

Inovar na Produção de Energia Elétrica a Partir do Vento

O Recurso a Postes de Eletricidade Existentes

1 Introdução

O vento é utilizado há milhares de anos para suprir as necessidades energéticas da atividade humana.

A energia eólica é, como a maioria das fontes de energia renovável, uma forma de energia solar, tendo origem no aquecimento da atmosfera pelo sol, que põe em movimento as massas de ar. A rotação da terra, a forma e cobertura da superfície terrestre e os planos de água, influenciam por seu turno o regime dos ventos, ou seja, a velocidade, direção e variabilidade do vento num determinado lugar.

Através de um gerador eólico é possível, pela rotação das pás, converter a energia cinética contida no vento em energia mecânica, que por sua vez é transformada em energia elétrica por intermédio de um gerador elétrico. Produz-se desta forma energia “limpa”, amiga do ambiente.

A energia eólica é já hoje, no mundo inteiro, a energia renovável que produz a maior quantidade de energia elétrica. Estima-se que a energia total armazenada no vento seja 100 vezes superior a toda a energia necessária pela humanidade hoje.

Contudo, esta forma de produção de energia elétrica ainda não foi explorada completamente. Como fazê-lo utilizando os recursos existentes?

2 A energia eólica hoje

Como resultado de pesados investimentos em grandes geradores eólicos, o vento passou de um pequeno fornecedor de energia para um dos principais componentes do *mix* energético dos países industrializados. A eletricidade gerada a partir do vento aumentou mundialmente a uma taxa média de 21% entre 2006 e 2010, representando hoje cerca de 2% do fornecimento total de energia.

Portugal aparece hoje como uma referência mundial neste domínio. A energia eólica já representa no nosso país, em 2011, cerca de 11% do total de energias renováveis utilizadas na produção de energia elétrica.

De acordo com o documento “Estratégia Nacional para a Energia 2020”, o aumento da potência eólica terá evitado o recurso a um maior número de centrais térmicas de ciclo combinado. A política energética nacional, descrita neste documento estruturante, define como um dos objetivos garantir o cumprimento dos compromissos nacionais no contexto das políticas europeias de energia e de combate às alterações climáticas, permitindo que em 2020, 31% do consumo final bruto de energia, 60% da eletricidade produzida e 10% do consumo de energia do sector dos transportes rodoviários tenham origem em fontes renováveis.

Esta aposta nas energias renováveis veio permitir não só diversificar ainda mais o *mix* energético, com a consequente redução do consumo de combustíveis fósseis e dos impactos ambientais associados, como reduzir a dependência energética externa de Portugal.

Os grandes geradores eólicos precisam de muito vento para começarem a rodar e a produzir energia elétrica. Por isso têm de ser instalados em zonas com muito vento e em altura. Um gerador eólico grande, com 6 MW de potência, que poderá alimentar até 5.000 habitações com energia elétrica, tem de ser montado a uma altura de 120 metros, para ser interessante do ponto de vista económico.

Os grandes aerogeradores apresentam, contudo, um conjunto de problemas:

- a. Um elevado impacto visual, não contribuindo para uma paisagem harmoniosa e bonita. Se a tendência de instalação de mais aerogeradores se mantiver, a paisagem será ainda mais “poluída”.
- b. Devido ao fluxo descontinuado de vento, que conduz a grandes oscilações na rede elétrica, será necessária uma rede elétrica inteligente, que possa armazenar a energia elétrica produzida em excesso e que a possa injetar na rede quando esta for necessária. Para que a intermitência associada ao perfil de produção eólica seja integrada no sistema elétrico, é necessária a

introdução de um elemento estabilizador, que terá de ser, no caso português, parcialmente garantido pelo aumento da potência hídrica. A esta solução estão associados elevados custos.

- c. A necessidade de obtenção de uma licença de instalação é um processo que poderá ser muito moroso e complexo. Adicionalmente, a contestação das populações pode ser um elemento que inviabilize a concretização de novos aerogeradores e / ou das correspondentes linhas de transporte de energia elétrica, devido ao impacto visual e sonoro que provocam.
- d. O elevado custo de produção e instalação das torres, que são cada vez mais altas, para conseguirem ter mais produção: uma torre pode custar até 1 milhão de euros, tendo de se lhe adicionar os custos das respetivas fundações.
- e. O impacto sobre as aves no local de instalação dos geradores eólicos. O choque entre estas e as pás pode originar a modificação dos seus comportamentos habituais de migração.
- f. O impacto sonoro: o som do vento bate nas pás produzindo um ruído constante. As habitações deverão estar afastadas pelo menos 200m do local de instalação de um grande gerador eólico.

