

Metodologia de desenvolvimento de uma base de dados do potencial eólico em Portugal em ambiente SIG

T.Simões; P. Costa; P. Guerreiro; J. Teixeira; J. Rio; A. Estanqueiro
INETI – Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial.
DER – Departamento de Energias Renováveis
Estrada do Paço do Lumiar, 1649 - 038 Lisboa Codex, PORTUGAL
Tel.: +351 21 712 7202/7237, Fax: +351 21 712 7195
teresa.simoes@mail.ineti.pt; www.ineti.pt

Resumo: A fase de planeamento de um parque eólico pressupõe um trabalho exaustivo e dispendioso tornando-se, em alguns casos, desmotivante para os potenciais investidores, face aos elevados custos das tecnologias e metodologias de análise a que se torna necessário recorrer. Para além dos modelos numéricos de base, o estudo da energia disponível num local exige o tratamento de informação diversa verificando-se, por vezes, a sua duplicação, dispersão e um elevado tempo e custo de análise e tratamento. Tendo como referência a base de dados do potencial energético do vento em Portugal desenvolvida pelo INETI (Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial) – EOLOS, pretende-se proceder ao alargamento do seu âmbito e integração da informação num Sistema de Informação Geográfica (SIG), solução mais adequada à centralização do manuseamento dos dados e modelos, interactividade da sua utilização, bem como à sua posterior divulgação.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o número de projectos de exploração de energia eólica em Portugal tem vindo a aumentar de forma marcante justificando o facto de este país apresentar características globalmente favoráveis ao aproveitamento desta forma de energia. Apesar deste crescimento, existem ainda regiões com potencial que carecem de caracterização. Estudos recentes permitem apresentar uma estimativa de energia disponível superior a 2500 MW considerando um cenário moderado no que diz respeito a restrições ambientais com um cenário de produção de aproximadamente 2500 horas à potência nominal de uma turbina standard.

Com a ratificação do protocolo de Kyoto, Portugal assumiu o compromisso de aumentar a capacidade instalada a partir de fontes de energia renovável de 310 MW em 2001 para mais de 2500 MW em 2010. O aparecimento de novas tarifas e incentivos publicados no final de 2001 (DL. 329/01) veio abrir caminho para que a potência instalada seja multiplicada por 20 nos próximos 10 anos.

Dado que um grande número de empresas privadas e institutos públicos se dedicam já a medir e caracterizar o vento no nosso país, um grande investimento está já a ser feito nesta área. O trabalho do INETI – visando incentivar e acelerar o desenvolvimento da energia eólica em Portugal – teve início com uma base de dados do potencial eólico em Portugal – EOLOS finalizado e publicado em Setembro de 2000 que esteve na base de mais de 400 MW de parques eólicos já em estudo neste momento. Tendo com base o sucesso da primeira edição da base de dados EOLOS, o INETI iniciou a construção de uma nova base de dados, com o principal objectivo desenvolver uma ferramenta que permita a selecção de novos locais favoráveis ao aproveitamento de energia eólica e também reduzir o enorme investimento inicial necessário aos projectos de parques eólicos especialmente os de média e pequena capacidade para os quais estes custos são mais relevantes.

A enorme quantidade de informação necessária à selecção e caracterização do potencial do vento, tem a característica comum de poder ser representada na forma de mapa. Assim, efectuaram-se contactos com empresas promotoras de parques eólicos e também outras instituições I&D por forma a obter dados de vento e outro tipo de informação constituindo assim um ponto de partida para a construção do novo projecto de base de dados, desta vez programada num sistema de informação geográfica. O mapeamento do recurso energético do vento e restrições locais num sistema de informação geográfica, parece assim, ser a forma mais adequada ao manuseamento e processamento da informação com o objectivo de identificar novos locais de uma forma acessível para qualquer utilizador.

