

ENERGIA EÓLICA: PANORAMA ACTUAL DA CAPACIDADE INSTALADA NA UNIÃO EUROPEIA

Edite Regueiro

Engenheira do Ambiente
Faculdade de Ciência e Tecnologia - UFP
10431@ufp.pt

Joana Silva

Finalista de Engenharia do Ambiente
Faculdade de Ciência e Tecnologia - UFP

Maria Alzira Dinis

Mestre Assistente
CEMAS, Faculdade de Ciência e Tecnologia – UFP

Nelson Barros

Professor Associado
CEMAS, Faculdade de Ciência e Tecnologia – UFP

RESUMO

Actualmente, é indiscutível a importância das energias ditas renováveis no contexto da produção mundial de energia, destacando-se, dentro destas, a energia eólica pelas suas inúmeras vantagens. Neste artigo descrevem-se as vantagens e desvantagens deste tipo de energia e apresenta-se uma discussão da evolução da potência instalada de acordo com os dados fornecidos pelos organismos correspondentes. Pretende-se, além disso, explicar a evolução da potência instalada na Europa e, mais especificamente, no caso de Portugal, explicar a baixa potência instalada tendo em conta o elevado potencial eólico disponível.

ABSTRACT

The importance of renewable energies in the context of the world energy production is nowadays unquestionable, namely in the case of the eolic energy, due to its specific advantages. In this paper, the advantages and disadvantages of this type of energy are described, and a discussion of the evolution of the wind power installed is presented according to the data published by the different organisms involved. It is intended to show and explain the evolution of the wind power capacity installed in the European Union. Finally, it is discussed the Portuguese specificity characterized by a low wind power installed despite the high eolic potential available.

1. INTRODUÇÃO

As necessidades energéticas da Humanidade são actualmente satisfeitas fundamentalmente a partir dos chamados combustíveis fósseis, como o carvão, o petróleo ou o gás natural. O problema destes recursos é que da sua combustão não só resultam subprodutos tóxicos e poluentes, como as suas disponibilidades são altamente limitadas, estando previsto para breve o seu esgotamento (Naturlink, 2006; Sateikis *et al.*, 2005; Dirección Generale de Energía y Transportes e Comisión Europea, 2004).

No caso específico de Portugal, a situação é ainda mais complicada uma vez que o nosso país não possui quaisquer recursos de petróleo ou gás natural e os recursos de carvão estão praticamente esgotados. Nestas condições, o país vê-se confrontado com a necessidade de desenvolver formas alternativas de produção de energia, nomeadamente, promovendo e incentivando a utilização dos recursos energéticos endógenos (Castro, 2005).

Embora nenhuma das fontes de energia renováveis possua, por si, a capacidade de satisfazer a 100 % as necessidades de consumo, a energia eólica é uma das que poderá ser aproveitada até ao máximo do seu potencial porque é uma energia limpa, *i.e.*, não causa poluição atmosférica (não produz dióxido de carbono, dióxido de enxofre ou óxidos de azoto responsáveis pelo “efeito de estufa” e pela “chuva ácida”) e não produz ou utiliza qualquer material radioactivo (Naturlink, 2006).

2. FUNCIONAMENTO DOS SISTEMAS EÓLICOS

O aproveitamento da energia eólica para produção de electricidade é feito recorrendo a aerogeradores de grande dimensão, os quais podem ser implantados em terra ou no mar e estar agrupados em parques ou isolados. As turbinas a vento podem ser usadas para produzir energia para uma simples habitação ou edifício, ou podem ser ligadas a uma rede de electricidade (Energy Efficiency and Renewable Energy, 2006).

Os aerogeradores são constituídos por uma torre metálica com uma altura que pode oscilar entre 30 e 80 m e por turbinas com duas ou três pás, cujos diâmetros de rotação se situam a uma altura idêntica à dos postes.

Um sistema eólico é constituído por vários componentes que funcionam de modo a proporcionar o máximo rendimento final. Com efeito, as turbinas a vento operam segundo um princípio muito simples. A energia do vento roda as suas duas ou três pás em volta do rotor. O rotor é ligado ao eixo principal, que roda um gerador para criar electricidade. As turbinas a vento são montadas numa torre de modo a captarem uma maior quantidade de energia. São montados a alturas adequadas (30 m a 80 m) de modo a aproveitar os ventos mais rápidos e menos turbulentos (Energy Efficiency and Renewable Energy, 2006).