Mas a energia eólica apresenta um conjunto muito significativo de vantagens:

- a. É uma fonte de energia segura, renovável e existente em grandes quantidades.
- b. O funcionamento de uma turbina eólica não produz nem emissões tóxicas ou poluentes nem lixo, e permite a continuação do desenvolvimento de atividades no terreno envolvente, por exemplo, a agricultura.
- c. Mesmo quando se considera todo o ciclo de vida de uma instalação, desde a sua construção até ao seu desmantelamento, passando pela sua exploração, a energia eólica é a fonte com menor impacto ambiental, nomeadamente em termos de emissões de gases com efeitos de estufa, responsáveis pelas alterações climáticas.

- d. É responsável pela criação de emprego em zonas rurais.
- e. Permite uma redução da elevada dependência energética do nosso país face ao exterior.
- f. É uma das fontes mais baratas de energia, podendo competir em termos de rentabilidade com as fontes de energia tradicionais.

Perante os problemas que os grandes geradores eólicos apresentam, mas havendo uma enorme pressão para a produção de energia elétrica a partir de energias renováveis (nomeadamente pelo abandono da opção da energia atómica), como se pode produzir energia elétrica em quantidade suficiente para cobrir as crescentes necessidades?

3 A aposta em soluções inovadoras

Se é difícil obter uma licença para instalar um gerador eólico de grande porte, e se os grandes geradores apresentam várias desvantagens, porque não utilizar postes de eletricidade existentes para desempenharem uma segunda função, em adição à de suporte dos cabos: a produção de eletricidade?

O arquiteto *Wolfgang Frey*, de Freiburg na Alemanha, responsável pela iniciativa *Free Energy*, e a sua equipa de técnicos, propõem precisamente esta solução inovadora: a aplicação de pequenos geradores eólicos em copas de árvores e em postes de eletricidade existentes.

Em Setembro de 2011 lançaram um projeto-piloto, com a montagem de três pequenos aerogeradores num poste de eletricidade existente.

As vantagens dos aerogeradores pequenos face aos aerogeradores grandes são várias:

- a. Produzem continuamente energia elétrica, pois funcionam mesmo com vento fraco. Desta forma obtém-se uma produção de energia elétrica mais constante do que com os geradores de grande porte. Os grandes geradores eólicos necessitam de ventos fortes

- e, embora produzam globalmente mais energia elétrica, podem originar fortes oscilações na rede elétrica, dado que o armazenamento da energia excedentária produzida é ainda de difícil concretização.
- b. Permitem produção descentralizada, obtendo-se uma injeção constante de energia elétrica na rede, apesar de existirem oscilações no próprio vento.
- c. São muito mais silenciosos que os grandes geradores eólicos.
- d. Causam menos impacto visual.
- e. O pedido de licenciamento de grandes aerogeradores eólicos pode ser muito demorado e complexo. Na Alemanha, as autoridades aboliram recentemente, em Setembro de 2011, a obrigatoriedade de licenciamento para pequenos aerogeradores.
- f. Necessitam de menos espaço para serem instalados e operados.
- g. A instalação é tecnicamente fácil de concretizar.
- h. Terão o apoio das populações locais, pois não serão instalados novos aerogeradores na paisagem.
- i. Podem ser instalados nos postes de eletricidade existentes.

- j. Apresentam custos reduzidos de montagem, instalação e produção. Um aerogerador convencional de 6 MW (energia elétrica para 5.000 habitações) tem de ter uma altura mínima de 120 metros. Como cerca de 60 a 70% do custo com o fabrico e montagem recaem sobre a torre, estes serão eliminados se forem utilizados postes de eletricidade existentes.

Na Alemanha, no estado federal de *Baden-Württemberg*, estima-se que existam cerca de 30.000 postes de eletricidade. Se se instalasse um aerogerador de 50kW em cada poste, obter-se-ia uma potência instalada de cerca de 1.500 MW, o que equivaleria à potência de um grupo de uma central nuclear. Em toda a Alemanha estima-se que existam mais de 400.000 postes de eletricidade que poderiam ser igualmente convertidos.

