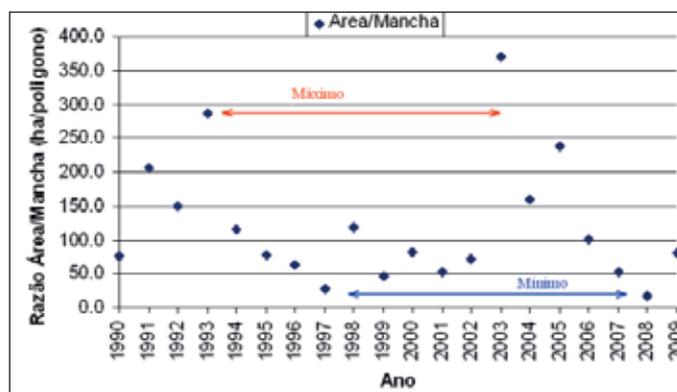


fig. 3 (ao lado)
Ciclo dos fogos florestais em Portugal Continental entre 1990 e 2009

A análise conjunta da carta de áreas ardidas e das cartas CLC1990 e CLC2006, estimou-se que, em 2006, a área florestal de Portugal Continental fosse de 3 400 000ha (38% do território) e que a área de mato e floresta degradada fosse de 1 900 000ha (21% do território)

[5, 6, 7, 8].

Entre 1990 e 2006, estima-se que tenham ocorrido 20 100 fogos florestais, que consumiram, aproximadamente, 2 315 000ha, atribuídos a:

- Agricultura – 12,4%
- Floresta de folhosas (ex. carvalhos ou castanheiros) – 4.7%
- Floresta de resinosas (ex. pinheiro bravo) – 12,5 %
- Florestas mistas de folhosas e de resinosas – 8,1%
- Áreas de mato – 62,3%

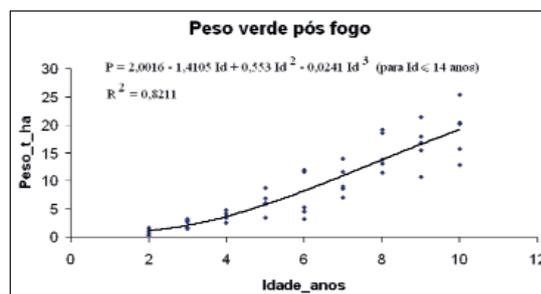
Dinâmica de crescimento do mato

Durante o trabalho de campo, verificou-se que as várias espécies arbustivas (mato) conseguiram colonizar completamente uma área ardida, em apenas 5 anos e que atingiam o seu máximo de ocupação entre os 10 e os 12 anos, como se apresenta na Tabela 3 e se mostra na Figura 4.

Tabela 3 – Valores médios de crescimento do mato

Idade pós fogo	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Altura (m)	0.74	0.55	0.77	0.86	0.98	0.74	1.21	1.30	1.33
D. de copa (%)	0.19	0.34	0.38	0.43	0.47	0.56	0.7	0.81	0.95
Peso (t/ha)	0.92	2.44	3.84	6.24	7.34	10.1	15.2	16.4	18.9

fig. 4 (ao lado)
Evolução do peso de mato em função da idade pós fogo



Como se mostra na Figura 3, crescimento do mato apresenta padrões de crescimento muito variado. Esta variação deve-se a diferentes composições de espécies, bem como à relação entre a altura dos arbustos e a densidade de ocupação do território, como se apresenta na Tabela 4.

Tabela 4 – Equações alométricas para o cálculo da biomassa do mato

Equação	R ² _{adj}	RMSE ton/ha	RMSE %	n
BMG = 2.002 - 1.411 Id + 0.553 Id ² - 0.0241 Id ³	0.831	2.81	31.06	50
BMG = Exp (- 1.298 + 1.861 Ln Id + 0.1265 Ln AT)	0.865	2.71	30.00	50
BMG = Exp (2.070 + 0.504 Ln Id + 0.057 Ln AT + 1.513 Ln DC)	0.906	2.74	30.29	50

Sendo: BMG – Biomassa do mato (genérico) – t/há (verde)
 Id – Idade – anos pós fogo
 AT – Altura Total – m
 DC – Densidade de Copas - % (0 – 1)
 Exp – Exponencial
 Ln – Logaritmo Natural

Análise da biomassa perdida nos fogos florestais

De acordo com a bibliografia consultada, [9, 10, 11, 12],

Uma central termoelétrica a biomassa floresta trabalha, em média, 8000 hora por ano e consome 8200 t/ano de biomassa (30% de humidade) para produzir 1 MW de energia eléctrica (6,3 GWh ano). Os resultados anteriormente apresentados mostram que, nos últimos 20 anos arderam, aproximadamente e só no norte de Portugal, 749 500ha de matos. Considerando um valor médio de 9 t/ha de biomassa (30% de humidade), estima-se que tenham ardido 6 745 500 toneladas de mato. Este valor, transformado em energia, significa 822,62 MW de energia, o que equivale à produção de uma central termoelétrica de 11 MW durante 75 anos.