As turbinas de última geração têm uma capacidade de produção de energia de 1,6-2 MW, encontrando-se em fase de teste turbinas de 5 MW. A velocidade mínima do vento necessária para entrarem em funcionamento ronda os 10-15 km/h e a velocidade de cruzeiro é de 50-60 km/h. Em caso de tempestade, as pás e o rotor

são automaticamente travados quando a velocidade de vento for superior a cerca de 90 km/h. Uma vez travado, o aerogerador pode suportar velocidades de vento de 200 km/h sem sofrer danos. Possuem ainda protecção contra raios e microprocessadores que permitem o ajuste continuado do ângulo das pás às condições de vento dominantes e a manutenção de um *output* de corrente eléctrica uniforme, condição esta muito importante quando se encontram ligados à rede de distribuição eléctrica (Energy Efficiency and Renewable Energy, 2006). Existem, também, sistemas híbridos, combinando aerogeradores eólicos com sistemas fotovoltaicos, diesel ou hídricos, podendo ou não possuir um sistema de armazenamento de energia (Angarita e Usaola, 2006; Denholm, 2006). Os sistemas híbridos são apenas usados para pequenas redes ou para aplicações especiais tais como para bombear água, recarregar baterias, dessalinização, etc. A sua capacidade ronda os 10-200 kW (Naturlink, 2006).

3. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DA ENERGIA EÓLICA

A fonte da energia eólica é o vento, que é um recurso limpo e inesgotável e que pode fornecer quantidades significativas de energia (Shata e Hanitsch, 2006). Tais vantagens explicam só por si o actual aumento da sua produção no mundo (Kenisarín *et al.*, 2006; Natural Resources Canada, 2006). No final do ano de 2004, os 47.000 MW de energia produzida pelos sistemas eólicos de produção eléctrica em todo o Mundo forneciam cerca de 92 TWh de electricidade, o correspondente às necessidades de Portugal e da Grécia em conjunto (Natural Resources Canada, 2006).

Por outro lado, a instalação de energia eólica utiliza tecnologia de custo relativamente baixo quando comparado com outros tipos de energia, mormente quando se instalam parques localizados em zonas rurais onde se encontram as melhores condições de vento. Como consequência, dependendo da localização destes parques, os custos associados podem ser ou não competitivos. Uma desvantagem associada com a localização é que, geralmente, as condições ideais para o estabelecimento deste tipo de parques se encontram em locais remotos, diminuindo a capacidade de competitividade face a outro tipo de energias (Denholm, 2006). Outra desvantagem é o custo inicial do investimento, que não é tão elevado noutras tecnologias que utilizam a energia dos combustíveis fósseis; contudo o seu retorno financeiro é alcançado a curto prazo (CCDR/Centro e SPEA, 2005).

Por outro lado, a energia eólica é uma energia intermitente que, ainda, não responde às necessidades energéticas das populações, uma vez que não pode ser armazenada (a menos que se utilizem baterias, ou sistemas mistos associados a barragens) e nem todos os tipos de vento podem ser utilizados para satisfação das necessidades energéticas (Energy Efficiency and Renewable Energy, 2006; Dirección Generale de Energía y Transportes e Comisión Europea, 2004). Assim, em regiões em que o vento não é constante ou a intensidade é fraca, obtém-se pouca energia e, quando ocorrem chuvas muito fortes, há desperdício da mesma. Além disso, estão associados impactos ambientais relacionados com o ruído, impactos visuais e impactos nas aves, entre outros. Este tipo de problemas pode ser resolvido através da melhoria das tecnologias existentes, da implementação de novas tecnologias e da escolha adequada da

localização dos parques (Energy Efficiency and Renewable Energy, 2006; Dirección Generale de Energía y Transportes e Comisión Europea, 2004).

4. UTILIZAÇÃO DA ENERGIA EÓLICA

A Europa é o líder Mundial da indústria da energia eólica, representando cerca de 72% da capacidade total instalada no Mundo. Os Estados Unidos têm, também, um poder eólico significativo, apresentando uma capacidade de 6.752 MW no final de 2004, tal como se pode visualizar na Figura 1.

Por fim, também a Índia se está a afirmar cada vez mais, apresentando uma capacidade instalada de 2.963 MW no final de 2004, tendo registado um crescimento de 863 MW nesse mesmo ano (European Wind Energy Association, 2006a, 2006b; European Commission, 2006).