Os responsáveis das empresas que exploram a rede elétrica na Alemanha têm ainda reservas quanto à solução apresentada, tendo contudo autorizado a concretização do projeto-piloto. Mas uma boa parte das reservas levantadas foram já resolvidas. O processo de licenciamento está já simplificado, porquanto na Alemanha os pequenos geradores eólicos com uma altura de até 10 metros não são sujeitos a licenciamento.



Figura 1 – Montagem dos geradores eólicos em poste elétrico existente (Fonte: www.freeenergyweb.eu)

Quanto à problemática da instalação e da manutenção dos geradores eólicos, o arquiteto *Frey* e a sua equipa desenvolveram também uma solução simples: as pás e o gerador são pré-montados, sendo fixos ao suporte do poste através de um sistema de fixação em baioneta. Dessa forma, e com a ajuda de uma autogrua, o gerador pode ser desmontado com um simples “click”, e transportado para o solo, onde será realizada a respetiva manutenção. Dessa forma evitar-se-á ter de desativar a linha de transporte de energia elétrica para a realização da manutenção do gerador eólico.

O projeto poderá, contudo, falhar na vertente económica: o gerador proposto tem um diâmetro de 3 a 4 metros e custará presentemente cerca de 15.000 Euros. A equipa de *Frey* estima que com a produção em série seja possível reduzir os custos para 1/3, tornando dessa forma a solução também viável do ponto de vista económico.

Os postes de eletricidade existem em grande quantidade, pelo que com uma adaptação de geradores eólicos, tornam-se em postes com uma dupla função – o transporte e a produção de energia elétrica - e representam uma significativa mais-valia ecológica.

Uma outra solução – as copas das árvores

O arquitecto *Frey* tinha já anteriormente instalado pequenos aerogeradores em copas de árvores. No projecto-piloto realizado na floresta negra na Alemanha, consegue-se produzir 9000 kWh de energia eléctrica, o que será o dobro da energia eléctrica necessária para uma habitação familiar de 4 pessoas.

Contudo, esta solução esbarrou inicialmente num problema jurídico: como enquadrar esta solução técnica no quadro legal vigente. Perante o vazio legal detectado, as autoridades alemãs entretanto definiram que o gerador eólico montado em cima de uma árvore não é uma construção, pelo que não tem de ser sujeito a licenciamento. Mas, ainda assim, ter-se-á de ter em conta o impacto ambiental que tal solução possa implicar. Está por isso a decorrer até final de 2011 um estudo com o qual se pretende observar, através de câmaras web e de microfones, se os pássaros são incomodados pelo gerador eólico instalado na árvore.



Figura 2 – Pequeno gerador eólico na copa de uma árvore (Fonte: www.freeenergyweb.eu)

Esta solução tem como grande vantagem a produção e o consumo local de energia eléctrica. Ou seja, a energia eléctrica produzida pelo pequeno gerador eólico instalado na copa da árvore permitirá a alimentação da própria habitação. Também as perdas serão reduzidas, dado que o cabo que interliga o gerador e a casa tem dimensões reduzidas

Tabela 1 – Descrição da solução “Gerador eólico montado num poste eléctrico existente”

Descrição da solução:	Gerador eólico montado num poste eléctrico
Diâmetro das pás:	4 metros
Peso:	200 kg para um gerador de 20 kW
Potência:	Entre 20 kW e 50 kW
Custos globais:	15.000 Euros, podendo reduzir-se para cerca de 5.000 Euros se a produção for feita em série e m grandes quantidades
Vantagens:	<ul style="list-style-type: none"> . elevada poupança de custos . baixo investimento inicial . facilidade e rapidez de montagem . inexistência de ruído . reduzido impacto ambiental



Figura 3 - Fases de montagem de geradores eólicos na copa de uma árvore (Fonte: www.freeenergyweb.eu)

Assistir-se-ia a uma produção e distribuição de energia eléctrica descentralizada e regenerativa, sem interferência com o ecossistema.

Esta solução tem como grande vantagem a produção e o consumo local de energia eléctrica. Ou seja, a energia eléctrica produzida pelo pequeno gerador eólico instalado na copa da árvore permitirá a alimentação da própria habitação. Também as perdas serão reduzidas, dado que o cabo que interliga o gerador e a casa tem dimensões reduzidas. Assistir-se-ia a uma produção e distribuição de energia eléctrica descentralizada e regenerativa, sem interferência com o ecossistema.

Segundo Frey, desta forma, e se for possível replicar esta solução, será possível contribuir para a redução da necessidade de construção de novas linhas de transporte de energia eléctrica em alta tensão.

