

REGIME EÓLICO DE QUATRO ESTAÇÕES NO NORDESTE

Sin Chan Chou, Diego J. Chagas, Arthur C. Paiva Neto, Glauber M. Ventura, André A. Lyra, Enio B. Pereira

RESUMO

Este trabalho mostra o regime dos ventos de quatro torres eólicas do projeto SONDA. Estas torres estão localizadas no Nordeste em Petrolina, Triunfo, Belo Jardim e São João do Cariri. As medidas foram tomadas a 50m de altura, exceto Petrolina que foi a 25m, para o período de junho de 2004 a setembro de 2005, exceto Triunfo que foi até junho de 2005. A média anual da direção predominante e da distribuição dos ventos são apresentadas. Somente a estação de Triunfo apresentou valores acima de 7 m/s. A variabilidade anual da intensidade média dos ventos e o parâmetro de forma, k , da distribuição de Weibull mostram ventos mais intensos no inverno em Petrolina e Triunfo.

ABSTRACT

This work shows the wind regime of four wind towers installed by the SONDA project. These towers are located in Northeast Brazil in Petrolina, Triunfo, Belo Jardim and São João do Cariri. Wind was measured at 50 m elevation, except in Petrolina which was measured at 25m, for the period from June 2004 and september 2005, except Triunfo, where the period was up to June 2005. The annual mean values of the predominant wind direction and wind speed distribution are shown. Only Triunfo station showed mean speed over 7 m/s. The annual variability of the mean winds and the Weibull distribution k -shape factor show that only in Triunfo was observed the most intense winds in winter.

Palavras chaves: torres eólicas, vento no Nordeste, energia eólica, SONDA

1. Introdução

O Nordeste do Brasil, por se localizar em baixas latitudes, tem uma situação privilegiada com relação à disponibilidade de energia solar e ventos fortes e persistentes dos alísios de sudeste. A escassez de dados de qualidade adequados ao estudo dos recursos eólicos motivou a instalação de torres eólicas no Nordeste do Brasil através do projeto SONDA (Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais).

O objetivo deste trabalho é produzir uma análise preliminar dos ventos medidos pelas torres eólicas a partir de parâmetros de forma da distribuição de Weibull.

2. Torres eólicas

As torres eólicas foram instaladas nas seguintes cidades: Petrolina na Bahia, Triunfo e Belo Jardim em Pernambuco e São João do Cariri na Paraíba. A Fig. 1 mostra a localização dessas torres. Os ventos foram medidos a 50 m de altura da superfície, exceto a estação de Petrolina, onde apresentou problemas e foi utilizado o vento de 25 m. A maioria das estações estão localizadas em altitude, sendo a de Triunfo a mais elevada. Os sensores de vento das estações são do tipo sônico e reportam a cada 10 minutos. O período medido foi de junho de 2004 a setembro de 2005 para as estações de

Belo Jardim, Petrolina e São João do Cariri. Foram quase 1 ano e meio de dados. A série de Triunfo é um pouco mais curta, vai até junho de 2005. A Tabela 1 resume estas informações. A Figura 2 mostra o entorno das estações. A vegetação arbustiva é predominante.

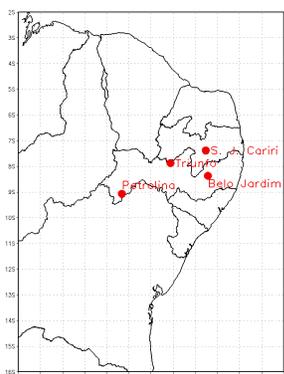


Figura 1 – Localização das estações eólicas do SONDA.

Tabela 1 – Descrição das estações eólicas.