Neste artigo, apresenta-se a metodologia de construção desta base de dados – processamento e mapeamento dos dados. Para ilustrar alguma da informação que constituirá este trabalho, apresenta-se também um caso em estudado para a região do sudoeste algarvio.

2. METODOLOGIA

Sendo o objectivo deste trabalho a selecção e caracterização de novos locais para a instalação de parques eólicos, torna-se necessário reunir um grande e diversificado conjunto de informação. Esta informação vai desde os dados de vento até á identificação de restrições ambientais, passando pela existência de rede eléctrica com capacidade disponível para ligação. Desta forma, este trabalho foi estruturado em três fases de igual importância. Começou-se por reunir informação topográfica e dados de vento em locais que, à primeira vista, pudessem ser de interesse do ponto de vista do potencial energético do vento e que pudessem ser representativos de uma determinada região, informação disponível sobre restrições ambientais e também sobre a rede eléctrica nacional. Numa segunda fase toda a informação foi processada por forma a gerar diversos mapas representativos do recurso energético do vento na região e, por fim, numa terceira fase, toda a informação recolhida e gerada foi inserida num sistema de informação geográfica por forma obter as áreas óptimas para a exploração desta forma de energia renovável.

2.1 Recolha de informação

2.1.1 Dados de vento

Os dados de vento utilizados neste trabalho foram recolhidos de estações anemométricas instaladas em várias regiões do país e operadas pelo INETI (cujos dados não são contratualmente confidenciais) esperando-se, no futuro, a colaboração de instituições de I&D que se dedicam a este tipo de estudos, bem como de mais empresas dedicadas à exploração da energia eólica no nosso país.

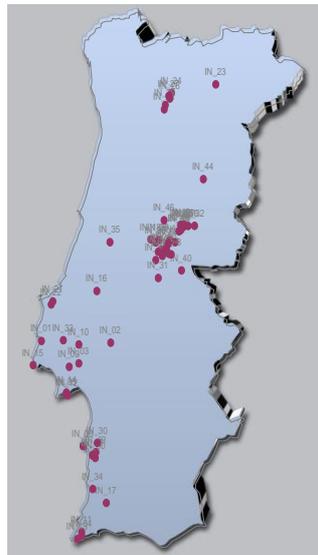


Figura 1 – Estações anemométricas operadas pelo INETI.

Para que uma série de vento seja representativa de um determinada local, a campanha experimental aí realizada deve ter uma duração mínima de 12 meses consecutivos, preferencialmente, sem a ocorrência de falhas de operação das mesmas para que se possam avaliar factores essenciais, tais como:

- variação sazonal do vento
- locais com condições atmosféricas muito severas – malfuncionamento e gelo nos sensores;
- variabilidade inter-anual do vento.

Após recolha dos dados de vento, estes são sujeitos a um apertado controle de qualidade por forma a validar e preparar as séries e conseguir uma correcta avaliação do potencial energético do vento.

A ocorrência de falhas nos dados é, infelizmente, mais frequente do que seria desejável e pode ser originada por diversos motivos tais como, deficiências no sistema de aquisição, cabos danificados, erros no software de leitura e registo, mau funcionamento dos sensores, descargas atmosféricas, entre outros. A detecção e correção das falhas de dados é necessariamente feita através de uma inspeção e visualização rigorosas das séries de vento antes de serem utilizadas nos estudos.

No que diz respeito à direcção e velocidade do vento, a inspeção automática das séries é feita através da passagem por filtros e construção de gráficos:

- rosa de ventos: detecção de mau funcionamento dos sensores de direcção;
- histograma: detecção de valores anómalos da velocidade (muito altos ou muito baixos);
- perfis diários da velocidade: detecção de variações anómalas da velocidade em altitude ou valores correspondentes a regimes atípicos do escoamento atmosférico;
- outros ferramentas que permitem a detecção de erros na sequência temporal dos registos.

Quando são detectados erros, a sua recuperação é feita através da aplicação de ferramentas estatísticas (coeficientes de correlação, leis de regressão, etc.). Os dados, são então, re-validados repetindo todo o processo.