Os custos globais desta solução, incluindo a montagem respectiva, rondarão, segundo Frey, os 7.000 Euros, poupando-se a torre, as fundações, a linha de transporte e o posto de transformação que seriam necessários para transportar a energia eléctrica ao longo de grandes distâncias.

Ainda uma outra solução - rotores verticais em postes eléctricos existentes

Os geradores eólicos poderiam contribuir ainda mais significativamente para a melhoria do balanço energético global se não fossem as controversas pás.

A solução desenvolvida pelos designers franceses Nicola Delon, Julien Choppin e Raphael Menard, em 2009, denominada "Wind-In", permite que a energia eléctrica produzida pelos geradores eólicos seja injectada directamente na rede.

Nesta solução um ou mais pequenos geradores verticais são instalados no interior de postes metálicos de electricidade existentes. Segundo os seus criadores, este sistema pode ser facilmente montado.

Segundo os cálculos realizados pela equipa do "Wind-In", uma adaptação de todos os postes de alta tensão existentes em França com um gerador eólico vertical, poderia suprir 15% das necessidades de energia eléctrica francesa.

Tabela 2 - Descrição da solução "Gerador eólico montado na copa de uma árvore"

Descrição da solução:	Gerador eólico montado na copa de uma árvore
Diâmetro das pás:	3,4 metros
Potência:	5,5 kW
Energia produzida por ano:	cerca de 9.000 kWh, o que permitirá alimentar 2 habitações familiares de 4 pessoas.
Custos globais:	7.000 Euros, incluindo a respectiva montagem
Vantagens:	<ul style="list-style-type: none"> . elevada poupança de custos . caminhos curtos de transporte de energia eléctrica . inexistência de ruído . reduzido impacto ambiental . As árvores não são consideradas "construções", logo não é necessário submeter esta solução a um processo de licenciamento construtivo.

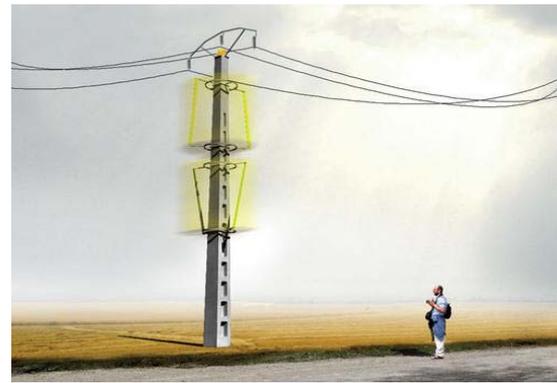


Figura 4 - Geradores eólicos verticais instalados em postes eléctricos existentes

Devido à distribuição geográfica dos postes, conseguir-se-ia ainda um fornecimento homogéneo de energia eléctrica dentro do país. Com esta medida poder-se-iam desligar seis centrais nucleares, estimam os criadores desta solução.

Esta solução apresenta as seguintes vantagens:

- A energia eléctrica produzida é injectada na rede sem ter de desenvolver uma nova infraestruturas extensa. A ligação entre o gerador e a rede é reduzida a poucos metros, o que conduzirá a uma significativa redução de custos.
- Conseguir-se-á garantir um fluxo contínuo de energia limpa.
- Evita a construção de novos geradores eólicos de grandes dimensões.
- Coloca os geradores dentro do espaço físico já ocupado pelos postes eléctricos, não causando poluição visual adicional.

As desvantagens das soluções apresentadas

Mas estas soluções inovadoras apresentam ainda algumas desvantagens:

- Os postes existentes não foram construídos para acomodar geradores eólicos, por isso necessitarão de ser reforçados estruturalmente, o que poderá ser simples ou extremamente complexo de realizar, do ponto de vista técnico. Contudo, com o passar dos anos, muitos dos postes existentes terão de ser reforçados ou mesmo substituídos por novos, pelo que a verificar-se, deverão ser desde logo preparados para possibilitar a instalação de pequenos geradores eólicos.

