

# Eólica

## **Energias Renováveis em Portugal**

**Coordenador:** Álvaro Rodrigues, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
**Relator:** Ana Estanqueiro, Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial

### **ÍNDICE**

1. Introdução **192**
2. Energias renováveis e ambiente **192**
3. Energias renováveis no sector produtor de electricidade **193**
4. A Directiva comunitária **193**
5. A energia eólica na Europa e no Mundo **194**
6. Situação em Portugal **196**
7. O programa E4 **196**
8. A contribuição do vento **197**
9. Potencial eólico **197**
10. Competências nacionais **198**
11. Ligação dos parques eólicos à rede eléctrica **199**
12. Venda da energia e tarifário **203**
13. Problemática ambiental da instalação de parques eólicos **204**
14. Procedimentos administrativos **208**
15. Perspectivas futuras **208**
16. Considerações finais **209**

### **ANEXOS**

- I. Impacte nos consumidores do actual tarifário (ERSE, Nov. 2001) **209**

### 1. INTRODUÇÃO

Com a elaboração do presente relatório encerram-se as actividades do Grupo Temático "Energia Eólica", criado no âmbito do FORUM "Energias Renováveis em Portugal", iniciativa conjunta do Gabinete do Secretário de Estado Adjunto do Ministro da Economia, do INETI - Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, da DGE - Direcção Geral de Energia e da ADENE - Agência para a Energia.

Com o FORUM já em curso, tiveram lugar importantes modificações na equipa governamental que tinha a cargo os assuntos da energia. Na sequência desse facto verificaram-se grandes alterações no panorama das energias renováveis em Portugal. O Governo, que entretanto cessou também já funções, procedeu ao lançamento do Programa E4, e publicou legislação que afectou de forma significativa, e no sentido positivo, as perspectivas de crescimento da utilização das fontes renováveis de energia no país, com particular destaque para a eólica.

Alguns dos aspectos que constituíam preocupação dos agentes envolvidos nestes processos terão sido já objecto de tratamento pelas entidades competentes e as respectivas soluções encontradas ou, pelo menos, dados passos significativos nesse sentido. Muitas das sugestões aventadas nas primeiras reuniões do Grupo Temático foram objecto de conversas informais entre alguns dos seus elementos e a equipa governamental e da Direcção Geral de Energia. Os resultados das reflexões do FORUM foram também sendo transmitidos, e as alterações legislativas entretanto produzidas tiveram já em atenção várias das preocupações por essas e outras vias manifestadas.

As ocorrências atrás mencionadas e, em certo sentido, o tempo decorrido entre o lançamento do FORUM e das actividades dos grupos e aquele em que se elabora este relatório, retiram-lhe alguma pertinência e dificultam seriamente a sua escrita. Ainda assim, foi julgada importante a sua elaboração, esperando-se que possa resumir os aspectos essenciais relacionados com a utilização da energia eólica enquanto fonte primária de energia, com particular aptidão para a produção de electricidade, e realçar a importância do seu aproveitamento no actual contexto nacional e europeu.

### 2. ENERGIAS RENOVÁVEIS E AMBIENTE

A questão do efeito de estufa e do aquecimento global, com todas as consequências dele decorrentes, é central entre as preocupações científicas dos nossos dias e, pelo menos desde o Protocolo de Quioto, passou também a sê-lo para decisores e políticos. Confrontados com a eventualidade de virem a ser responsabilizados pelos efeitos da utilização da atmosfera como vazadouro dos resíduos e produtos resultantes do incorrecto uso dos recursos disponíveis, alguns governos, sobretudo os europeus, deram sinais claros de inquietação. Com particular destaque emergem as questões relacionadas com as políticas energéticas, sendo certo que a extracção de combustíveis fósseis, o transporte, a conversão e a utilização final da energia, estão entre os principais factores responsáveis pelos fenómenos que, a prazo não muito distante, poderão conduzir a apreciáveis alterações climáticas.

A problemática da utilização dos recursos energéticos é vasta, sendo muito diversos os temas em discussão no que, por vezes, se chama de "dilema energético das sociedades modernas". Em síntese, trata-se da procura dos equilíbrios entre os interesses do desenvolvimento económico, indissociável da utilização da energia, e a preservação ambiental, no sentido em que aqueles não deverão hipotecar a qualidade de vida das gerações futuras, destruindo hoje o que não é recuperável em tempo útil para suprir as suas necessidades. É neste contexto, de onde emerge como fundamental a questão da sustentabilidade das opções energéticas, que se coloca a possibilidade de as energias renováveis assumirem, num futuro próximo, em alguns sectores, um papel de relevo. Noutros parece incontornável a continuidade da utilização das fontes convencionais, embora também aí as práticas e as tecnologias tenham que ser urgentemente revistas.

É claro que a utilização de fontes renováveis de energia tem, por sua vez, impactos de natureza ambiental, razão pela qual certas organizações de defesa do ambiente manifestam reservas à implantação de alguns projectos, com o argumento de que muito há ainda a fazer no domínio da poupança e da utilização racional da energia. Sem que haja dúvidas acerca da importância transcendente que a implementação de medidas de aumento da eficiência das tecnologias energéticas, e da melhoria das práticas, quer industriais, quer nos serviços, quer domésticas, da utilização da energia enquanto bem escasso, não parece que



tais medidas possam ser exclusivas. Pelo contrário, a diversidade de situações que, deste ponto de vista, nos é dado observar, mostra claramente que o fomento do recurso a fontes renováveis de energia é uma atitude que pode contribuir decisivamente para minorar problemas ambientais, sendo também diversos os benefícios a colher a outros níveis, como sejam o político e o sócio-económico.

### 3. ENERGIAS RENOVÁVEIS NO SECTOR PRODUTOR DE ELECTRICIDADE

Um dos sectores onde as energias renováveis podem desempenhar um papel muito importante, por ser ele próprio um dos que contribui fortemente para os problemas ambientais, designadamente o efeito de estufa, é o da produção de electricidade. A opção nuclear parece ser, pelo menos nas próximas décadas, pouco provável, embora actualmente se assista a um retomar do tema. O gás natural veio diminuir, mas não eliminar, os inconvenientes da queima de combustíveis fósseis. A incorporação de fontes renováveis, reduzindo o peso das centrais térmicas no sistema produtor eléctrico, aparece assim como uma das medidas de grande importância na prossecução do objectivo de reduzir as emissões gasosas, visando o cumprimento do estabelecido em Quioto.

Vários são os países, e Portugal é um deles, em que as energias renováveis, normalmente através de grandes aproveitamentos hídricos, constituem já uma parcela significativa dos recursos utilizados na geração de electricidade. Não obstante, o aumento dos consumos e os problemas já referidos da utilização de outras fontes apontam para a necessidade de promover o reforço dessa contribuição. Por sua vez, os problemas ambientais associados à construção dos grandes

aproveitamentos hidroeléctricos, a escassez de locais com características apropriadas e a crescente sensibilidade às questões da utilização da água, ela também um bem cada vez mais escasso, fazem com que não se possa esperar desse lado uma evolução significativa. De entre as outras opções com viabilidade técnica e maturidade suficiente para poderem ser utilizadas em escala que ultrapasse a da demonstração da tecnologia, surgem a mini-hídrica e a eólica. Um dos aspectos positivos destas opções é a possibilidade de a elas poderem aderir promotores e investidores sem vínculo ao sistema convencional de produção, ou seja, fora da esfera das grandes empresas de produção e, em alguns casos, também de transporte e distribuição de energia eléctrica.

No conceito de produção independente, foi pelos aproveitamentos hídricos de pequena escala, de potência inferior a 10 MW, que em Portugal se iniciou a incorporação das fontes renováveis de energia. A uma década de crescimento muito interessante, a de 90, em que se instalaram cerca de duas centenas de MW, sucede-se actualmente uma fase de estagnação em que, para além de algumas barreiras comuns também à energia eólica, prevalecem dificuldades de carácter ambiental, sendo raros os locais onde se prevê a possibilidade de, a curto prazo, promover novos projectos. A energia eólica, só a partir de 1996, com a instalação do primeiro parque de capacidade apreciável, 10 MW, começou a ser encarada como uma possibilidade a ter em consideração, embora a sua expressão continue a ser reduzida, com apenas cerca de 125 MW em funcionamento no final de 2001.

### 4. A DIRECTIVA COMUNITÁRIA

A Directiva Comunitária para a promoção da electricidade gerada a partir de fontes renováveis de energia veio relançar a discussão em torno da utilização dessas fontes, sobretudo na medida em que, dos planos técnico e científico nos quais os assuntos vinham sendo debatidos, se passa agora claramente para o plano político. É só por si esclarecedor, a este respeito, o primeiro considerando da Directiva: "É necessário estabelecer, com urgência, um quadro legislativo estável para o mercado das fontes renováveis de energia". No domínio da justificação da oportunidade das políticas sugeridas, surgem argumentos como a contribuição das energias renováveis para a



o país onde a taxa de crescimento dos últimos três anos tem sido mais elevada. Tendo constituído o mercado de referência do sector durante vários anos, a Dinamarca, pela sua dimensão, tende a perder essa qualidade, sendo hoje o terceiro país europeu em termos de capacidade instalada (Figura 2).

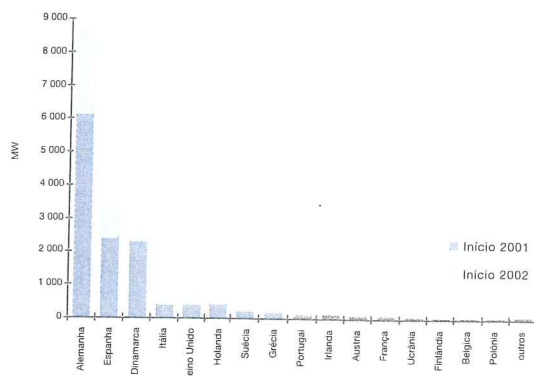


Figura 2 - Potência eólica instalada na Europa.