2.1.2 Caracterização geográfica

A caracterização do potencial eólico num determinado local ou região, implica necessariamente, uma descrição o mais fiel possível das características do terreno em questão, que circunda quer o mastro anemométrico, quer o potencial local de implantação de um parque eólico, através do mapeamento do terreno (orografia e rugosidade). Os mapas são normalmente digitalizados em formato vectorial. A área de digitalização deve ter no mínimo 5km x 5km em redor do mastro anemométrico. Dado que a maioria dos locais de interesse em Portugal são extremamente complexos, é por vezes necessário alargar estas áreas por forma a poder contar com elementos topográficos que possam influenciar o escoamento atmosférico na região de interesse. A cartografia utilizada para este efeito é normalmente pertencente às escalas 1:25 000, 1:50 000 e nalguns casos 1:250 000 (para regiões extensas).

Para além do terreno torna-se necessário também caracterizar a rugosidade local. Para tal efectua-se visitas ao local por forma a poder esboçar no local as manchas rugosas existentes. Os mapas finais são depois digitalizados em mesa digitalizadora ou em ecrã, com base nos esboços e notas tiradas no local bem como em fotografias tiradas nos 12 sectores de direcção. Os dois tipos de mapa – orografia e rugosidade – são depois integrados por forma a obter um só mapa com toda a informação. No caso presente, dado que a área a caracterizar é muito extensa, é impossível construir mapas de rugosidade para toda a região a caracterizar apenas com base em visitas aos locais dos mastros. Desta forma, as regiões são caracterizadas do ponto de vista da rugosidade, através de informação disponível sobre a vegetação e uso do solo. Os obstáculos ao escoamento que possam ter importância para a caracterização do escoamento atmosférico são também descritos e classificados quanto à sua porosidade.

2.1.3 Restrições

A selecção de áreas favoráveis à exploração de energia eólica, dependem, para além da existência de vento, de outras características da região de interesse. São estas, a existência de rede eléctrica e a sua capacidade, restrições do foro ambiental, utilização do solo e acessibilidade. Desta forma, estas restrições são também mapeadas por forma serem programadas no sistema de informação geográfica (figura 2).

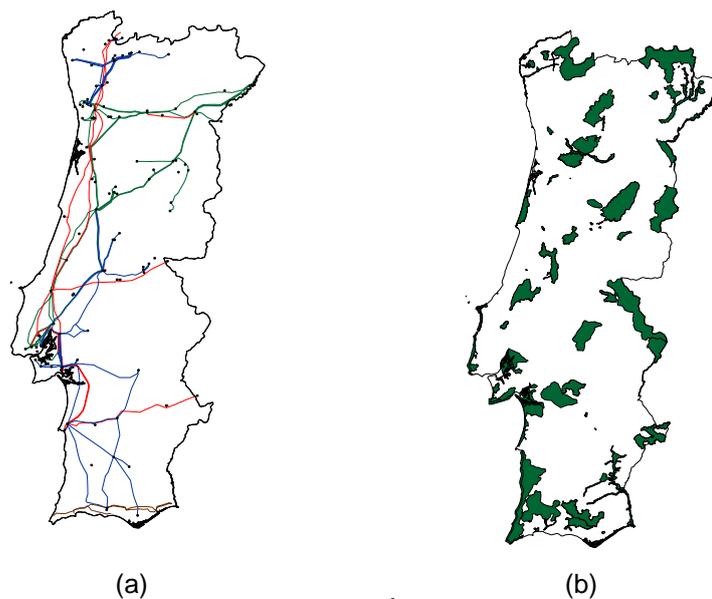


Figura 2 – (a) Rede eléctrica nacional (fonte *REN*), (b) Áreas protegidas (fonte *ICN* <http://snig.igeo.pt/>)

Por vezes, este tipo de informação, para além de ser difícil de reunir, encontra-se em formatos de difícil leitura. Desta forma a melhor solução é a transformação dos mapas em formato raster e a sua georeferenciação e digitalização como é o caso da rede eléctrica nacional utilizada neste trabalho.