- As adaptações necessárias nos postes eléctricos poderão ser difíceis de justificar economicamente. O custo dos pequenos geradores eólicos é ainda elevado, devido à reduzida quantidade de equipamentos produzidos anualmente.
- A injeção da energia eléctrica na rede tem de ser garantida por transformadores que terão de converter a baixa tensão no gerador em alta tensão da rede. Igualmente problemático poderá ser o sistema de protecção eléctrica da rede. Estes problemas técnicos ainda não foram totalmente solucionados. Também a gestão da injeção local da energia eléctrica produzida na rede de transporte terá de ser acautelada, para evitar o colapso da mesma. Mas para além da solução técnica será necessário verificar a viabilidade económica associada à instalação dos transformadores necessários e à gestão da própria rede.
- Têm de ser instalados equipamentos de protecção, para evitar que componentes do gerador eólico que eventualmente se soltem, possam danificar a linha de transporte de energia eléctrica que se encontra fixada também no poste onde foi alojado o gerador.
- A aplicação de geradores eólicos verticais, um por cima do outro, como no caso do projecto "Wind-In", poderá não ser a forma mais económica de produzir energia eléctrica, aplicando-se a regra de que quanto mais alto se instalar o gerador eólico, mais fortes são os ventos e logo mais energia se poderá obter.
- Toda a manutenção dos geradores eólicos poderá ser complexa, pois estes estarão alojados em postes que suportam linhas de transporte de energia eléctrica de alta tensão, em carga.

Mesmo estando resolvidas todas as questões técnicas inerentes, o licenciamento associado à autorização da injeção da energia eléctrica produzida, na rede de transporte, que depende também da vontade política, poderá condicionar o sucesso das soluções apresentadas.

A abertura das empresas de produção, de transporte e de distribuição de energia eléctrica a estas novas soluções será igualmente determinante. Normalmente a empresa que gere a produção de energia eléctrica, não é a mesma que tem a seu cargo a gestão do transporte da mesma, pelo que as soluções apresentadas poderão ser difíceis de concretizar no curto prazo.

Pressionados com a decisão do governo alemão em abandonar a produção de energia eléctrica em centrais nucleares e com os compromissos assumidos no âmbito da União Europeia, que prevêem a incorporação de energias renováveis em cerca de 20% no consumo de energia final em 2020, existem hoje várias conversações com empresas produtoras e de distribuição de energia eléctrica na Alemanha. Estas estão juntamente com a equipa de Frey a estudar e a concertar tecnicamente as soluções apresentadas em cima.

Também os governos regionais e o próprio governo central alemão começam a interessar-se por este tema, tendo permitido que fosse contratualizado um segundo projecto-piloto. Este engloba a instalação de geradores eólicos em postes de electricidade da rede de alta tensão, ao longo de quatro quilómetros, estando a sua instalação prevista para o final do corrente ano.



Figura 5 - Assim será o futuro (talvez)
(Fonte: www.freeenergyweb.eu)

Assim, mesmo que os postes tenham de ser reforçados estaticamente para poderem albergar os geradores eólicos, económica e ambientalmente haverá sempre uma grande vantagem face à construção de novos geradores. Desde logo porque se obtém, ao evitar as torres e respectivas fundações, uma considerável redução de custos na concepção, produção e instalação, e porque haverá também uma maior aceitação por parte das populações.

Também em Portugal, onde existem mais de 8.000 km de linhas de transporte, haverá um grande potencial para a instalação de geradores eólicos em postes.

Com este artigo pretende-se sensibilizar (também) os agentes em Portugal (empresas de produção, de transporte e de distribuição de energia eléctrica, reguladores e outras entidades públicas) para a utilização destas soluções inovadoras.

Produzir energia eléctrica de uma forma simples, utilizando recursos existentes, implica ainda a resolução de algumas questões técnicas em aberto. Mas a história ensina-nos que “a necessidade aguça o engenho”.

Bibliografia

Castro, Rui (2011). Uma Introdução às Energias Renováveis: Eólica, Fotovoltaica e Mini-hídrica. Lisboa: IST Press.

ENEOP – Eólicas de Portugal. (2011). O que é a Energia Eólica. www.eneop.pt

ENE 2020 – Estratégia Nacional para a Energia. (2010). Resolução do Conselho de Ministros nº 29/2010. Diário da República, 1ª série, nº73.

Free Energy. (2011). Windkraft neu denken. www.freeenergyweb.eu

Hooss, Henning (2011). Liliput-Windräder: Strom vom Baum und Mast. Julho. www.architekten-frey.de

LaBarre, Suzanne (2009). Harvesting the Wind. Maio, www.metropolismag.com.

Pauli, Gunter (2010). Wind Energy without (new) Pylons. Maio, www.clubofrome.at.

REN (2010). A Energia Eólica em Portugal 2010. www.ren.pt