

5 – Micro-Turbinas Eólicas



5.1 - Descrição da tecnologia

As turbinas eólicas, também conhecidas por aerogeradores, têm como função transformar a energia cinética do vento em energia mecânica e consequentemente em energia eléctrica. Uma turbina eólica (ver figura 5.1) compõe-se dos seguintes elementos:

- Uma torre, que permite elevar a turbina eólica até ventos mais regulares na camada limite atmosférica.
- Uma nave ou nacelle que contém o sistema mecânico
- Um veio que permite a rotação das pás e transmite a energia mecânica ao gerador eléctrico
- As pás, que permitem “absorver” a energia cinética do vento.

O vento é definido essencialmente por dois parâmetros: **velocidade** e **direcção**. A sua intensidade não é regular e a sua disponibilidade depende do local. Como tal, antes de cada instalação, medições dos parâmetros do vento têm que ser efectuadas, assim como um estudo do **relevo** do local. Quanto menores forem as alterações do relevo, menores serão as barreiras físicas e assim melhor será a regularidade do vento. Esta é a razão pela qual, hoje em dia se estão a desenvolver parques eólicos em “off-shore”.



Figura 5.1
(www.eole.org)

Uma turbina eólica não permite transformar a totalidade da energia do vento em energia útil (ver figura 5.2). A potência recuperável por uma turbina eólica é função da velocidade do vento ao cubo, valor denominado por **limite de Betz**:

$$P=0,37 v^3 \quad \text{em W/m}^2$$

sendo P = potência recuperável; v = velocidade do vento em m/s

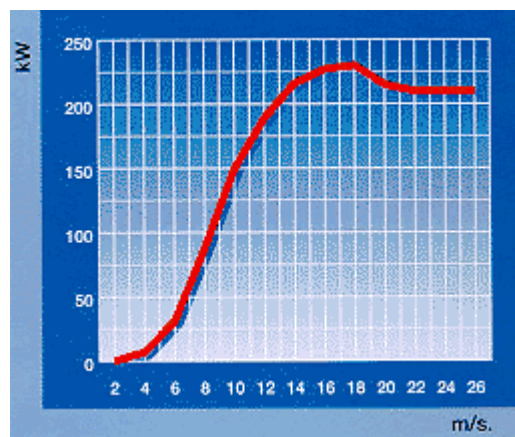


Figura 5.2 - Relação entre a potência e a velocidade do vento (Fonte: www.eole.org)

Velocidades de vento demasiado elevadas podem também ser um problema sério para o funcionamento das turbinas eólicas, não só colocando problemas de resistência do material, mas também de segurança e de travagem da maquinaria. Assim, cada turbina eólica é equipada com pelo menos dois dos seguintes sistemas de travagem:

- **Sistema de controlo por força centrífuga:** dois pesos afastam-se do centro por acção da força centrífuga resultante do movimento de rotação e activam os travões aerodinâmicos (por exemplo este sistema é utilizado nas turbinas eólicas Vergnet)
- **Regulação e travagem por leme articulado:** a turbina eólica desalinha-se automaticamente do vento
- **Regulação e travagem tombando a eólica para trás:** quando o vento é muito forte, a eólica pode tombar completamente. Esta solução é apenas possível em pequenas turbinas eólicas
- **Regulação aerodinâmica sobre as pás:** sistemas em que as pás têm a possibilidade de serem colocadas em posições que oferecem menos resistência ao vento ou que activam um sistema de travão aerodinâmico.
- **Paragem com travões de disco automáticos:** neste caso não é apenas uma travagem, mas antes uma paragem. Quando a velocidade do vento diminui, os travões desbloqueiam-se (ver figura 5.4).

Figura 5.3



Figura 5.4

5.1.1 Os diferentes tipos de turbinas eólicas

Nem todas as turbinas eólicas são iguais, todavia existe actualmente uma certa convergência para as turbinas eólicas com um eixo horizontal e três pás. Os dois grandes tipos de turbinas eólicas são as de **eixo vertical** e as de **eixo horizontal** (ver figura 5.5).

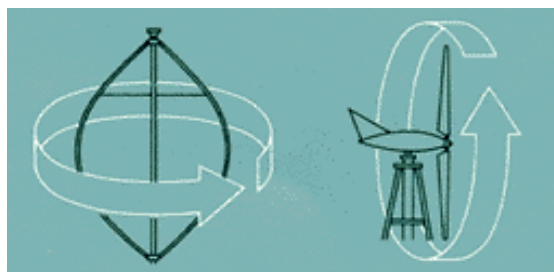


Figura 5.5 – Turbinas eólicas de eixo vertical (esq.) e de eixo horizontal (dir.) (Fonte: www.eole.org)

Hoje em dia, poucas empresas fabricam turbinas eólicas de eixo vertical. No entanto, o exemplo mais famoso talvez seja o da turbina eólica de Cap-Chat do Canadá (ver figura 5.6). A grande vantagem deste tipo de turbina eólica é o facto de o gerador se encontrar na base e de poder captar os ventos sem necessidade de um mecanismo de orientação.



Figura 5.6 – Eólica vertical de Cap-Chat - Canadá (esq.) e eólica vertical “Rosa dos Ventos” (dir.)

A dimensão das turbinas eólicas depende sobretudo da potência desejada. Assim, quanto mais elevada for a potência desejada da turbina eólica, maior esta deverá ser. Actualmente, a potência máxima ronda os 2 MW, mas espera-se chegar até 6MW com as turbinas eólicas em “off-shore” (no mar). Todas estas turbinas produzem normalmente para entregar a electricidade à rede. Existem também turbinas eólicas de alguns watts para utilização doméstica. Nestes casos é possível conservar esta energia utilizando baterias.