No ano 2020 espera-se que a energia eólica permita:

- Satisfazer 12 % da procura de electricidade global no Mundo;
- A instalação de 1.245.030 MW;
- Um comércio anual de 80 biliões de euros;
- A implantação de 2,3 milhões de postos de trabalho;
- Evitar a emissão de 10.771×10^6 ton de CO_2 (acumuladas) (European Wind Energy Agency, 2006c, 2006d)

Na Figura 2 apresenta-se a potência instalada nos países europeus até Dezembro de 2005, a partir do que se pode concluir que ainda existem países pertencentes à União Europeia que apresentam uma potência instalada nula, tais como o Chipre. Por outro lado, existem países tais como a Alemanha, que apesar de não possuírem as melhores condições em termos de ventos, são fortes produtores deste tipo de energia (Hays, 2005).

Na Figura 3 apresenta-se um gráfico relativo à evolução da implantação de potência nos países europeus mais significativos em termos de geração de energia eólica. Para este efeito foram considerados os paí-

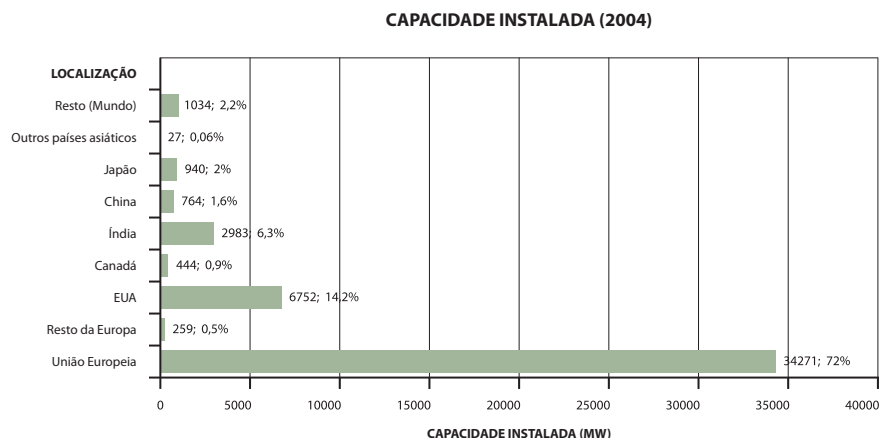


Figura 1: Distribuição da capacidade instalada no Mundo.

(Adaptado de European Wind Energy Agency, 2006a, 2006b).

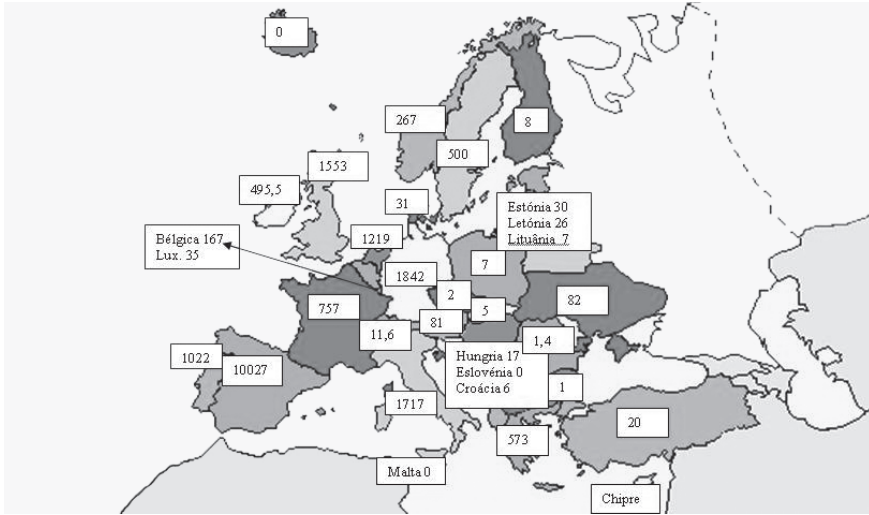


Figura 2: Potência acumulada em MW instalada na União Europeia em 2005.

(Adaptado de European Wind Energy Agency, 2006b)

ses que apresentam, na actualidade, uma potência instalada superior a 500 MW, tendo sido utilizados dados da European Wind Energy Agency (2006a, 2006b e 2006c) relativos aos anos 2003, 2004 e 2005.