Fonte: INETI/ Windstats

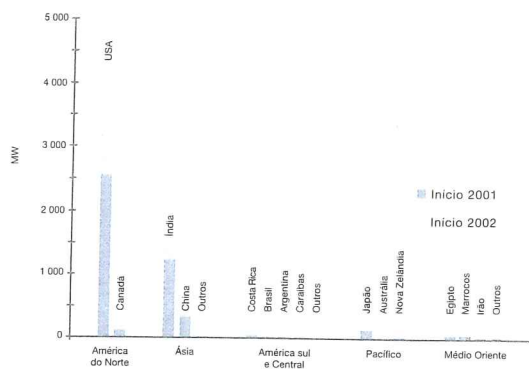


Figura 3 - Potência eólica instalada no resto do Mundo

Fonte: INETI/ Windstats

Uma análise da capacidade instalada em parques eólicos (Figura 3), permite concluir que, ao contrário do expectável, o seu forte desenvolvimento na Europa não se verifica nos países com maior recurso eólico (eg. Reino Unido, Noruega ou França), mas sim nos países produtores de turbinas eólicas: Alemanha, Espanha e Dinamarca. Ao contrário da tendência europeia, o facto dos Estados Unidos não se contarem entre os países líderes na produção de conversores eólicos, não tem impedido o franco desenvolvimento deste sector.

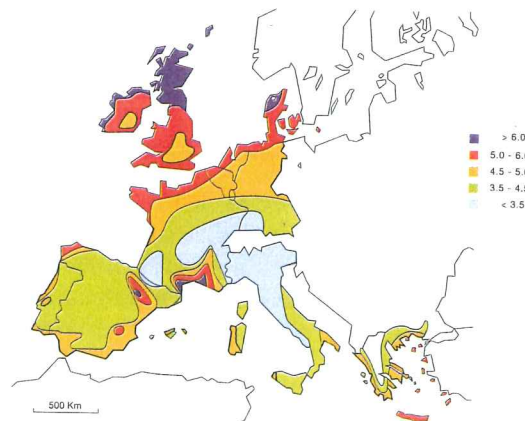


Figura 4 - Atlas de Vento Europeu

Fonte: European Wind Atlas, RISØ

No que respeita à tecnologia merece referência a espantosa evolução da potência unitária das máquinas instaladas. Dos 50 kW e 15 m de diâmetro que caracterizavam os aerogeradores de maior capacidade disponíveis em 1985 chegou-se em apenas onze anos, 1996, às máquinas de 1,5 MW e 70 m de diâmetro. Actualmente, trabalha-se nas máquinas *multi-megawatt*, estando já disponíveis unidades de 80 m de diâmetro de rotor e 2,5 MW, admitindo-se para breve a comercialização de turbinas com 4 a 5 MW de potência e diâmetros entre os 110 e os 120 m.

A cota de mercado por classes de potência é também elucidativa do crescimento das potências unitárias. No ano 2000, 39% da potência instalada foram concretizados com aerogeradores de 1 MW ou mais, e 68,3% com máquinas de entre 500 e 999 kW. Apenas 1,8% da nova capacidade instalada nesse ano recorreu a turbinas de menos de 500 kW!

De um ponto de vista económico, a energia eólica é, em alguns países, uma actividade com enorme vitalidade, responsável pela criação de milhares de postos de trabalho, tanto no sector da fabricação, como dos estudos, construção e manutenção das instalações.

Muitos outros aspectos poderiam ser referenciados, desde a crescente aceitação da tecnologia, não só pelas populações como pela parte de muitas organizações de carácter ambiental, até ao peso crescente que a energia eólica tem nos mercados de electricidade, nas decisões sobre a liberalização do sector, etc.. Refere-se aqui apenas um último, pela grande importância que pode vir a ter na concretização dos objectivos definidos e pela alteração que pode introduzir no panorama da eólica a nível mundial: o *off-shore*. Trata-se, com efeito, de uma aplicação da tecnologia cujos avanços têm também ultrapassado largamente o que há poucos anos era expectável e na qual são depositadas grandes esperanças. Cerca de um terço da potência que se prevê instalada em 2020 estará instalada no mar.

## 6. SITUAÇÃO EM PORTUGAL

Portugal tem grandes tradições no aproveitamento da energia do vento, desde a moagem de cereais à navegação à vela, sendo mesmo pioneiro na utilização da tecnologia. Existe até um tipo de moinho de vento (moagem de cereais) que na literatura aparece mencionado como "moinho português" e a maestria e domínio da tecnologia dos nossos navegantes na era dos descobrimentos marítimos são por demais conhecidos.

Na fase actual, caracterizada por grandes aproveitamentos destinados à geração de electricidade, não se verificou, contudo, idêntico pioneirismo. A ausência de acções de caracterização do potencial eólico, a falta de incentivos ao aproveitamento das energias renováveis em geral, a menor sensibilidade relativamente a problemas de natureza ambiental e as especificidades do caso português no que respeita à produção e distribuição de electricidade, terão estado na base deste atraso, não significando tais factos que o aproveitamento do potencial eólico do nosso país não possa ser tecnologicamente viável e economicamente atraente.

Este quadro conheceu nos últimos cinco/seis anos alguns desenvolvimentos. O Programa Energia (1995), e as alterações introduzidas ao quadro legislativo em 1999, atraíram alguns promotores de investimentos mas, ainda assim, as condições eram menos aliciantes do que as verificadas nos países mais favoráveis à tecnologia. Apesar das dificuldades foram surgindo parques, havendo mesmo planos para a construção de alguns dos maiores projectos da Europa. Estão actualmente ligados à rede cerca de 160 MW. Em construção haverá mais 50 MW, prevendo-se que no final de 2002 possam estar em funcionamento cerca de 180 MW (Figuras 5 e 6).

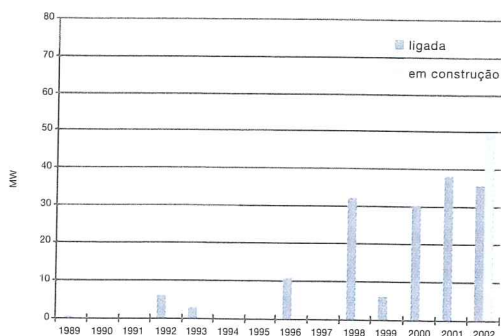


Figura 5 - Capacidade eólica instalada.

Fonte: INEGI

Nota:

1. Junho de 2002

O ritmo de crescimento é todavia baixo, sendo desde há algum tempo evidente que só uma clara mudança de atitude política face ao problema poderia influenciar de forma significativa esta tendência.

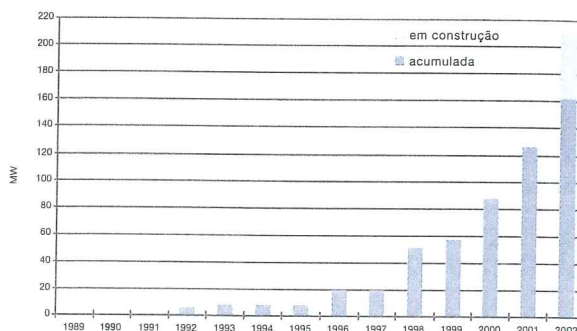


Figura 6 - Capacidade eólica acumulada e em construção.

Fonte: INEGI

## 7. O PROGRAMA E4

Pelos compromissos assumidos com a aceitação da Directiva Comunitária, em resultado da estrutura do nosso sector electroprodutor e em função do crescimento previsível do consumo de electricidade, Portugal está obrigado a fomentar a disseminação de projectos de aproveitamento de fontes renováveis de energia e a incrementar de forma significativa o crescimento do sector na próxima década.

Apesar da existência de um quadro legal e de um conjunto de incentivos que, sobretudo a partir de 1995, permitiram alguma animação do sector, fundamentalmente através do desenvolvimento de projectos de parques eólicos, o tempo decorre célere e urgia dar ao mercado um sinal de encorajamento, pois o ritmo de implantação de novos projectos não permitiria sequer aproximar-nos dos objectivos.

Em Setembro de 2001 foi apresentado pelo Governo, Ministérios da Economia e do Ambiente e Ordenamento do Território, o Programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas), e iniciada a criação de um novo quadro legislativo visando aumentar a competitividade das fontes renováveis de energia e estimular o mercado. Embora o Programa E4 não se confine à produção de electricidade, destaca-se aqui o objectivo genérico traçado para o sector: duplicar a capacidade produtiva por recurso a fontes renováveis. Mais especificamente, o Programa visa a promoção das fontes endógenas de energia, designadamente a hídrica, a eólica, a da biomassa e a solar, em condições de viabilidade técnico-económica e no respeito pelas restrições ambientais.

## 8. A CONTRIBUIÇÃO DO VENTO

Dos cerca de 4,5 GW de novos centros electroprodutores que se prevêem necessários para a próxima década, admite-se que cerca de 1 GW possa resultar de reforços de potência em centrais hídricas existentes e da construção de mais um ou dois aproveitamentos hidroeléctricos de grande dimensão, se forem ultrapassadas as dificuldades à sua implementação, designadamente de carácter ambiental.

Não é razoável esperar uma contribuição significativa das mini-hídricas, dada a dificuldade ambiental à sua aprovação, prevendo-se que, as energias solar, da biomassa e das ondas tenham contribuições marginais. Admite-se que cerca de 500 MW possam ser conseguidos a partir destas fontes.

Da energia eólica espera-se que possa contribuir com os restantes cerca de 3 GW. Trata-se de um número certamente ambicioso, mas as taxas de crescimento verificadas em países como a Dinamarca, a Espanha e a Alemanha demonstram que esta tecnologia pode, de facto, constituir-se como uma contribuição significativa para os sistemas produtores de electricidade dos países desenvolvidos.

Sendo, de um ponto vista tecnológico, particularmente adequada à sua utilização na geração de electricidade, é também objecto de amplo consenso, o baixo impacto ambiental desta tecnologia, quando comparada com outras de idêntica aptidão.