2.2 Mapeamento do recurso

Após se terem preparado os dados de vento de um determinado local e a respectiva descrição geográfica estão reunidas as condições para determinar o recurso disponível na região de interesse. A avaliação do potencial eólico utilizou-se o software *WA^{SP}* – *Winda Atlas Analysis and Application Program* [1], também utilizado no Atlas europeu de Vento [2]. A escolha deste software reside no facto de os seus algoritmos de cálculo permitirem considerar a orografia, rugosidade e presença de obstáculos no terreno onde se encontra o mastro e na área a caracterizar.

Os resultados obtidos por aplicação deste software, permitem construir mapas de recurso (velocidade do vento, fluxo de potência incidente, energia produzida por um aerogerador standard e respectivas *NEP's*¹, que irão posteriormente ser inseridos no sistema de informação geográfica na forma de “camadas”. Estes mapas são gerados na forma vectorial e sempre no mesmo sistema de coordenadas para facilitar o seu manuseamento e a composição de vários “*outputs*” num mapa global de uma determinada região.

2.3 Programação do SIG

No sistema de informação geográfica, vão ser introduzidos todos os mapas gerados e recolhidos nas fases anteriormente descritas devidamente georeferenciados e formatados. Para além dos mapas recorre-se ainda a tabelas de informação que possa de alguma forma ser importante para a selecção dos locais, como por exemplo, uma base de dados referindo a capacidade da rede eléctrica em cada nó de ligação. Após introduzida toda esta informação, estão reunidas as condições para o processo de programação da base de dados permitindo, assim, dar início às consultas necessárias para obter as áreas desejadas – favoráveis à instalação de parques eólicos de acordo com os filtros introduzidos. Os critérios de selecção a estabelecer prendem-se com o potencial eólico, as condições da rede eléctrica, utilização do solo e restrições ambientais. O potencial eólico é representado através de vários mapas temáticos – velocidade do vento, fluxo de potência incidente, energia produzida e *NEP's*. Os pontos de ligação à rede eléctrica e a respectiva capacidade são assuntos vitais que não dependem da avaliação técnica do projecto mas que têm peso suficiente para o parar, adiar ou acelerar. O mapeamento da rede eléctrica neste trabalho, é assim de grande importância, bem como a capacidade existente nos pontos de inter-ligação.

¹ Número de horas equivalentes à potência nominal

Um projecto de um parque eólico depende também fortemente das restrições ambientais na região de interesse e nos resultados dos estudos de impacto ambiental. Assim, o mapeamento das áreas restritas do ponto de vista ambiental permite saber o grau de detalhe que tem que ser introduzido nos estudos de impacto ambiental, ou mesmo as zonas interditas a este tipo de projecto.

Os critérios de selecção a considerar para obter locais óptimos para a instalação de parque eólicos são:

- disponibilidade do terreno e classificação do uso do solo adequada;
- existência de potencial eólico favorável (conforme as tarifas de 2001)
 - o velocidade média do vento na altura do rotor da turbina
 - o fluxo de potência incidente na altura do rotor da turbina
 - o NEP's
- locais de preferência perto de pontos de ligação com capacidade suficiente para ligar a potência desejada
- locais fora de áreas protegidas ambientalmente.

As zonas de interesse para a instalação de parques eólicos resultam, pois, da intersecção de toda esta informação após o estabelecimento dos critérios de selecção.

3. EXEMPLO DE APLICAÇÃO: O BARLAVENTO ALGARVIO

Para ilustrar de forma simples a informação a ser introduzida no sistema de informação geográfica, seleccionou-se uma área na zona do sudoeste algarvio e utilizaram-se dados correspondentes a uma estação anemométrica de longo termo situada nesta região em operação desde 1991. Esta estação anemométrica encontra-se instalada numa zona de orografia complexa e rugosidade baixa com coordenadas (UTM DLx, m) (133175,13194), apresentando-se a sua localização na figura 3b.