Num cenário optimista, a quantidade de biomassa florestal (matos) consumida pelos últimos 20 anos de fogos florestais, teria possibilitado o regular funcionamento de 4 centrais de 11 MW, durante o mesmo período de tempo.

Considerando, de acordo com as limitações sugeridas pelo Centro para a Biomassa e Energia (CBE, 1997), que apenas 50% desta biomassa pudesse ser retirada em condições economicamente viáveis, teríamos um cenário mais conservador, de 2 centrais de 11 MW.

CONCLUSÕES

O fenómeno dos fogos florestais, em Portugal Continental, constitui um sério problema. Com o contínuo aumento do abandono da actividade agrária, o envelhecimento das populações rurais e do êxodo para as cidades do litoral ou para as capitais de Concelho, vai agravar o problema.

O desenvolvimento de programas de limpeza, gestão e ordenamento do espaço florestal, permitiria reduzir o perigo de incêndio florestal, minimizar os impactos ambientais e ecológicos e produzir energia eléctrica limpa.

Por outro lado, a dinamização destas actividades, permitiriam criar centenas de postos de trabalho local, contribuindo para um complemento do rendimento das populações rurais e, por ventura, evitar o abandono da actividade agro-florestal [13, 14, 15].

REFERÊNCIAS

- [1] Kazanis D, Xanthopoulos G, Arianoutsou M. Understorey fuel load estimation along two post-fire chronosequences of *Pinus halepensis* Mill. forests in Central Greece. J For Res 2011 DOI 10.1007/s10310-011-0250-0. http://uaeco.biol.uoa.gr/files/PDF/papers_int/48_kazanis_et_al_2011. (Last access 11 July 2011)
- [2] Cerrillo R M N and Oyonarte P B. Estimation of above-ground biomass in shrubland ecosystems of southern Spain. Invest Agrar: Sist Recur For 15(2): 2006;197-207
- [3] Viana H, Fernandes P, Rocha R, Aranha J.: 2009 Alometria, Dinâmicas da Biomassa e do Carbono Fixado em Algumas Espécies Arbustivas de Portugal. Meeting proceedings in CD_ROM. Actas do 6º Congresso Florestal Nacional, Ponta Delgada, Açores; 2009.
- [4] AFN – Autoridade Florestal Nacional. Cartografia nacional de areas ardidadas entre 1990 e 2009. 2010. <http://www.afn.min-agricultura.pt/portal/dudf/cartografia>. (Last access in 25 July 2011).
- [5] Caetano M., Nunes V and Nunes A. CORINE Land Cover 2006 for Continental Portugal, Technical report, Instituto Geográfico Português. http://www.igeo.pt/gdr/index.php?princ=PROJECTOS/CLC2006&sessao=m_projectos. (Last access in 25 July 2011).
- [6] Caetano M., Araújo A, Nunes A, Nunes V and Pereira M. Accuracy assessment of the CORINE Land Cover 2006 map of Continental Portugal, Technical report, Instituto Geográfico Português. http://www.igeo.pt/gdr/index.php?princ=PROJECTOS/CLC2006&sessao=m_projectos. (Last access in 25 July 2011).
- [7] DGF – Direcção Geral das Florestas. Inventário Florestal Nacional. 3ª Revisão, Relatório Final. Direcção Geral de Florestas. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa; 2001.
- [8] AFN – Autoridade Florestal Nacional., Resultados do Inventário Florestal Nacional 2005/06. 2010. <http://www.afn.min-agricultura.pt/portal/ifn/> (Last access in 25 July 2011).
- [9] Viana H, Cohen BW, Lopes D, Aranha J. Assessment of forest biomass for use as energy. GIS-based analysis of geographical availability and locations of woodfired power plants in Portugal. Applied Energy 87(8): 2010; 2551-60.
- [10] Muukkonen P, Heiskanen, J. Biomass estimation over a large area based on stand wise forest inventory data and ASTER and MODIS satellite data: A possibility to verify carbon inventories. Remote Sensing of Environment 107: 2007; 617-24.
- [11] Agencia Portuguesa do Ambiente, 2011. Atlas Digital do Ambiente. <http://sniamb.apambiente.pt/webatlas> (Last access in 25 July 2011).
- [12] Central de Biomassa de Mortágua. http://www.energiasrenovaveis.com/html/energias/bio_projectos01.asp (Last access in 11 July 2011)
- [13] European Commission. BIOMASS - Green energy for Europe.: Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg; 2005.
- [14] Openshaw K. Biomass energy: employment generation and its contribution to poverty alleviation. Biomass and Bioenergy 34(3): 2010; 365-78.
- [15] Hillebrand B, Buttermann HG, Behringer JM, Bleuel M. The expansion of renewable energies and employment effects in Germany. Energy Policy 34(18): 2006; 3484-94.
- [16] Centro para a Biomassa e Energia - www.centrodabiomassa.pt

Agradecimento

Os autores gostavam de agradecer o apoio prestado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), sob a forma de uma bolsa de estudos SFRH/PROTEC/49626/2009 bem como ao CITAB (<http://www.citab.utad.pt>)