## 9. POTENCIAL EÓLICO

Uma questão emergente é, naturalmente, a do potencial que Portugal poderá deter, e a parte desse potencial que se encontra já identificada sendo certo que, durante quase uma década, foi o desconhecimento desse potencial uma das principais razões apontadas para o atraso da disseminação da tecnologia no país. Não sendo Portugal dos países mais ventosos da Europa, tem condições bem mais favoráveis ao aproveitamento da energia do vento do que, por exemplo, algumas zonas da Alemanha onde os projectos se implementam a um ritmo impressionante.

Sem que se possa assumir como concluída a inventariação do nosso potencial eólico, é hoje possível afirmar, de acordo com os resultados de vários estudos, que nas actuais condições de remuneração da energia produzida, de custos de investimento, operação e manutenção dos parques eólicos, recorrendo a aerogeradores de tecnologia recente, existem em Portugal as

áreas suficientes para albergar a potência que os já mencionados objectivos exigirão instalar, mesmo depois de consideradas as restrições ambientais à implementação dos projectos.

Estudos cobrindo a maioria das zonas onde se estima que estejam concentrados os recursos, designadamente os realizados por iniciativa da Rede Eléctrica Nacional, apontam como viável o valor de 2100 MW, num cenário de restrição ambiental moderada, considerado um patamar de rentabilidade de 2500 horas brutas anuais equivalentes de funcionamento a plena carga. Embora restrições ambientais severas possam limitar este valor, o potencial sobe significativamente com a descida do patamar de rentabilidade dos parques eólicos. Assumindo um valor mínimo de 2000 horas brutas anuais obtém-se um potencial nacional superior a 5000 MW, o que acrescenta, sem dúvida, uma apreciável capacidade à carteira de projectos com possibilidades de realização (Quadro 1).

| VERSÃO 2002           |                  |             |                  |             |
|-----------------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
| CARGA ANUAL           | 2500 HORAS (MWh) |             | 2000 HORAS (MWh) |             |
| Restrições ambientais | Moderadas        | Severas     | Moderadas        | Severas     |
| Em áreas tratadas     | 1332             | 625         | 2657             | 1697        |
| Noutras áreas         | 300              | 100         |                  |             |
| <b>TOTAL</b>          | <b>1632</b>      | <b>725</b>  |                  |             |
| REVISÃO 2002          |                  |             |                  |             |
| <b>TOTAL</b>          | <b>2121</b>      | <b>1225</b> | <b>5213</b>      | <b>4006</b> |

Quadro 1 - Estimativa do potencial eólico de Portugal Continental.

Fonte: INEGI

Existem igualmente disponíveis ferramentas de planeamento do aproveitamento do recurso eólico, nomeadamente a base de dados do potencial energético do vento em Portugal - EOLOS, estando actualmente em fase de conclusão o Atlas do Potencial Energético do Vento em Portugal, cujos resultados para as regiões da Beira Interior, Lisboa e Vale do Tejo e Oeste se apresentam nas Figuras 7 e 8.

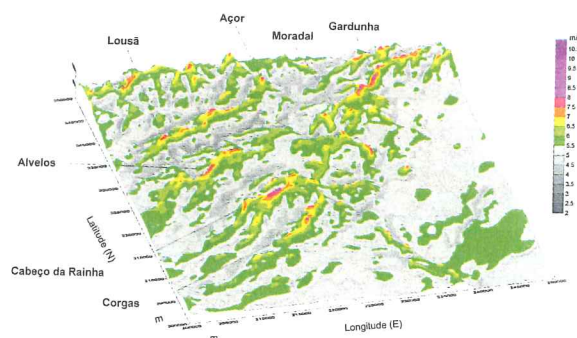


Figura 7 - Atlas da Vento na Beira Interior.

Fonte: INETI

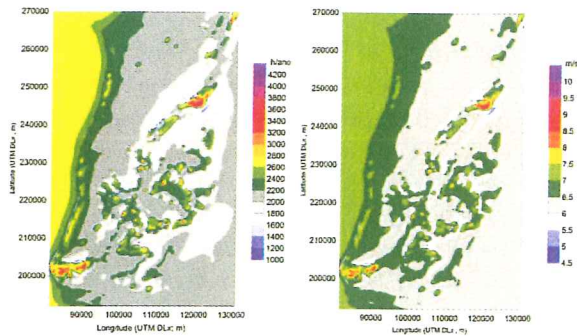


Figura 6 - Atlante de Ventos nas regiões de Lisboa, Vale do Tejo e Oeste.  
Fonte: INETI

Não está ainda suficientemente estudado o potencial eólico do Portugal Insular. Embora tenha sido nos Açores e na Madeira que se procedeu à instalação dos primeiros parques eólicos, a evolução da tecnologia não conheceu aí grandes avanços. Admite-se, contudo, do conhecimento existente do regime de ventos nessa regiões e do resultado de alguns estudos recentemente efectuados, que não é pela falta de potencial que a penetração da energia eólica nos respectivos sistemas electroprodutores insulares será limitada.

## 10. COMPETÊNCIAS NACIONAIS

### INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

Existem em Portugal capacidades de ID&D a diversos níveis, sendo de salientar o envolvimento de equipas de investigação nacionais em projectos comunitários em áreas tão diversas como:

- a avaliação do potencial eólico, quer através da realização de campanhas de medida quer do teste e desenvolvimento de métodos de simulação de escoamentos atmosféricos e extrapolação das características do vento com aquele fim específico;
- desenvolvimento de atlas do potencial energético do vento com vista ao planeamento fundamentado das estruturas de recepção de energia;
- promoção e participação no desenvolvimento de ferramentas de previsão do vento e da produção dos parques eólicos a nível nacional;
- o estudo do impacto da integração de parques de aerogeradores na rede eléctrica de transporte e distribuição (variações de tensão, comportamento dinâmico

dos conversores, emissão de *flicker*, penetração de harmónicos, etc.) e das formas de minimizar os aspectos negativos desse impacto;

- avaliação da qualidade de energia entregue à rede por parques eólicos de acordo com as normas em vigor (IEC 61400-21);
- a modificação das características estruturais das pás do rotor, tendo em vista o melhoramento do seu comportamento dinâmico, diminuindo o peso e aumentando a resistência à fadiga, pela incorporação crescente de novos materiais;
- avaliação do desempenho de parques eólicos em funcionamento e verificação do cumprimento das condições contratuais.

O controlo do trânsito de potência por recurso à electrónica de potência, permitindo o uso de geradores síncronos, melhorando a qualidade global da energia produzida e aliviando as restrições nas condições de ligação à rede, são também aspectos em que a nossa comunidade científica poderá intervir com notoriedade num futuro próximo.

### CARACTERIZAÇÃO DE RECURSOS, ESTUDO DE IMPACTO E ESTUDOS PRÉVIOS

O potencial eólico de Portugal não está ainda completamente inventariado. Os registos do Instituto de Meteorologia, embora cobrindo períodos que seriam mais do que suficientes para a caracterização do recurso, não foram obtidos tendo em vista esse fim específico. Estes dados são por isso, em geral, inadequados e insuficientes. Embora possam ser utilizados na avaliação da climatologia nacional ou regional, não constituem uma grande ajuda quando o objectivo é a localização de parques de aerogeradores.

As campanhas de medida já realizadas e em curso permitem ter uma ideia do regime de ventos nas zonas onde se têm desenrolado, mas há ainda trabalho por fazer. Pode, no entanto, afirmar-se que existe a nível nacional o conhecimento suficiente para o planeamento e condução das acções necessárias à caracterização dos recursos, tal como são requeridas para uma boa fundamentação das decisões de investimento.

Para a realização de estudos complementares como a optimização da configuração dos parques, a escolha das máquinas mais adequadas e, após a construção, as campanhas de verificação do desempenho dos parques, do nível de ruído produzido, etc., existem também em Portugal as competências necessárias.

O atrás dito aplica-se também a estudos de viabilidade técnico-económica, de impacto ambiental e de enquadramento paisagístico e de impacto na rede eléctrica, entre outros.

## PROJECTO

Apesar das possibilidades de intervenção em ID&D anteriormente referidas, a capacidade de projecto, de um ponto de vista do fabrico do aerogerador propriamente dito, é limitada, atendendo ao nosso atraso relativamente aos países nos quais os principais fabricantes estão sediados.

Dado, porém, que a construção de um parque de aerogeradores é uma tarefa multidisciplinar, as necessidades de projecto vão muito além da concepção das máquinas. O projecto das fundações, dos acessos e construções complementares, das linhas de interligação dos aerogeradores e da ligação do parque à rede de distribuição e da vigilância e comunicações, constituem uma lista, certamente não exaustiva, de domínios em que as capacidades nacionais de projecto são reconhecidas e podem, com vantagem, ser utilizadas.

## INSTALAÇÃO

A fase da instalação implica a utilização de serviços de natureza vária e que os próprios fornecedores de aerogeradores têm interesse em contratar localmente. As empreitadas de construção civil e dos trabalhos eléctricos, transportes, gruas, etc. são, habitualmente, no todo ou em parte, adjudicadas a empreiteiros locais.

Para a montagem dos aerogeradores e de partes mais sensíveis da instalação é habitual deslocarem-se técnicos do fabricante.

## EXPLORAÇÃO E MANUTENÇÃO

A exploração de um parque de aerogeradores não oferece, concluída a fase de ensaios e testes, dificuldades de monta, dado o elevado grau de automatização de que se reveste, e é por isso habitual que seja conduzida por técnicos locais, treinados e sob a supervisão, no período inicial, de técnicos do fabricante.

A manutenção pode ser e é habitualmente assegurada por pessoal local, após um período de treino proporcionado pelo fabricante, e pode constituir-se como uma actividade economicamente interessante para empresas nacionais.