A altimetria foi obtida com base em cartografia 1:250 000 e a rugosidade existente foi digitalizada manualmente e baseada em informação recolhida no local de instalação do mastro anemométrico e também na informação constante no mapa cartográfico base por forma a representar as áreas mais afastadas.

Mapeamento do recurso

O mapeamento do recurso energético do vento do local foi feito com base nos *outputs* do software WasP. Para o efeito, geraram-se mapas de distribuição espacial da velocidade média do vento, fluxo de potência incidente e NEP's, com base nos dados medido e transpostos para uma altura standard do rotor de uma turbina (h=60m) (figuras 3 e 4).

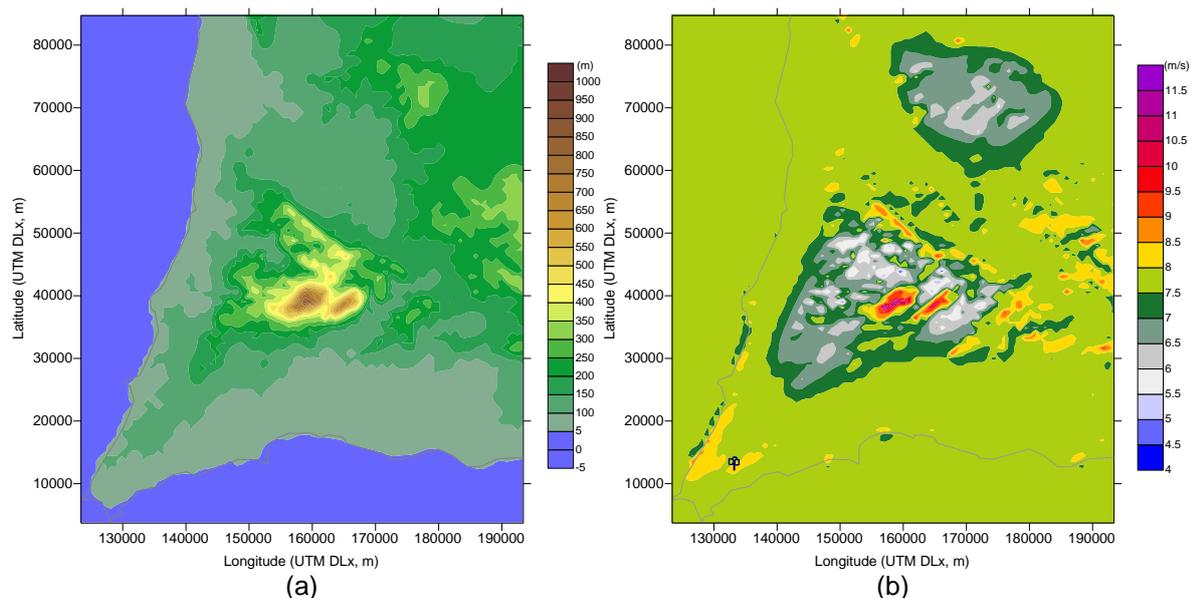


Figura 3 - (a) Mapa de terreno; (b) Mapa de distribuição da velocidade (60m).

A estação anemométrica utilizada (IN-04) apresenta um valor de velocidade média de longo termo do vento de 7.89 m/s, o que permite concluir, por análise da figura 3b, que o erro de estimativa se encontra abaixo dos 2%.