De acordo com o gráfico pode concluir-se que a Alemanha e Espanha são os países

que apresentam uma maior capacidade de potência instalada, apresentando também os máximos crescimentos registados na Europa dos 25. Contudo, e apesar de isso não ser completamente perceptível no mesmo gráfico, é necessário ter em conta que os países que aderiram recentemente à União Europeia e os países que

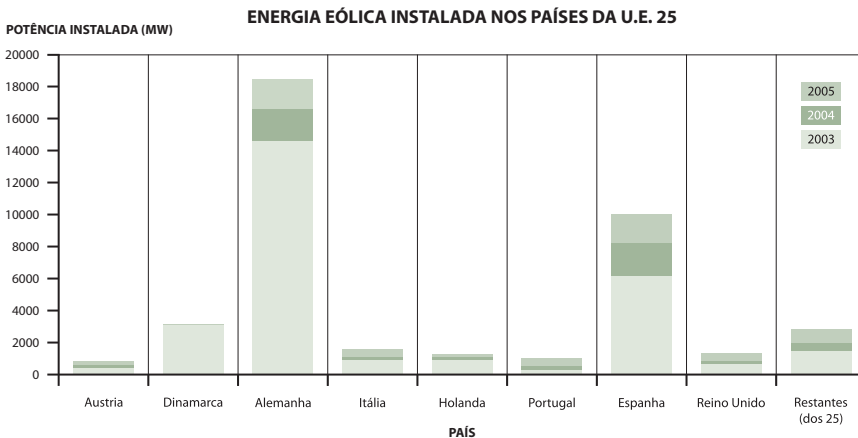


Figura 3: Potência (acumulada) instalada na União Europeia dos 25 até Dezembro de 2005.

(Adaptado de European Wind Energy Agency, 2006a, 2006b, 2006c).

se encontram actualmente em adesão/candidatura apresentam uma potência instalada muito baixa ou praticamente nula, sendo que alguns países (como por exemplo a Bulgária) apresentam uma evolução nula no ano de 2005. Isto significa que, apesar da Europa ser líder neste sector, existe um longo caminho a percorrer uma vez que alguns países Membros, ou potenciais Membros, da União Europeia praticamente não apostam neste tipo de energia.

5. UTILIZAÇÃO DA ENERGIA EÓLICA EM PORTUGAL

Desde há muito que existe em Portugal uma grande tradição de aproveitamento da energia eólica, pela via de transformação em energia mecânica, para fins de moagem de cereais e para bombear água. No entanto, esta tradição não se tem mantido ao longo do tempo, uma vez que Portugal não acompanhou o crescimento notável, em termos qualitativo e quantitativo, verificado na maioria dos países desenvolvidos nas décadas de oitenta e noventa (Direcção Geral de Energia – Ministério da Economia, 2002; ADENE/INETI, 2001).

No ano de 2005, assistiu-se a um elevado aumento da capacidade instalada, sendo que esta passou de cerca de 500 MW, no final de 2004, para cerca de 1.000 MW, no final de 2005 (European Wind Energy Agency, 2006a, 2006b; Castro, 2005). Este aumento parece resultar de um forte investimento na promoção das energias renováveis, incluindo a eólica. Segundo Rodrigues e Santos (2005), a publicação de um quadro legislativo em 2001 (Decreto – Lei n.º 312/2001 de 14 de Dezembro), veio catapultar a capacidade instalada em Portugal, de forma a ser atingida a

meta estabelecida para 2010 e que visa uma capacidade instalada de 3.750 MW. Presentemente, o mercado nacional é caracterizado pela presença de grandes fabricantes alemães e dinamarqueses (Rodrigues e Santos, 2005).

Relativamente a parques eólicos, e fazendo um breve resumo, o primeiro foi criado em 1988 na ilha de Santa Maria, nos Açores, mas actualmente a distribuição destas centrais abrange quase todo o território nacional com aproximadamente 1.000 MW de potência instalada até ao final de 2005 (European Wind Energy Agency, 2006b), 81 parques eólicos e 521 turbinas eólicas (Portal das Energias Renováveis, 2006). Cerca de metade dos parques eólicos (48 %) instalados em Portugal são pequenos, com potências que variam entre 1 a 10 MW, 31 % dos parques têm uma dimensão média, com potências entre 10 a 25 MW, existindo apenas um parque eólico com potência superior a 50 MW (Portal das Energias Renováveis, 2006).

As entregas à rede também têm evoluído de forma acentuada, com um máximo mensal, em 2005, de 284 GWh em Dezembro. De acordo com a Rede Eléctrica Nacional, S.A. (2006), a energia eólica representa cerca de 3,6% do consumo total de energia eléctrica no país.