## PRODUÇÃO DE EQUIPAMENTOS, COMPONENTES E ACESSÓRIOS

A incorporação de equipamentos e serviços nacionais nas instalações de produção de electricidade por via eólica é um dos aspectos habitualmente questionado, em especial por quem tem interesses ou responsabilidades institucionais no tecido industrial, dadas as oportunidades de negócio em perspectiva. Os cerca de 3000 milhões de euros de investimento necessários à consecução dos objectivos do país nesta matéria, deverão ser suficientemente apelativos para que a nossa indústria desperte para a necessidade de tomar parte no negócio.

No caso de Portugal, não sendo impossível, não é fácil a instalação de unidades industriais para o fabrico completo de aerogeradores, a menos que se conseguisse entre todos os potenciais investidores um acordo que viabilizasse essa solução, pelo volume de produção que daí resultaria. É, no entanto, de todo viável a incorporação de equipamentos e acessórios de fabrico nacional nos parques de aerogeradores que vierem a ser construídos. As torres metálicas, os geradores e motores de accionamento dos servomecanismos, as cablagens e componentes eléctricos, podem perfeitamente ser de fabrico nacional (sendo-o já, nalguns casos), estimando-se que, entre equipamentos, componentes e trabalhos, mais de 40% do custo total de um parque (sem considerar a compra ou a renda devida pelo uso dos terrenos) possam representar incorporação nacional.

A situação é hoje substancialmente diferente da que se vislumbrava há cinco anos atrás, exigindo dos empresários uma postura e ousadia que então pareciam despropositadas. Mas o tempo urge, sendo necessário que industriais e Governo unam esforços, no sentido de evitar que a fabricação das torres de suporte dos aerogeradores, de que um empresa portuguesa abastece praticamente todo o mercado nacional, exportando ainda em escala interessante, não se constitua como a única história de sucesso da nossa indústria no sector.

## II. LIGAÇÃO DOS PARQUES EÓLICOS À REDE ELECTRICA

De entre as preocupações e dificuldades no desenvolvimento do projecto de parques eólicos emerge, como uma das mais importantes, a do escoamento da energia a produzir.

Portugal caracteriza-se por uma grande desigualdade na distribuição territorial da sua população e, consequentemente, das indústrias e outras actividades consumidoras de energia. A elevada concentração populacional e industrial na faixa litoral leva a que a rede de

distribuição de electricidade esteja concentrada nesta zona. As linhas que transportam a energia eléctrica para as regiões do interior são portanto, com poucas excepções, de reduzida capacidade.

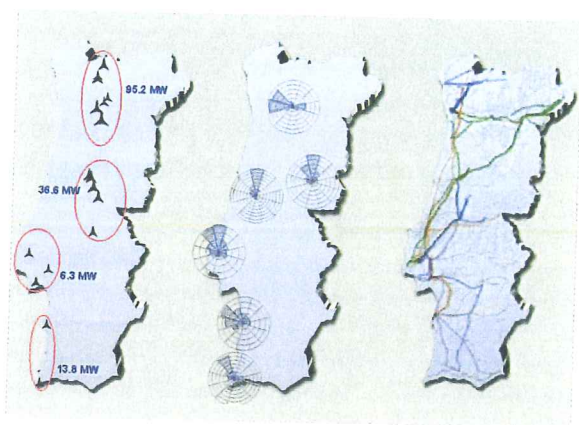


Figura 9 - Energia eólica em Portugal Continental (Dezembro 2001):  
a) parques eólicos; b) direcções dominantes; c) rede eléctrica.

Fonte: EOLOS/INETI

A coincidência de as zonas de maior potencial eólico se encontrarem quase sempre em regiões remotas leva assim a que existam limites relativamente baixos para a potência de proveniência eólica possível de injectar na rede pública<sup>2</sup>. Frequentemente a ligação só é conseguida mediante a construção de linhas de elevada extensão de forma a aceder a subestações com potência de curto circuito adequada. Exceptuam-se os casos dos pedidos de ligação de aerogeradores isolados ou conjuntos de máquinas perfazendo pequenas potências, tipicamente da ordem dos 500 kW a 5 MW, havendo alguns casos, poucos, de soluções bastante favoráveis, quer por ter sido permitida a ligação em média tensão, quer pela pequena distância dos pontos de ligação.

Como a construção das linhas transportadoras é, por enquanto, feita totalmente a cargo da empresa interessada no investimento, a viabilidade dos projectos é, não raro, posta em causa. Casos há em que o ponto de interligação pode distar mais de 30 quilómetros do local de implementação do projecto. Os custos envolvidos são normalmente altos, agravados pelo facto de se tratar, muitas vezes, de linhas de montanha, com custos acrescidos.

A construção de ramais por parceria entre várias empresas interessadas em promover projectos, não só de parques eólicos mas também de outras energias

renováveis, é uma solução que poderia ser tentada, reduzindo-se assim o peso sobre cada um dos investimentos. Infelizmente, apesar dos interesses coincidentes, esta solução torna-se normalmente complicada, devido aos diferentes calendários de concretização dos projectos dos eventuais parceiros. De qualquer forma, está previsto na legislação que, tendo uma linha sido custeada pelo promotor de um dado projecto, possa a mesma ser partilhada, desde que a sua capacidade o permita, por projectos a realizar em data posterior, sendo a empresa que financiou a construção da linha ressarcida desse investimento na parte correspondente ao novo projecto.

Desde o lançamento do FORUM e, sobretudo, após o anúncio do Programa E4, a problemática do acesso à rede eléctrica e do escoamento da energia produzida conheceu importantes evoluções. De concreto, há a assinalar a publicação de nova legislação aplicável (Decreto-Lei 312/2001, de 10 Dezembro) e uma importante mudança de atitude de algumas das entidades envolvidas nestes processos. A energia eólica sobretudo, mas também as outras renováveis, começam a ser vistas como "clientes" dos sistemas de transporte e distribuição de energia eléctrica, tendendo a perder o estigma de "perturbação", a evitar a todo o custo, que as marcava desde o seu advento.

Passam-se de seguida em revisão alguns dos aspectos relevantes nesta problemática.

#### SITUAÇÃO REFERENTE A 31/12/2001

Em 31/12/2001, além dos 20 parques eólicos ligados à rede com uma potência instalada na ordem dos 125 MVA, havia 116 projectos com ponto de interligação atribuído, correspondendo a uma potência a instalar na ordem dos 1140 MVA. Na mesma data, havia cerca de 990 projectos com ponto de interligação recusado, correspondendo a uma potência a instalar da ordem dos 10 000 MVA, dos quais cerca de 840 projectos, para uma potência a instalar de 8700 MVA, se referiam a pedidos efectuados aos gestores da rede pública durante os anos de 2000 e 2001.

A situação acima descrita, relativa aos pedidos de ligação às redes do SEP, é uma síntese de todos os pedidos efectuados aos gestores da rede pública, não incluindo nenhum tipo de filtro de análise, tal como a sobreposição de projectos feitos por promotores diferentes para a mesma localização ou o direito de utilização dos terrenos pelos vários promotores, questões que, como se sabe, a legislação em vigor até meados de Dezembro não contemplava explicitamente na fase da atribuição de ponto de interligação.

#### Notas:

2. O problema não é exclusivo da energia eólica, verificando-se com igual pertinência no caso das centrais mini-hídricas e de outras fontes distribuídas.

## NOVO ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO: PRINCÍPIOS GERAIS

O Decreto-Lei 312/2001, de 10 Dezembro, aprovado no âmbito do Programa E4 redefine as condições de atribuição e de gestão de pontos de interligação para projectos de produção de electricidade a realizar no âmbito do Sistema Eléctrico Independente (SEI), dando um particular destaque à necessidade de planeamento do reforço das redes pelos operadores do SEP numa perspectiva do aumento da penetração da produção de electricidade a partir de fontes renováveis de energia.

De acordo com o novo Decreto-Lei, a gestão das capacidades de recepção de potência nas redes públicas e o correspondente processo de atribuição de pontos de recepção ("ponto de interligação" na designação da legislação anterior) a projectos do SEI serão da responsabilidade da DGE e realizar-se-ão de acordo com o estabelecido nos seguintes documentos:

- Plano de Expansão do Sistema Electroprodutor do SEP (PESEP);
- Planos de Investimentos nas redes do SEP;
- Caracterização das redes dos SEP para efeitos de acesso às redes.

Este novo diploma tem ainda como princípio implícito que os dois tipos de planos acima referidos (da produção e das redes do SEP) terão de ser coerentes entre si no que se refere à avaliação das necessidades de desenvolvimento da produção do SEI, tendo em conta os objectivos e as metas definidas na política energética nacional relativa às renováveis e ao correspondente desenvolvimento das redes (incluindo reforços das existentes) necessário para acomodar essa nova produção.

### ATRIBUIÇÃO DE UM PONTO DE RECEPÇÃO

Um processo corrente de atribuição de um ponto de recepção inicia-se obrigatoriamente com um pedido de informação prévia, do promotor à DGE, sobre a viabilidade de ligação à rede do seu projecto.

Na posse e com base na informação prévia, o promotor solicitará à DGE a atribuição do ponto de recepção para a sua instalação de produção, para o que terá de apresentar um conjunto de documentos e elementos que à partida requerem um desenvolvimento importante do projecto.

Nesta fase, terá por exemplo de comprovar o direito de utilização do espaço de implantação do parque eólico e de exhibir os pareceres das entidades cujos domínios ou actividades sejam de alguma forma perturbadas pelo parque eólico.

Nas situações em que a capacidade de recepção das redes, existente ou previsional, não for suficiente para atender a todos os pedidos de atribuição de pontos de recepção solicitados para uma mesma área da rede, a DGE poderá proceder à selecção dos pedidos para efeitos da atribuição da capacidade disponível para o que utilizará um conjunto de critérios definidos no próprio diploma.

Em situações determinadas, nomeadamente quando estiverem em causa a concretização de projectos inseridos em programas específicos aprovados pelo Governo ou a optimização da utilização da capacidade de recepção disponível das redes do SEP, o Decreto-Lei 312/2001 prevê que um ponto de recepção seja também atribuído por concurso, cuja realização será determinada pelo Ministro da Economia por proposta da Direcção Geral de Energia.