A maioria das turbinas eólicas tem 3 pás. No entanto, ao contrário do que pode parecer intuitivamente, o mais importante não é o número de pás, mas sim a superfície varrida por estas. Assim, uma turbina eólica com apenas 2 pás pode ter a mesma eficiência que uma turbina eólica de 3 pás. Existem também turbinas eólicas com uma só pá. Este modelo está a ser construído por uma empresa italiana (Riva Galzoni), encontrando-se esta tecnologia ainda em fase de desenvolvimento (ver figura 5.7).



Figura 5.7 – Diversos tipos de turbina-eólicas, com número de pás variável

5.2 Fabricantes e produtos

Quadro 5.1a – Características gerais de alguns modelos de micro-turbinas eólicas

Fabricante / Distribuidor	Modelo	Vel. Mín. do vento (m/s)	Vel. Máx. do vento (m/s)	Resistência máxima ao vento (m/s)	Potência (e vel. nominal do vento) (kW - m/s)	Diâmetro (m)	Tipo de gerador	Número de pás
African Winpower	AWP36	2.5			1 (12)	3.6		3
	AWP54	Em desenvolvimento			5			
Amos Technology & projects	Kestrel300	3			0.3 (15)	1.2		6
	Kestrel600	Em desenvolvimento						
Ampair	Ampair Hawk					0.915		6
Bonus	Mk III				300			
Ecotools (Eólica vertical "Rosa do vento")	WR 0.18				0.055 (20)			3
	WR 2				0.6 (20)			3
	WR 7				2.1 (20)			3
	WR 14				4.2 (20)			3
Gen Vind Engineering	(i.n.d)				22			
LM Glasfiber	LM 13.4				300 (13.39)	30.2		
	LM 14.4				400 (14.39)	33.4		
	LM 15.4				400 (15.39)	32.4		
Mitsubishi	MWT E500	3			150 – 490 (12.1)	38	Indução	3
NEG Micon					150			
					200			
					40 - 225			
					300			
					100 - 400			
Nordex	N-27/150				150			
	N-29/250				250			
Northern Power Systems	NW 100/19	4	25	70	0.1 (13)	19	Síncrono	3
Olsen Wings	OLW 340	3			5 - 15	6.72		2 – 3
PitchWind	(i.n.d)					14		2
Shield (Eólica vertical)	Jaspira - Energy				2 – 10			
Solener	Vélter XV	3.5		55	15 (13)	7		3
Ventis	Ventis 05-06	3.5	nenhum		6 (12)	5	Síncrono	2
	Ventis 20-100	3.3	25		20/100 (13)	20	Assíncrono	2
	Ventis V12	4	25		500 (12)	40	Assíncrono	2
Vergnet	GEV 4/2	4.5	60		2 (12.5)	4	Assíncrono	2
	GEV 5/5	4.5	60		5 (15)	5	Assíncrono	2
	GEV 7/10	4	80		10 (12)	7	Assíncrono	2
	GEV 10/15	4.5	60		15 (13)	10	Assíncrono	2
	GEV 10/25	4.5	60		25 (16)	10	Assíncrono	2
	GEV 15/60	5	50		60 (15)	15	Assíncrono	2
	GEV 26/220	5	25		220 (14)	26	Assíncrono	2
Vestas	V 27				225			
	V 29				225			
	V 39				500			
Wincon West Wind	W200/26				200			
	W200/29				250			

Quadro 5.1b –Características gerais de alguns modelos de micro-turbinas eólicas (cont.)

Fabricante / Distribuidor	Modelo	Vel. Mín. do vento (m/s)	Vel. Máx. do vento (m/s)	Resistência máxima ao vento (m/s)	Potência (e vel. nominal do vento) (kW - m/s)	Diâmetro (m)	Tipo de gerador	Número de pás
Wind Turbine	Model 23-10 Jacobs	8 (mph)		120 (mph)	10 (25 mph)	23 ft	Síncrono	3
	Model 23-12.5 Jacobs	8 (mph)		120 (mph)	12.5 (27 mph)	23 ft	Síncrono	3
	Model 26-15 Jacobs	8 (mph)		120 (mph)	15 (26 mph)	26 ft	Síncrono	3
	Model 26-17.5 Jacobs	8 (mph)		120 (mph)	17.5 (27 mph)	26 ft	Síncrono	3
	Model 29-20 Jacobs	8 (mph)		120 (mph)	20 (26 mph)	29 ft	Síncrono	3
Windmatic	WM 15 S	3.5	25	50	13 - 66	15.5	Assíncrono	
	WM 17 S	3.5	25	50	95			
Windmission	600 W Windflower	3	>20		0.6 (12)	2	Síncrono	6
	1 kW Winflower	3			1 (10)		Indução	12
	4 kW Winflower	3			4 (13)	3.8	Indução	12
Winside (Eólica vertical)	WS 0.30 C	2.8		30	0.07 (12)			
	WS 0.30 A	3		60	(18)			
	WS 4C	1.5	nenhum	30	0.7 (12)			
	WS 4A	1.9	nenhum	60	0.7 (12)			
	WS 0.15C/B	3.8	nenhum	30 – 40	0.035 (12)			
	WS 2B	2	Nenhum	40	0.35 (12)			
Windstream	Windstream				0.12			2
	Air 403	3			0.4 (12.5)	1.15		3
	Bergey XL 1				1			3
	Whisper H40	2.9			0.9 (12.5)	2.1		3
	Whisper H80	2.8			1 (12.5)	3		3
	Whisper 175	2.7			3.2 (12.5)	4.6		2
	BWC 1500	3.6	nenhum	54	1.5 (12.5)	3		3
	BWC Excel	3.1	nenhum	54	10 (12.1)	7		3
Windworker		3	27	50	10	15		
Wuerth Solergy					0.12 até 0.75			