Apesar do potencial do recurso energético *onshore* estar estimado em cerca de 4.800 MW, existe uma série de barreiras que dificultam o desenvolvimento da energia eólica em Portugal, tais como:

- **Ligação à rede:** o facto de, geralmente, os locais de maior potencial eólico se encontrarem em zonas remotas ou servidos por redes fracas, leva a que, muitas vezes, o escoamento de energia só

seja conseguido através da construção de novas linhas, resultando num aumento dos custos e podendo até inviabilizar a operação. A gestão da atribuição dos pontos de interligação é, também, muitas vezes, posta em causa, sendo bastante criticados os critérios de aceitação de pedidos e as potências atribuídas, bem como as condições de caducidade dos pontos concedidos.

- **Impacto ambiental:** as principais incidências ambientais habitualmente apontadas são o ruído, o impacto visual, a influência na fauna avícola e as interferências nas comunicações; no entanto, com a evolução tecnológica (diminuição do ruído produzido e turbinas mais potentes, com conseqüente menor número de unidades a instalar) espera-se que o impacto ambiental seja minimizado.

- **Procedimentos burocráticos:** De acordo com a ADENE/ INETI os trâmites administrativos de um projecto de energia eólica são complexos, burocráticos e morosos, envolvendo muitos organismos da Administração com critérios pouco explícitos e sem regras de organização entre os vários agentes envolvidos (ADENE/INETI, 2001).

Outra possibilidade de aproveitamento da energia eólica consiste nos parques offshore, sendo instalados ao largo da costa marítima, de modo a aproveitar os ventos fortes que caracterizam esta zona. Embora Portugal tenha uma larga costa marítima, não reúne as melhores condições para este tipo de parque eólico, uma vez que o mar é muito profundo a poucos metros da costa, o que dificultaria a implementação dos parques (AGENEAL, 2006).

6. CONCLUSÕES

A energia eólica apresenta variadas vantagens tais como o baixo custo de produção energética, o facto de ser uma energia limpa e a inesgotabilidade da sua fonte. A sua importância relativa, no contexto das diversas formas de produção de energia eléctrica, parece ser, contudo, limitada no tempo, estando dependente do surgimento de novas tecnologias que permitam a produção de energia a partir do vento de forma mais eficaz.

Relativamente à produção de energia eólica, a Europa é o líder mundial, correspondendo a sua produção a cerca de 72 % da produção global. Existem, no entanto, países pertencentes à União Europeia que apresentam um potencial nulo enquanto que outros países, com pouco potencial eólico, apresentam os maiores níveis de produção. O facto de países, como Portugal, terem boas condições de ventos mas apresentarem uma evolução reduzida relativamente a outros países com menor "potencial", significa que é necessário um maior esforço, por parte dos organismos correspondentes, para aproveitar as vantagens deste tipo de energia. A baixa evolução da capacidade instalada apresentada por Portugal, até 2004, deve-se essencialmente aos numerosos procedimentos burocráticos, aos impactos ambientais associados e às dificuldades de ligação à rede. Assim, apesar de Portugal ter duplicado, de 2004 para 2005, a sua capacidade instalada, existe ainda um grande esforço a realizar para alcançar a meta de 3.750 MW de potência instalada em 2010.

Pode dizer-se que mesmo considerando que a meta apontada será cumprida e que o desenvolvimento da energia eólica é importante no aumento da autonomia energética nacional, tal deverá ser acom-

panhado de medidas eficazes de redução de consumos e de apoio ao aumento da eficiência na utilização da energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADENE/ INETI (2001). Fórum – Energias Renováveis em Portugal – Relatório Síntese. [Em linha]. Disponível em http://www.energiasrenovaveis.com/docs/brochura_forum.pdf. [Consultado em 02/03/2006].

AGENEAL – Agência Municipal de Energia de Almada. [Em Linha]. Disponível em <http://www.ageneal.pt/>. [Consultado em 09/09/2006].

Angarita, J.M. e Usaola, J.G. (2006). Combining Hydro-Generation and Wind Energy: Biddings and Operation on Electricity Spot Markets. In: *Electric Power Systems Research. In Press*.

Castro, R. M. G. (2005). Energias Renováveis e Produção Descentralizada – Introdução à Energia eólica. [Em Linha]. Disponível em http://energia.ist.utl.pt/ruicastro/download/Eolica_ed2p1.pdf. [Consultado em 20/06/2006].