### REGIME DE TRANSIÇÃO

No que se refere à validade dos pontos de recepção (pontos de interligação) atribuídos ao abrigo da anterior legislação, o novo diploma estabelece um regime de transição onde se prevê a atribuição automática de ponto de recepção aos projectos cujos promotores já tenham apresentado na DGE a documentação necessária à formulação do pedido de atribuição de ponto de recepção ao abrigo do novo diploma, sendo atribuída informação prévia para as restantes situações.

Uma das duas excepções a esta regra diz respeito aos casos em que o período previsto no Decreto-Lei 168/99 entre a atribuição do ponto de interligação e o pedido de autorização de instalação (120 dias) ainda decorra, mantendo-se nestas situações válidos os pontos de interligação já atribuídos até à expiração daquele prazo.

### PERSPECTIVAS FUTURAS

#### Curto prazo

Como referido, estão já atribuídos 116 pontos de recepção a projectos eólicos correspondentes a cerca de 1140 MVA de potência a instalar. A evolução no curto prazo dos investimentos em energia eólica pode passar pela utilização desta capacidade de recepção disponível, o que quer dizer, pelo licenciamento e pela construção dos parques eólicos correspondentes e

pela superação de todas as dificuldades inerentes a estas fases (compatibilização do licenciamento eléctrico e ambiental dos parques; projecto, licenciamento e construção dos ramais de ligação, etc.).

Mesmo admitindo que alguns dos projectos com ponto de interligação atribuído correspondam a locais com menor recurso eólico ou com maiores dificuldades de concretização por razões de vária ordem, ambiental ou outras, julga-se no entanto que a maioria dos projectos se situam em zonas onde já existem projectos realizados, ou onde se reconhece algum potencial disponível. Aliás, relativamente à questão do potencial, importa referir que o aumento da tarifa de venda ao Sistema Eléctrico de Serviço Público (SEP), entretanto verificado, veio tornar economicamente atractivos locais que, de outra forma, não o seriam.

Assim, é de admitir que os projectos com ponto de recepção já atribuído, a que correspondem os cerca de 1140 MW de capacidade de recepção, tenham condições de concretização razoáveis o que significa, no curto prazo, um potencial de crescimento muito significativo.

De qualquer forma, nas situações em que por qualquer motivo os projectos com ponto de interligação atribuído não avancem, será importante que estes projectos não continuem a “cativar” capacidade de recepção do SEP, já que, sendo esta capacidade um bem escasso, deverá ser disponibilizada a quem de facto a melhor conseguir utilizar, isto é, a quem tenha reais condições para concretizar os respectivos investimentos, mesmo tendo em consideração que a “limpeza” de processos por incumprimento de prazos por parte dos promotores, embora prevista na legislação, não seja de fácil execução.

### Medio e longo prazo

#### Plano de reforço da REN e gestão das capacidades de recepção

Em sintonia com os princípios gerais do Decreto-Lei 312/2001, de 10 Dezembro, a REN – Rede Eléctrica Nacional SA, procedeu a um exercício de planeamento de longo prazo com vista a definir os reforços da Rede Eléctrica Nacional necessários para atingir o objectivo da Directiva das Renováveis para Portugal que é o de ter, em 2010, 39 % do consumo bruto de electricidade de origem renovável. Partindo do conhecimento geográfico dos recursos e da localização mais provável, do ponto de vista económico, dos vários projectos de renováveis e ainda da evolução previsionial dos consumos e da produção SEP, simulou-se o funcionamento da REN visando determinar quais os reforços mais adequados respeitando os critérios de planeamento da REN:



Figura 10 - Plano de desenvolvimento de parques eólicos.

Fonte: APREN

Os resultados deste estudo determinaram a necessidade da construção de novas linhas e subestações e do reforço ou extensão de instalações existentes (linhas e subestações). Estes investimentos (Plano de Reforço da REN para a PRE) serão integrados no Plano de Investimentos da REN, dando-se prioridade, dentro do possível, às zonas de maior potencial e onde a falta de capacidade de escoamento da REN seja o factor mais limitador.

Assim, ao identificarem-se os investimentos acima referidos e ao garantirem-se, através do Decreto-Lei 312/2001, os mecanismos de ressarcimento desses investimentos, criaram-se as condições e o enquadramento técnico-económico para que o crescimento da produção de electricidade a partir de fontes renováveis de energia não venha a ser condicionado pela capacidade de recepção das redes.

De acordo com o Decreto-Lei 312/2001, que prevê períodos de quinze dias no início de cada quadrimestre, para entrega dos pedidos de pontos de recepção por parte dos promotores, estes tiveram, na primeira quinzena de Janeiro de 2002, a possibilidade de manifestarem as suas intenções de investimento, através do processo de pedidos de informação prévia sobre a ligação à rede dos seus projectos.

Estas intenções de investimento e as obras previstas no plano de reforço da REN para a PRE terão agora de se articular com base nos procedimentos previstos no Decreto-Lei 312/2001 (por exemplo, a consideração de regimes de interruptibilidade e a análise integrada de projectos), num processo que se iniciou já em 2002 e que, apesar de ser acompanhado pela DGE, obrigará a um diálogo muito activo entre os vários promotores e/ou as suas associações e os gestores da rede pública.



Figura 11 - Capacidade de recepção de fontes independentes em a) 2001 e b) reforço até 2010.

Fonte: REN

Importa no entanto salientar que embora o plano de reforço da REN para a PRE tenha sido faseado até 2010 e que, como qualquer plano, tenha espaço para ajustes e antecipações, a sua total concretização não é de todo exequível em apenas 3 ou 4 anos. Assim, será necessário que todos os interessados, administração, gestores da rede e promotores, tenham também sobre este plano uma perspectiva de longo prazo.

## 12. VENDA DA ENERGIA E TARIFÁRIO

Até ao final dos anos oitenta, a produção de electricidade foi monopólio da EDP - Electricidade de Portugal (com excepção da possibilidade de venda dos excedentes de autoprodução - Decreto-Lei 20/81), tal como acontecia quanto ao transporte e à distribuição. A abertura do mercado aos produtores independentes, em 1988, criou a possibilidade de centrais mini-hídricas, eólicas, de biomassa e de co-geração serem integradas no sistema produtivo. A regulamentação do estatuto do produtor independente fez-se através do Decreto-Lei 189/88, limitando então a potência instalada a 10 MW.

A instalação de projectos de maior dimensão teria de ser negociada caso a caso com a EDP e estabelecido um contrato tipo *PPA-power purchase agreement*, tanto do ponto de vista técnico como do comercial. Posteriormente, Decreto-Lei 313/95, verificaram-se alterações àquelas condições, passando a ser possível instalar parques eólicos de maior dimensão ao abrigo do Decreto-Lei.

A energia produzida era paga de acordo com o tarifário de alta tensão (aplicado a consumidores). Para parques eólicos de capacidade superior a 10 MW, apenas o equivalente em energia à produção de um parque de 10 MW a funcionar à plena carga, numa base mensal, estava incluído nesse tarifário. Acima desse limite, estava previsto o pagamento a preços calculados de acordo com a metodologia dos custos evitados. A interpretação desta parte da lei foi sempre duvidosa, tal como a forma de cálculo dos referidos custos evitados, não tendo no entanto sido verificada por qualquer caso real, dado que nenhuma das instalações implementadas ao abrigo desta lei ultrapassou os 10 MW.

A tendência decrescente dos preços da electricidade (cerca de 20% entre 1995 e 1998) começou a condicionar fortemente a implementação de novos projectos. Tornou-se evidente que seriam necessárias alterações que permitissem aproximar as condições de venda da electricidade produzida a partir de fontes renováveis das existentes nos países onde o sector está mais desenvolvido. No final de 1998, na inauguração do Parque Eólico de Pena Suar, na Serra do Marão, o Ministro da Economia e o Primeiro Ministro anunciaram a criação, até ao fim desse ano, de uma "tarifa verde" destinada a incentivar o aparecimento de projectos na área das energias renováveis.

Em 18 de Maio de 1999, pelo Decreto-Lei 168/99, foram revistas algumas das principais questões que dificultavam a expansão da energia eólica em Portugal, ficando aquém de algumas expectativas, mas melhorando, ainda assim significativamente, as condições para o aproveitamento desta forma de energia. Entre os principais factores que então sofreram alterações estão: a limitação da potência máxima a instalar, a definição da potência máxima a injectar na rede, a caducidade da concessão do ponto de interligação e o tarifário de venda da electricidade produzida à rede pública.

A potência máxima a instalar deixou de ter qualquer limitação para o caso de parques eólicos, mantendo-se apenas no que respeita a centrais hidroeléctricas. Toda a energia produzida passou assim a estar abrangida pelo tarifário específico, ao contrário do caso anterior em que, a partir de um certo valor, seria apenas paga a custos evitados.

O tarifário foi alvo de uma completa remodelação, deixando o valor de compra de estar indexado ao preço de venda ao consumidor final, ficando assim ao abrigo de novas descidas do preço da electricidade. O preço por kWh passou a ser calculado tendo em conta os custos evitados de instalação, manutenção e operação de novas instalações produtivas, bem como incluindo uma parcela ambiental referente ao custo das emissões evitadas de CO<sub>2</sub>. O preço era garantido por 12 anos, sendo reduzido, por diminuição da importância da parcela ambiental, a partir do 13º ano de funcionamento.

O preço variava com a capacidade instalada, com a sua produção e com a percentagem de energia produzida nos diferentes períodos tarifários, havendo um prémio para os casos de maior produção no período de ponta que favorecia sem dúvida as centrais hidroeléctricas, nos casos em que existisse possibilidade de retenção e posterior turbinagem nos períodos mais favoráveis. O preço era ainda actualizado pelo Índice de Preços no Consumidor (IPC).