Nome	Latitude	Longitude	Altitude(m)	Altura do sensor (m)	Período dos dados
Belo Jardim	08° 22' 03" S	36° 25' 46" W	718	50	200406 a 200509
Petrolina	09° 04' 08" S	40° 19' 11" W	387	25	200407 a 200509
São João do Cariri	07° 22' 54" S	36° 31' 38" W	486	50	200406 a 200509
Triunfo	07° 49' 38" S	38° 07' 20" W	1123	50	200406 a 200506

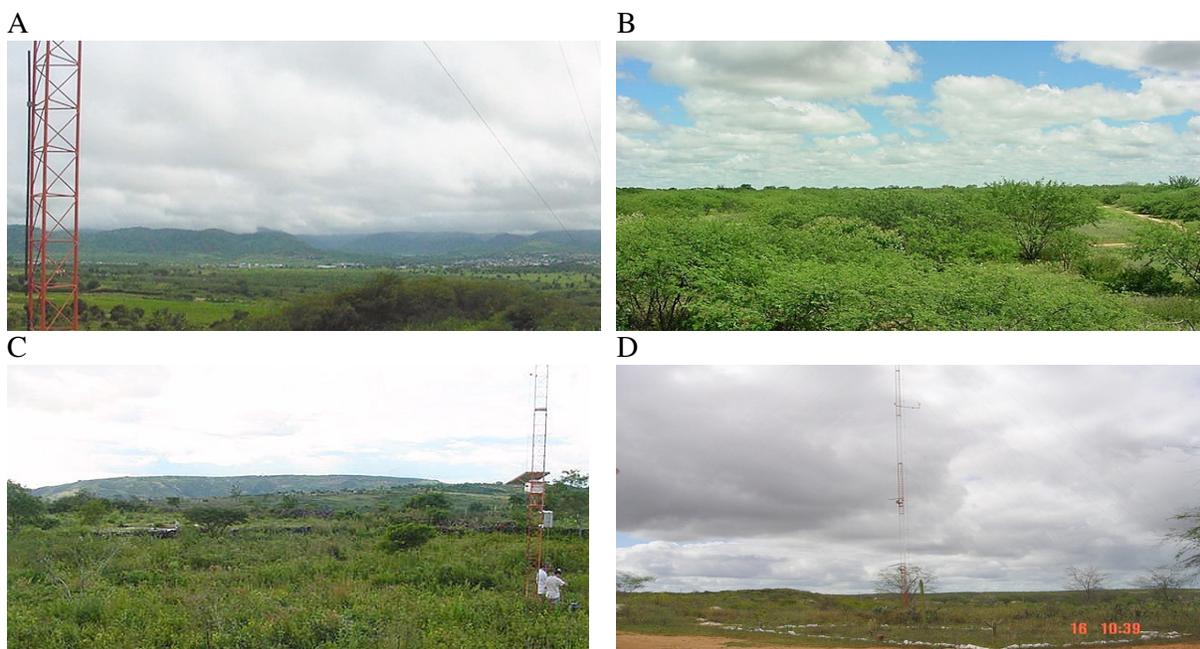


Figura 2 – Entorno das estações de Belo Jardim (a), Petrolina (b), Triunfo (c) e São João do Cariri (d).

3. Metodologia

Estatística dos ventos e a extrapolação do vento de 25m para 50m, em particular para Petrolina, foram produzidas através do programa WasP (Mortensen et al., 2001). Considerou-se comprimento

de rugosidade de 0.1m. Considerou-se também que os ventos se distribuem estatisticamente como uma distribuição de Weibull. Serão apresentados o fator de forma, k , e o fator de escala, A , da distribuição de Weibull e o vento médio. A variabilidade anual destes parâmetros permitem conhecer o período do ano de maior disponibilidade eólica.

4. Regime eólico

3.1 Média Anual

A estação de Triunfo localizada em maior elevação, também é a que apresenta ventos médios mais intensos, acima de 8,3 m/s, entretanto o parâmetro de forma, k , é bastante semelhante ao das outras estações, cerca de 2,8, o que indica pouca variabilidade na intensidade do vento. Petrolina apresenta o maior valor de k , entretanto, com ventos mais fracos, As duas outras estações também apresentam vento médio abaixo de 7 m/s, o que indicaria baixa viabilidade para exploração de energia eólica. Os parâmetros de forma destas duas estações são os menores.

Tabela 2 – Parâmetros de forma e escala da distribuição de Weibull e intensidade do vento (m/s). Valores médios anuais a 50m, considerando $z_0=0.1m$.