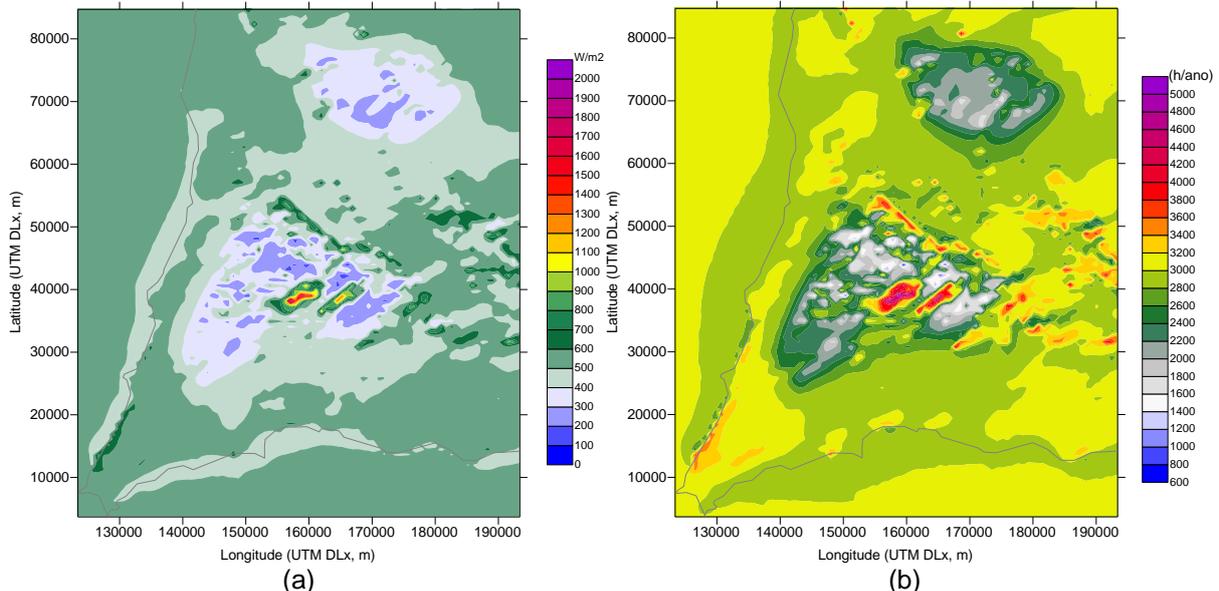


Figura 4 - (a) Distribuição espacial do fluxo de potência incidente, e do (b) parâmetro NEP's.

Os mapas apresentados nas figuras anteriores, permitem a detecção de várias zonas favoráveis à instalação de parques eólicos. É no entanto de referir que, nalguns pontos, em especial nos de cota mais elevada, os valores apresentados poderão estar ligeiramente sobre-estimados devido a limitações do software utilizado. Outro factor de desvio consiste no espaçamento da malha de análise (100m), poder ser demasiado elevado para a representação de pequenas elevações.

Mapeamento da rede eléctrica nacional e das restrições ambientais

No que diz respeito às restrições do ponto de vista ambiental, a área seleccionada para este estudo encontra-se bastante limitada tal como se pode ver na figura 5a. Também a rede eléctrica nesta região é unicamente constituída por algumas linhas em antena (figura 5b), sendo que estas duas restrições terão que tomar especial importância na selecção das zonas óptimas para a instalação de parques eólicos.