Era sentimento de todos os agentes envolvidos, e foi objecto de muitas das discussões mantidas no âmbito deste FORUM, que o cumprimento dos objectivos de Portugal no aproveitamento das fontes renováveis de energia na produção de electricidade passava pela alteração do tarifário, tornando-o mais atraente e, sobretudo, viabilizando a implementação de projectos em locais de menor recurso. Da análise das potencialidades das diferentes tecnologias era também mais ou menos consensual a necessidade da sua diferenciação, em função do potencial de cada uma e do seu grau de maturidade, entre outros factores.

O Decreto-Lei 339-C/2001, de 29 de Dezembro, procurou dar resposta simultânea a estas questões, introduzindo uma tarifa específica para cada tecnologia e, para a energia eólica, favorecendo os locais de menor potencial. Para esta forma de conversão a tarifa é dependente do número de horas de produção equivalentes à potência nominal<sup>3</sup>. A energia produzida nas primeiras horas de funcionamento equivalente a plena carga, até ao limite de 2000 horas (calculadas numa base anual) é paga a um preço superior à produzida depois de cumpridas 2600 horas equivalentes, havendo três escalões de tarifas intermédias divididas em intervalos de 200 horas equivalentes.

O escalonamento da energia produzida por via eólica teve ainda um outro objectivo: o de aliviar a pressão que se fazia sentir sobre os locais de maior potencial, muitas vezes coincidentes com áreas de grande sensibilidade ambiental.

Muito importante foi também a extinção do limite dos 12 anos para o pagamento pelo tarifário específico, passando o preço a ser garantido para a vida útil dos projectos.

O preço médio que, nas condições actuais, se obtém pela energia produzida por um parque eólico de média dimensão (~20 MW) num local de recurso médio (~2400 horas equivalentes) ronda os 0,08 euros/kWh. É um valor ainda inferior ao praticado em alguns países europeus, mas suficientemente interessante para a concretização de muitos projectos até aqui de rentabilidade duvidosa.

### 13. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DA INSTALAÇÃO DE PARQUES EÓLICOS

São habitualmente referidos como principais impactos ambientais da energia eólica, o ruído provocado pelo funcionamento dos aerogeradores, o seu impacto visual e a influência na avifauna.

O ruído, não sendo uma preocupação essencial em regiões remotas como aquelas nas quais, em Portugal, o maior potencial está localizado, é de qualquer forma um aspecto tecnológico que tem conhecido grandes avanços. As máquinas modernas são incomparavelmente mais silenciosas do que as que se instalavam até há poucos anos atrás e, se destinadas a ser instaladas em locais de maior sensibilidade, pode-se quase sempre optar por uma configuração de pás (passo) que, embora peraltizando o seu desempenho em termos da energia colectada, as torna ainda mais silenciosas. Na grande maioria das situações de funcionamento, o ruído produzido pelas máquinas é praticamente inaudível, sendo frequentemente superado pelo produzido na vegetação e outros obstáculos.

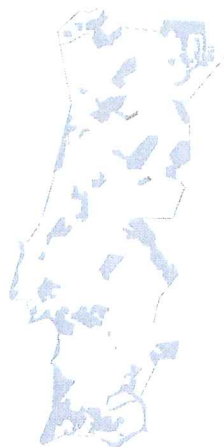


Figura 12 - Zonas protegidas e ambientalmente classificadas em Portugal (aprox. 25% do território continental).

Fonte: CNIG

<sup>3</sup> Nota:

<sup>3</sup> Número de horas de produção equivalentes à potência nominal: NEP=Energia anual/ potência instalada.

O impacto visual é, sem dúvida, algo de muito difícil julgamento, uma vez que implica opiniões muito pessoais. No entanto, é indiscutível que a instalação de um parque de aerogeradores em locais de paisagem protegida ou de características fora do comum, pode tornar-se incompatível com a harmonia da paisagem. O ordenamento territorial deve ter uma palavra a dizer neste aspecto. O aparecimento de máquinas de maiores dimensões, isto é de maior potência nominal, pode permitir uma melhor harmonia com a paisagem. De facto, estudos feitos mostram que menos turbinas, ainda que de maior dimensão, harmonizam-se mais facilmente com a envolvente que uma grande quantidade de pequenas turbinas.

A influência dos parques de aerogeradores na avifauna é por vezes citada como bastante importante, sendo, contudo, reconhecidamente menor do que determinados grupos de pressão quiseram fazer crer até há algum tempo. Todavia, quando se trata de locais habitados por espécies protegidas ou zonas de passagem de espécies migratórias, é necessário algum cuidado, nomeadamente durante a fase de instalação. De facto, a movimentação existente durante essa fase pode levar ao afastamento de espécies ou à alteração de rotas migratórias.

Quanto à possibilidade de colisão de aves com as torres das turbinas, estudos realizados apontam para que o número de aves mortas desta forma seja muito reduzido, quando comparado com outras causas de morte.

Pelas razões atrás aduzidas é quase inevitável que, de uma forma ou de outra, acabe por ser exigido ao promotor de um parque eólico, a realização de um estudo de incidências ambientais, quer mereça esta designação ou outra menos formal. As pressões de algumas populações e de organizações não governamentais de defesa do ambiente e do património, acabarão por forçar as câmaras municipais, que ao abrigo da nova legislação têm que emitir uma declaração de não oposição ao projecto para que este possa ser licenciado, a solicitar aos promotores estudos que demonstrem a compatibilidade dos projectos com outros interesses locais, quer sejam ambientais, quer de conservação do património arquitectónico ou da paisagem, entre outros.

Também no caso em que os terrenos a utilizar estejam abrangidos pela Reserva Ecológica Nacional (acontece em muitos casos) ou Rede Natura 2000, a necessária desafectação para que se possa construir um parque, acaba por obrigar à realização de estudos de impacto ambiental, já que as entidades chamadas a dar parecer, casos das Direcções Regionais de Ambiente e Instituto da Conservação da Natureza, assim o exigem.

Num outro plano tem-se colocado por diversas vezes a questão da possibilidade de instalar parques eólicos em zonas com estatuto de protecção mais restritivo, como é o caso dos parques naturais e mesmo do Parque Nacional da Peneda-Gerês. É fácil de perceber a apetência por essas zonas, sendo certo que muitas delas englobam locais que reúnem as características geralmente apontadas como indiciadoras da existência de potencial eólico. É também verdade que, além de não proibirem, os estatutos de alguns destes parques incentivam mesmo a utilização dos recursos endógenos, incluindo as energias renováveis. Na prática, desde esta não proibição até à aceitação da compatibilidade entre um parque eólico e os graus de protecção característicos dessas zonas específicas, há grandes divergências de interpretação e de opinião, sendo pouco provável que se venha a autorizar nelas a instalação de parques de grande capacidade. Poderá, no entanto, haver alguma evolução positiva, dado que mesmo dentro de uma zona protegida há distintos graus de protecção; o problema é saber se há coincidência entre a disponibilidade de terrenos e de potencial eólico! Deveria pois proceder-se a acções sistemáticas de ordenação destas zonas, possibilitando que os dois interesses, ambiental e de aproveitamento de recursos energéticos renováveis, sejam compatibilizados, já que, em última análise, o objectivo perseguido é o mesmo.

Nesse sentido, o Grupo Temático "Energia Eólica" do FORUM integrou representantes do ICN - Instituto de Conservação da Natureza e da DGA - Direcção Geral do Ambiente. No âmbito dos trabalhos foram propostas alterações aos procedimentos administrativos em vigor à data (Julho de 2001), sendo de referir a proposta de definição de áreas de exclusão para instalação de parques eólicos (ICN) e a proposta de adequação dos descritores ambientais aos EIA de parques eólicos (DGA).

#### IMPACTES AMBIENTAIS POSITIVOS DA ENERGIA EÓLICA

Um dado extremamente importante a ter em conta são as quantidades de componentes nocivos que deixam de ser emitidos ao produzir electricidade por meio de energias renováveis em substituição da queima de combustíveis fósseis.

A média das emissões específicas de CO<sub>2</sub> das diferentes centrais termoeléctricas portuguesas é de, aproximadamente, 700 gramas por kWh produzido. Mesmo se tomarmos como referência a melhor das centrais térmicas actualmente em operação, a central de ciclo combinado da Tapada do Outeiro, o valor previsto é de 440 gramas de CO<sub>2</sub> por kWh produzido.

Considerando o mesmo parque de 20 MW com uma produção anual equivalente de 2400 horas, ou 48 GWh, conclui-se que a implementação deste projecto permitiria evitar a emissão anual de cerca de 33 600 toneladas de CO<sub>2</sub>. São também importantes, e a considerar, as emissões evitadas de outros compostos como o SO<sub>2</sub> e os NO<sub>x</sub>, para além das partículas.

Tendo em conta que compostos como os referidos são responsáveis por situações bastante preocupantes como o efeito de estufa, alterações climáticas e chuvas ácidas, a diversificação dos modos de produção de electricidade apresenta-se da maior importância. As sociedades e os governos em particular tomarão progressivamente consciência da importância da questão quando, dos conceitos mais ou menos abstractos que têm vindo a ser debatidos, em que todos acham que o problema é fundamentalmente dos outros, se passar a debater a taxação efectiva das emissões em excesso.

É igualmente de referir que, quer das auscultações ao sector da energia eólica, quer do *workshop* de energia eólica realizado no âmbito do FORUM "Energias Renováveis em Portugal" ressaltou uma evidente necessidade de guias e orientações objectivas para a avaliação dos impactes ambientais de parques eólicos, facto esse já colmatado pelo Instituto do Ambiente com a publicação "A Energia Eólica e o Ambiente – Guia de Orientação para a Avaliação Ambiental" (Janeiro de 2002), a cujo desenvolvimento não são, certamente, estranhos os trabalhos no âmbito do FORUM.

Seguidamente apresentam-se as já referidas propostas do ICN e da DGA ao Grupo Temático "Energia Eólica", sendo de referir que, nos casos em que careça de actualidade, a sua apresentação se reporta a Julho de 2001.