CCDR/Centro - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro; SPEA – Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves. (2005). Energia Eólica e Conservação da Avifauna em Portugal. [Em Linha]. Disponível em http://spea.pt/docs/energia_eolica_e_conservacao_da_avifauna_em%20Port_conclusoes.doc. Consultado em 22/06/2006].

Decreto – Lei n.º 312/2001 de 14 de Dezembro – Estabelece as disposições aplicáveis à gestão da capacidade de recepção de energia eléctrica nas redes do Sistema Eléctrico de Serviço Público, por forma a permitir a recepção e entrega de energia proveniente de novos centros electroprodutores do Sistema Eléctrico Independente.

Denholm, P. (2006). Improving the Technical, Environmental and Social Performance of Wind Energy Systems using Biomass-based Energy Storage. In: *Renewable Energy*, 31, Julho, pp. 1355-1370.

Direcção Geral de Energia – Ministério da Economia (2002). Energia Portugal 2001. [Em Linha]. Disponível em <http://www.energiasrenovaveis.com/docs/EnergiaPortugal2001.pdf>. [Consultado em 05/03/2006].

Dirección Generale de Energía y Transportes; Comisión Europea (2004). Electricidad Generada a Partir de Energías Renovables – Promoción de la Electricidad Verde en Europa. [Em Linha]. Disponível em http://europa.eu.int/comm/energy/res/publications/doc/2004_brochure_green_es.pdf. [Consultado em 04/03/2006].

Energy Efficiency and Renewable Energy - Department of Energy – United States (2006). [Em Linha]. Disponível em <http://www.eere.energy.gov/>. [Consultado em 03/03/06]

- European Commission (2006) Wind Energy: Objectives – Technology. [Em Linha]. Disponível em http://europa.eu.int/comm/energy/res/sectors/wind_energy_en.htm. [Consultado em 04/03/2006].
- European Wind Energy Association (2006a). Wind Power Installed in Europe by the End of 2004. [Em Linha]. Disponível em http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/graphs_maps_tables/europe_data_05_final.pdf. [Consultado em 03/03/06].
- European Wind Energy Association (2006b). Wind Power Installed in Europe by the End of 2005. [Em Linha]. Disponível em http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/statistics/2005statistics.pdf. [Consultado em 01/03/2006].
- European Wind Energy Association (2006c). The World Will Grow on Wind Power. [Em Linha]. Disponível em http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/adverts/advert_Bonn_may04.pdf. [Consultado em 05/03/2005]
- European Wind Energy Association. (2006d). Wind Power Targets for Europe: 75.000Mw by 2010. [Em Linha]. Disponível em http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/briefings/75gw.pdf. [Consultado em 05/03/2006].
- Hays, K. (2005). European Wind: Offering Growth amidst Diverse Market Conditions. *In: Refocus*, 6, Março-Abril, pp. 30-35.
- Kenisarin, M., Karsli, V.M., Çađlar, M. (2006). Wind Power Engineering in the World and Perspectives of its Development in Turkey. *In: Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 10, August, pp. 341-369.
- Naturlink (2006). [Em Linha]. Disponível em <http://www.naturlink.pt>. [Consultado em 04/03/2006].
- Natural Resources Canada (2006). Technologies & Applications – About Wind Energy. [Em Linha]. Disponível em http://www.canren.gc.ca/tech_app/index.asp?Cald=6&PgId=232. [Consultado em 28/06/2006].
- Portal das Energias Renováveis. [Em Linha]. Disponível em <http://www.energiasrenovaveis.com>. [Consultado em 02/03/2006].
- Rede Eléctrica Nacional, S.A. (2006). A Energia Eólica em Portugal. [Em Linha]. Disponível em <http://www.ren.pt/content/106A9D8BDBF446D890DA47F0D817B5C8.PDF>. [Consultado em 20/06/2006].
- Rodrigues, D. e Santos, A. (2005). Energia Eólica – Que futuro? Tecnologia & Qualidade, (Série III/ n.º 54/ Outubro/ Dezembro). [Em Linha]. Disponível em <http://www.isq.pt/images/PDF/tq54.pdf>. [Consultado em 22/06/2006].
- Sateikis, I., Lynikiene, S, e Kavolelis (2005). Analysis of Feasibility on Heating Single Family Houses in Rural Areas by Using Sun and Wind Energy. *In: Energy and Buildings*, 38, pp. 695-700.
- Shata, A.S.A. e Hanitsch, R. (2006). Evaluation of Wind Energy Potential and Electricity Generation on the Coast of Mediterranean Sea in Egypt. *In: Renewable Energy*, 31, pp.1183–1202.