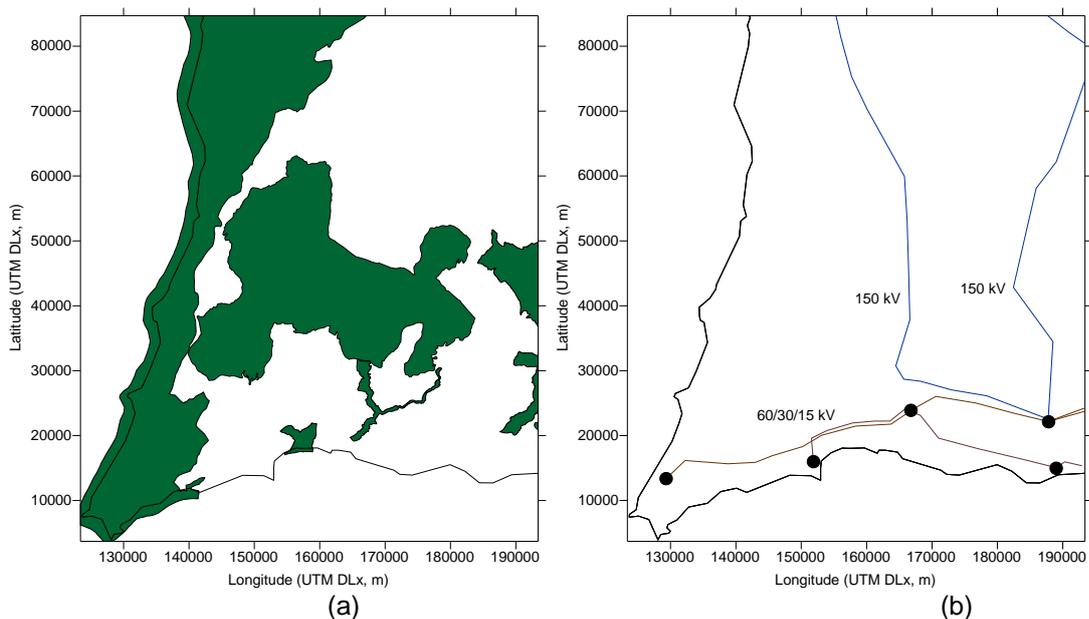


Figura 5 – (a) Áreas protegidas e (b) rede eléctrica na região em estudo.

Por forma a ilustrar a operação do sistema e seleccionar algumas das zonas mais interessantes do ponto de vista do aproveitamento eólico sobre os critérios de selecção descritas neste documento, efectuaram-se algumas consultas com base nos mapas de distribuição da velocidade do vento, fluxo de potência incidente e NEP's. Para tal, consideraram-se as seguintes condições iniciais:

- valores de velocidade > 7.0 m/s;
- valores de fluxo de potência incidente > 500 W/m², e
- valores de NEP's > 2500 h/ano.

O resultado da consulta apresenta-se na figura 6a, onde as zonas com valor igual a 1 representam as com potencial favorável à instalação de parques eólicos e as com valor igual a zero representam as áreas desfavoráveis.

Por forma a representar as exclusões do ponto de vista ambiental efectuou-se ainda outra consulta, considerando este tema. Desta forma, obtiveram-se numa primeira análise as zonas óptimas para a instalação de parques eólicos na área em estudo onde se sobrepôs a rede eléctrica existente (figura 6b).