#### Áreas de exclusão (proposta ICN)

A implementação da Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas e do Protocolo de Quioto, dela decorrente, determinam a necessidade de uma articulação entre as políticas energética e ambiental, reflectindo assim as crescentes preocupações com a defesa do ambiente a nível global.

Em Portugal, reflectindo as perspectivas da União Europeia para estes sectores, promovem-se os mecanismos necessários à compatibilização da riqueza de recursos energéticos renováveis, que actualmente se tornam uma alternativa de peso relevante na produção de energia eléctrica, com um diversificado património natural. O aproveitamento destes recursos

irá, assim, permitir a sua perpetuação bem como manter a viabilidade dos outros recursos que integram o património natural, não afectando os mecanismos de recuperação e manutenção da diversidade e valores naturais presentes.

Torna-se deste modo necessário definir e potenciar as sinergias ambientais da implementação dos diplomas comunitários relevantes nesta matéria: a Directiva das energias renováveis e as Directivas relativas à conservação da natureza (Directiva *Habitats* e Directiva das Aves).

Um dos objectivos deste Grupo Temático, na abordagem à vertente ambiental, é a definição de um modelo de internalização dos custos e benefícios ambientais deste tipo de projectos, associando a cada aproveitamento de energias renováveis, quer os impactes negativos sobre o património natural (relacionados sobretudo com os sistemas ecológicos classificados), quer os benefícios ambientais (na sua contribuição para a redução de emissões de CO<sub>2</sub> e outros GEE).

A primeira etapa constitui na despistagem de incompatibilidades com o Património Natural e assegurar a sustentabilidade ambiental dos projectos. Embora constituam importantes meios de exploração de fontes de energia alternativa e não poluente, importa proceder à aquisição de dados e estudos que permitam estabelecer com segurança os limites da compatibilização e capacidade das zonas escolhidas para estes projectos, já que é reconhecido que os locais mais demandados para estas instalações são, na sua generalidade, sítios de interesse para a conservação da natureza.

Assim, as zonas que exibem maior potencial de aproveitamento de recursos energéticos renováveis, em muitos casos, estão integradas em zonas com elevada importância para a conservação da natureza, quer em termos ecológicos, quer sob o ponto de vista paisagístico, abrangendo áreas com importância para a preservação de espécies e *habitats* protegidos por legislação nacional e comunitária.

Em termos práticos, um *screening* das zonas classificadas quanto ao seu património natural permite imediatamente identificar (para além da apetência para a produção de energia eléctrica) a existência de restrições para usos e actividades segundo a conservação da natureza.

A justificação deste tipo de projectos e a consignação do estudo da "Alternativa Zero" são aspectos consensualmente abordados na legislação específica.

A evolução dos estudos desenvolvidos pelos diferentes sectores envolvidos nas fontes de energias renováveis (FER) permite a despistagem de incompatibilidades com os principais parâmetros destas áreas. A sobreposição da localização proposta para os projectos de aproveitamentos eólicos com os elementos ecológicos deverá inequivocamente demonstrar que não afecta qualquer *habitat* ou zona de ocorrência reconhecida de espécies classificadas.

A avaliação deve contemplar então a selecção dos locais de sustentabilidade ambiental positiva (ou menos lesivos), integrando a procura quer da situação mais favorável para produção de energia, quer uma localização que não afecte significativamente os valores ecológicos classificados. Este aspecto traduz-se no “estudo de alternativas”, e pressupõe a referência clara à determinação das opções tomadas (acessos, aerogeradores, etc.) tendo em conta as características do local.

Sendo a paisagem um valor intrinsecamente ligado aos sistemas ecológicos, e tendo nestas regiões uma expressividade notável, constitui-se como mais um critério de apreciação, e concorre (em conjunção com os pontos anteriores) para uma maior abrangência das avaliações ambientais de aproveitamentos eólicos.

Tendo em conta que os impactes directos e indirectos sobre os sistemas ecológicos abrangem uma área largamente superior à da área ocupada por estes projectos, as medidas minimizadoras e compensatórias deverão alargar-se à área de interesse para a conservação das espécies e *habitats* protegidos no âmbito das Áreas Protegidas, Sítios da Lista Nacional de Sítios da Rede Natura 2000 ou Zonas de Protecção Especial para a avifauna.

Por outro lado, considera-se que as compensações podem incidir na recuperação ou reforço das condições de viabilidade de espécies ou *habitats*, contribuindo positivamente para a coerência e integridade da Rede Natura 2000. No que se refere a estes aspectos, devem então ser estabelecidas as medidas compensatórias que permitam a atenuação ou minimização da sua afectação, num contexto absoluto e não apenas reportado à área do projecto.

Assim, não há, de facto, incompatibilidade entre os aproveitamentos de energias eólicas e os aspectos ecológicos.

As áreas de exclusão ditadas por estes aspectos resumem-se apenas a:

#### • Locais de ocorrência concreta de espécies e *habitats* prioritários

A instrução dos processos conducentes à definição dos Sítios de Importância Comunitária implica a identificação dos valores a proteger (Fauna, Flora e *Habitats* Naturais). Este trabalho de instrução do processo permite assim identificar e localizar os *Habitats* Naturais e as espécies de Fauna e Flora ocorrentes no interior de áreas classificadas. Deste modo, a sobreposição da localização proposta para os projectos de aproveitamentos de energias renováveis com os elementos atrás referidos deverá demonstrar que não afecta qualquer *habitat* ou zona de ocorrência reconhecida de espécies classificadas.

#### • Corredores Migratórios

Constituem-se como Corredores Migratórios as zonas onde se verificam grandes concentrações de aves deslocando-se em migração. A única zona em Portugal que claramente possui essas características situa-se na extremidade Sudoeste do território. Trata-se da zona localizada a SW da serra do Espinhaço de Cão, com especial incidência na área do planalto de S. Vicente / Vila do Bispo / Sagres, onde passam anualmente largas centenas de aves de presa, particularmente águia-calçada (*Hieraetus pennatus*).

#### • Áreas de Protecção Total – Planos de Ordenamento de Áreas Protegidas

São áreas que contêm valores naturais cujo significado e importância, do ponto de vista da conservação da natureza, assumem no seu conjunto um carácter de excepcionalidade ou que apresentem sensibilidade elevada. Os seus objectivos incluem a garantia da manutenção dos processos naturais em estado de perturbação mínima.

Os usos previstos implicam que a intervenção humana é fortemente condicionada, subordinada aos valores em presença, sendo apenas admitida quando vise a sua salvaguarda, estritamente limitada a acções de investigação científica, monitorização, educação ambiental e ainda em situações de risco ou calamidade.

A acessibilidade ao público é condicionada.

#### Adequação da lista de descritores em EIA (proposta DGA)

Um dos pontos referidos quer pelas instituições oficiais competentes para a análise de estudos de impactes ambientais de parques eólicos, quer pelos promotores dos mesmos, consiste na necessidade de adequar os descritores ambientais constantes desses

estudos à realidade da tecnologia eólica. No seguimento dessa constatação, foi apresentada ao Grupo Temático, a proposta que se apresenta no Quadro 2.

| ACESSOS                      |                       |                      |
|------------------------------|-----------------------|----------------------|
| Fase de construção           | Fase de funcionamento | Fase de desactivação |
| Energia                      | Qualidade da água     | Energia              |
|                              | Gestão de resíduos    | Factores climáticos  |
|                              | Energia               |                      |
|                              | Factores climáticos   |                      |
| PARQUE EÓLICO                |                       |                      |
| Fase de construção           | Fase de funcionamento | Fase de desactivação |
| Factores climáticos          | Qualidade da água     | Factores climáticos  |
|                              | Qualidade do ar       |                      |
|                              | Flora                 |                      |
|                              | Factores climáticos   |                      |
|                              | Recursos hídricos     |                      |
|                              | Ruído                 |                      |
| LINHA DE INTERLIGAÇÃO À REDE |                       |                      |
| Fase de construção           | Fase de funcionamento | Fase de desactivação |
| Factores climáticos          | Qualidade da água     | Factores climáticos  |
| Qualidade do ar              | Qualidade do ar       | Qualidade do ar      |
|                              | Flora                 |                      |
|                              | Factores climáticos   |                      |
|                              | Gestão de resíduos    |                      |

Quadro 2 - Lista de descritores em EIA de parques eólicos (Julho 2001).

## 14. PROCEDIMENTOS ADMINISTRATIVOS

Em Portugal, a tramitação administrativa do desenvolvimento do projecto de um parque eólico é complexa, burocrática e morosa. Envolvendo muitos organismos da Administração, está sujeita a processos de avaliação intermédios cujos critérios não são suficientemente explícitos e carece de regras coordenadoras para todos os agentes envolvidos, por forma a que seja possível desenvolver acções paralelas, encurtando tempos e, se necessário, accionar os mecanismos previstos na lei geral quando as respostas tardam.

Um dos factores apontados pelos promotores de parques eólicos como prioritário para a celeridade da análise de projectos foi designado "Guichet Único". Com esta denominação pretende-se descrever um gabinete único de recepção de projectos, horizontal em termos de licenciamento, o qual permitiria uma normalização de procedimentos para os diferentes organismos da Administração Pública envolvidos no licenciamento de parques eólicos.

Embora desejado por muitos, a proposta do "Guichet Único" carece ainda de concretização, aguardando-se que uma futura reestruturação da Administração Pública permita a sua implementação.

## 15. PERSPECTIVAS FUTURAS

### NOVAS ATITUDES

Pesem embora as dificuldades e barreiras referidas, é inquestionável que se vem assistindo a uma progressiva mudança de atitudes por parte dos agentes envolvidos nestes processos - Administração, Autarquias, empresas do sector eléctrico e também dos próprios promotores - face à evidência crescente do papel que a energia eólica assume na geração de electricidade.

A procura de informação é grande e, da atitude de rejeição liminar que em certos meios era regra, evolui-se para uma postura de análise fundamentada dos casos a qual, embora lenta em muitos casos, procura a compatibilização de diferentes interesses e as soluções técnicas que garantam a qualidade do serviço que a cada entidade cumpre prestar.

### NOVO QUADRO LEGISLATIVO

O programa para o fomento da eficiência energética e utilização das energias endógenas, Programa E4, deu lugar à elaboração de nova legislação aplicável aos aproveitamentos eólicos.

O tarifário anunciado eleva a remuneração da energia produzida para níveis que se aproximam muito dos mais favoráveis na Europa. O aumento do preço incide sobretudo nos escalões de produção inferior, abaixo das 2200 horas equivalentes, o que viabiliza a instalação de parques em locais até aqui fora de causa. Como aspecto novo sobressai também a atribuição de uma percentagem da facturação às autarquias.

A legislação introduz ainda novas regras na gestão da atribuição dos pontos de interligação, visando um melhor aproveitamento da capacidade que a rede disponibiliza. Trata-se de matéria complexa que merece dos promotores menor consenso do que o tarifário. Aguarda-se a colocação em prática das medidas anunciadas e, sobretudo, espera-se abertura para a sua revisão próxima, caso tal se revele necessário.

Não foi ainda contemplada a questão, de há muito reclamada, da centralização dos processos de licenciamento num único organismo que teria a cargo a solicitação de pareceres, a verificação do cumprimento de prazos e a coordenação de todo o procedimento administrativo.

Existem factores que, a serem estudados e desenvolvidos permitem, num futuro próximo, quer a maximização do aproveitamento da energia eólica, quer a sua

gestão eficiente pelo sistema electroprodutor. Entre outros são de referir:

- Desenvolvimento de metodologias de previsão do recurso e estimativa de produção dos parques eólicos: “despacho económico” da produção eólica;
- Gestão da interruptibilidade da produção de parques eólicos;
- Análise do binómio produção eólica-consumo na rede de distribuição;
- Critérios de optimização da potência a instalar;
- “Despacho económico local” – DPS.

## 16. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desafio do cumprimento da Directiva Comunitária para as renováveis é grande e o tempo breve. Os mais de 3000 MW de capacidade de geração em energia eólica que será necessário instalar exigem, para além de um quadro legislativo adequado, a criação de infra-estruturas cuja concretização é demorada. É positiva a atitude de algumas entidades que, nos critérios de decisão e planos de investimento para os próximos anos, incorporam já preocupações relativas a esta nova realidade. Os tempos característicos de concretização destes projectos são da ordem de dois a quatro anos, sendo pois necessário introduzir no ritmo de implementação um salto significativo.

Aspecto menos discutido mas de grande importância é o do financiamento. O apoio do Estado é interessante, mas a tendência é a de esses apoios serem progressivamente absorvidos pelas infra-estruturas. Aos promotores caberá encontrar fontes alternativas, soluções imaginativas, de que há já alguns exemplos.

De grande importância são também as competências. Portugal dispõe, felizmente, de profissionais e instituições qualificadas para o desenvolvimento integral dos

projectos de energia eólica, para a sua construção e para a exploração das instalações.

Os investimentos previstos para o alcance dos objectivos são vultuosos. Haverá que tomar medidas para que também a indústria nacional colha alguns benefícios, gerando riqueza e postos de trabalho. A atitude não poderá, contudo, ser de mera expectativa, esperando que a tutela crie condições e forneça garantias. Os empresários e os promotores necessitam de tomar atitudes concertadas, estabelecer parcerias e importar alguma das ideias que, com sucesso, foram postas em práticas em países onde a indústria beneficiou largamente com estes investimentos.

A opção está já assumida. É necessário agora agilizar processos, concertar atitudes e critérios e acelerar decisões.

## ANEXO I. IMPACTE NOS CONSUMIDORES DO ACTUAL TARIFÁRIO (ERSE, Nov. 2001)

### OBJECTIVO

Pretende-se com esta simulação calcular o impacte no preço médio de venda de energia eléctrica a clientes finais de 2001, considerando uma capacidade instalada de 2000 MW de energia eólica.

A falta de informação disponível sobre a evolução de todas as variáveis técnicas e económicas do Sistema Eléctrico Nacional obrigou à utilização de alguns pressupostos sobre a sua evolução futura, o que impede que os resultados possam ser considerados rigorosos.

### PRESSUPOSTOS

O Quadro I.1 sintetiza os pressupostos utilizados para o cálculo das quantidades de energia eléctrica que os 2000 MW de potência instalada permitirão produzir e o respectivo preço médio de aquisição.

| CLASSES DE UTILIZAÇÃO DA POTÊNCIA INSTALADA (h) | TARIFA (esc/kWh) | PONDERADOR DA POTÊNCIA INSTALADA TOTAL (%) | UTILIZAÇÃO DA POTÊNCIA INSTALADA (h) | ENERGIA PRODUZIDA (TWh)      |
|---|------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|
| (1)   | (2)              | (3)  | (4)                                  | (5) = 2000 x (2) x (3) x (4) |
| <2000   | 16,5             | 5  | 2 000                                | 0,2                          |
| ]2000, 2200]                                    | 14,0             | 20   | 2 100                                | 0,8                          |
| ]2200, 2400]                                    | 11,9             | 50   | 2 300                                | 2,3                          |
| ]2400, 2600]                                    | 10,1             | 20   | 2 500                                | 1,0                          |
| >2600   | 8,6              | 5  | 3 000                                | 0,3                          |
| TOTAL   |                  |  |                                      | 4,6                          |

Quadro I.1 - Pressupostos.

Admitindo uma central de 2000 MW, com uma utilização média de 2320 horas (4,6 TWh/2000 MW), obtém-se um preço médio de 16,05 esc/kWh.

De acordo com a melhor informação disponível na ERSE para o ano 2010, foi considerado o seguinte:

- Produção Bruta  $\cong$  62 TWh.
- Consumo SEP  $\cong$  43 TWh.
- Consumo SENV  $\cong$  6,5 TWh.
- Entregas dos PRE ao SEP  $\cong$  11,7 TWh.
- As aquisições aos produtores do SEP foram valorizadas considerando o custo médio utilizado no cálculo das tarifas de 2001.
- Todos os restantes custos se mantiveram constantes.

## METODOLOGIA

Dado que neste momento as tarifas de 2002 ainda se encontram sob a forma de proposta, calculou-se qual seria o impacto da injeção na rede dos 4,6 TWh produzidos a partir de parques eólicos a um preço médio de 16,05 esc/kWh, no cálculo das tarifas para 2001, considerando um cenário de consumos previsível para 2010.

O Quadro I.2 apresenta os custos de aquisição aos Produtores em Regime Especial (PRE). Por um lado, os que foram considerados aquando do cálculo das tarifas para 2001 ("Tarifas 2001") e, por outro, os valores considerando a instalação dos 2000 MW eólicos ("com 2000 MW de eólica").

De acordo com Regulamento Tarifário, os custos com aquisição de energia a Produtores em Regime Especial

imputados à Tarifa de Uso Global do Sistema correspondem à diferença entre os custos de aquisição aos Produtores em Regime Especial e os custos que seriam incorridos pelo SEP para a produção daquela energia. Os custos que seriam incorridos pelo SEP correspondem à aplicação das Tarifas de Energia e Potência e de Uso da Rede de Transporte em AT às entregas dos Produtores em Regime Especial.

Assim, aquando do cálculo das tarifas para 2001<sup>4</sup>, para a valorização ao custo SEP, utilizou-se o preço médio da TEP (Tarifa de Energia e Potência) e da URT<sub>AT</sub> (Uso da Rede de Transporte em AT) de 2000 aplicado à energia activa (Quadro I.3).

| Valorização da PRE (preços 2000) | esc/kWh |
|----------------------------------|---------|
| TEP                              | 8,95    |
| URT <sub>AT</sub>                | 0,71    |

Quadro I.3 - Custos SEP em 2000.

## RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

### Actividade de aquisição de energia eléctrica

Tendo em conta os pressupostos anteriormente enumerados, a nova estrutura de produção associada à alteração de consumos implicaria uma redução do preço médio da tarifa de energia e potência de 1 %, isto é passaria de 9,58 \$/kWh para 9,49 \$/kWh.

### Actividade de gestão global do sistema

A transferência do sobrecusto para esta actividade implicaria um acréscimo desta tarifa de 78,9 %, isto é, passaria de 0,57 \$/kWh para 1,02 \$/kWh, mantendo-se todos os restantes custos constantes.

| AQUISIÇÕES AOS PRE | TARIFAS 2001 |              |             | COM 2 000 MW DE EÓLICA |              |              |
|--------------------|--------------|--------------|-------------|------------------------|--------------|--------------|
|                    | TWh          | esc/kWh      | 10% PTE     | TWh                    | esc/kWh      | 10% PTE      |
| Eólica             | 0,2          | 11,83        | 2,1         | 4,6                    | 16,05        | 74,5         |
| Outros PRE         | 3,1          | 10,71        | 33,3        | 7,1                    | 10,53        | 74,6         |
| <b>TOTAL</b>       | <b>3,3</b>   | <b>10,77</b> | <b>35,5</b> | <b>11,7</b>            | <b>12,71</b> | <b>149,0</b> |

Quadro I.2 - Custos de aquisição aos PRE.

#### Nota:

<sup>4</sup>. Dois anos depois, em 2003, no cálculo do ajustamento com dados reais, aplica-se à energia activa discriminada por período tarifário e à potência em horas de ponta, as tarifas TEP e URT<sub>AT</sub> publicadas para 2001.

#### Preço médio de venda a clientes finais

Como consequência da alteração da estrutura da produção e dos consumos, considerando que todos os restantes custos se manteriam, o preço médio de venda a clientes finais (exclui as vendas a clientes não vinculados) passaria de 18,46 \$/kWh para 19,18 \$/kWh, o que corresponderia a um agravamento de cerca 4 %.