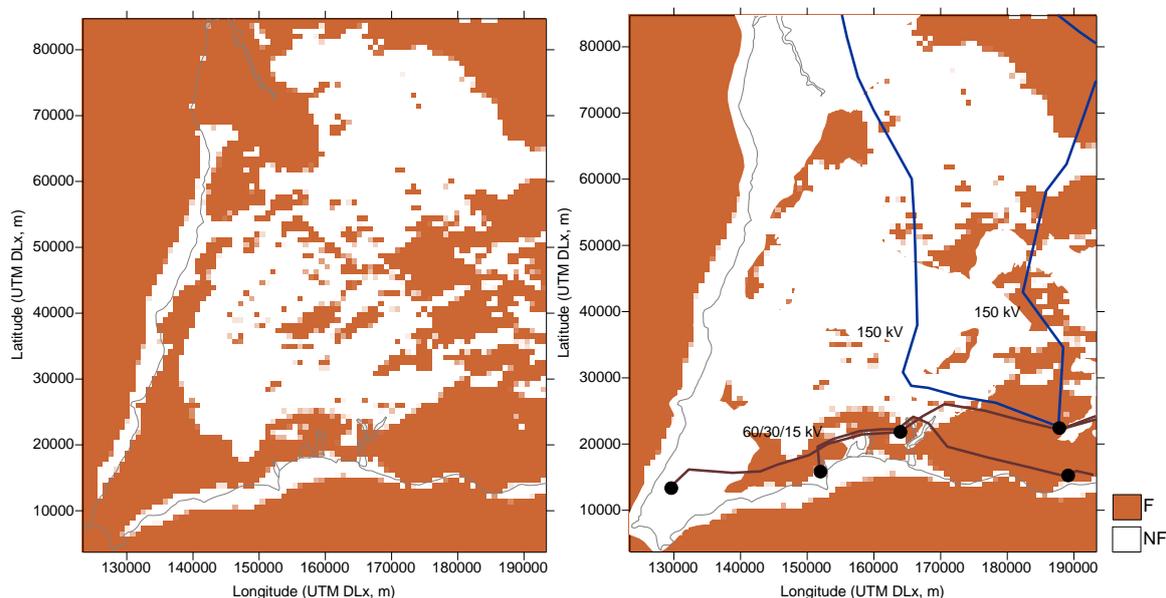


Figura 6 – (a) Resultados das consultas efectuadas e (b) áreas favoráveis à instalação de parques eólicos .

Os temas considerados neste exemplo apesar de evidenciarem já algumas áreas interessantes do ponto de vista do potencial eólico, são ainda insuficientes, uma vez que neste tipo de estudos devem ser consideradas outras condições tais como as acessibilidades e a ocupação do solo.

4. CONCLUSÕES

Apesar de nos últimos anos o investimento em parques eólicos ter sofrido um grande aumento, os promotores de energias renováveis enfrentam enormes dificuldades quando iniciam os seus projectos. São disso exemplos a falta de capacidade da rede eléctrica e a morosidade de análise dos estudos de impacte ambiental. A nova legislação e os programas/incentivos incluídos vieram certamente melhorar esta situação, não estando, no entanto, ainda confirmado a total capacidade de cumprimento das directivas europeias para o ano 2010.

Neste trabalho, apresentou-se uma metodologia para o desenvolvimento de uma base de dados do potencial energético do vento em Portugal. Esta é programada num sistema de informação geográfica e tem como principal objectivo reduzir os custos do investimento inicial e o tempo de implementação dos projectos de parques eólicos, apresentando novos locais favoráveis à exploração deste tipo de energia renovável e contribuir para o desenvolvimento da energia eólica no nosso país.

Apesar de não terem sido introduzidos neste estudo dados relativos ao uso do solo, rede viária e outras condições necessárias a este tipo de análise, o caso apresentado é um exemplo fiável da aplicação dos sistemas de informação geográfica às energias renováveis e em particular à energia eólica, tendo sido identificadas várias áreas favoráveis ao aproveitamento eólico na região em estudo.

Por forma a incluir mais regiões no sistema de informação geográfica encontram-se já outros mapas em construção. Também, para futuros desenvolvimentos deste trabalho, estão em desenvolvimento outras metodologias baseadas em modelos de meso-escala por forma a obter estimativas mais precisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Mortensen, N. G.; L. Landberg; I. Troen; E. L. Petersen, *Wind Atlas Analysis and Application Program (WAsP), Vol. 1: Getting Started*, Riso National Laboratory, January 1993.

[2] Troen, I.; E. L. Petersen, *European Wind Atlas*, Riso National Laboratory, 1989.

[3] Hiester, T.R., W.T. Pennell, *The Siting Handbook for Large Wind Energy Systems*, Windbooks, Maio 1983.

[4] Burrough, P. A., *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Clarendon Press, Oxford, 1992.

[5] Sorensen, B., *GIS Management of Wind Resource Data*, 1999 European Wind Energy Conference, Nice, France, pp1124-1127.

[6] Simões, T., A. Estanqueiro, *EOLOS – Base de dados do potencial energético do vento em Portugal*, (CD-ROM), INETI/DER, Setembro 1999.