Cidade	K	A	U
Belo Jardim	2.66	5.0	4.99
Petrolina	2.85	4.5	4.05
São João do Cariri	2.50	5.0	4.81
Triunfo	2.79	9.3	8.31

3.2 Distribuição dos ventos

Em Belo Jardim, o vento predominante se divide entre sudeste e leste, sendo que os ventos de leste ocorrem por 6 meses, de outubro a abril. Os ventos se distribuem como uma gaussiana, com mais frequente em torno de 5 m/s. De acordo com esta distribuição, a estação não se apresenta viável para exploração energética.

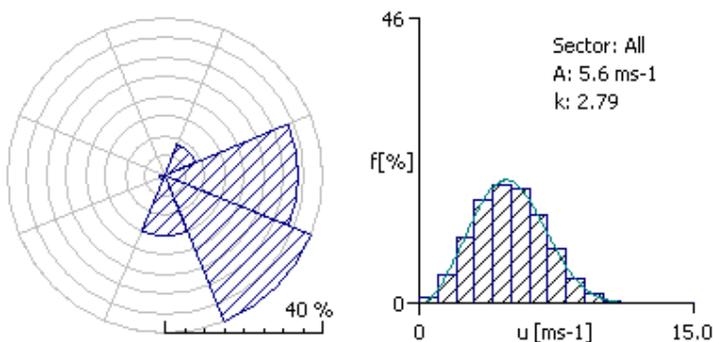


Figura 3 – Distribuição da direção e intensidade dos ventos em Belo Jardim.

A distribuição dos ventos de Petrolina para a altura de 50 m foi derivada da de 25 m. A direção predominante é de sudeste. A distribuição de frequência da intensidade dos ventos mostra pico em 4 m/s. O fator de forma k mostra persistência dos ventos nessa intensidade. Esta estação não mostra a alta disponibilidade de ventos em Petrolina.

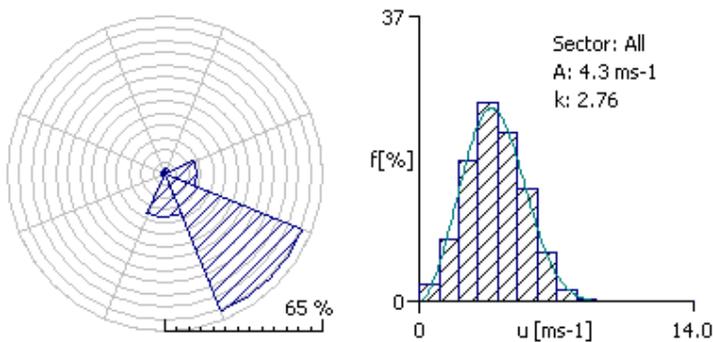


Figura 4 – Distribuição da direção e intensidade dos ventos em Petrolina.

Os ventos em São Joao do Cariri são predominantemente de sul, apesar das variações de sudeste ocorrerem em 6 meses do ano. A distribuição de frequência das intensidades do vento é aproximadamente uma gaussiana com pico em 5,5m/s. Apesar de apresentar persistência na direção do vento e k razoável, a intensidade média anual é abaixo do limiar de 7 m/s, inviabilizando este local.

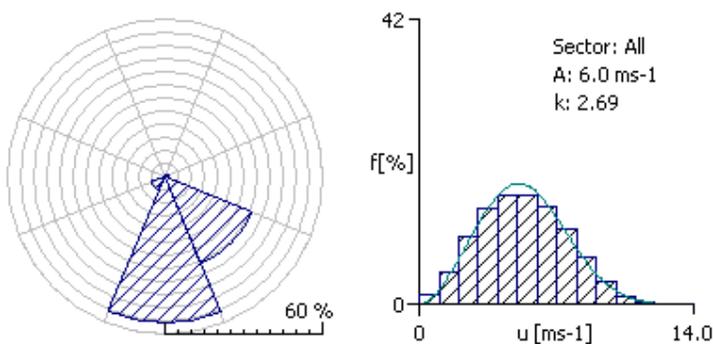


Figura 5 – Distribuição da direção e intensidade dos ventos em São João do Cariri.

Em Triunfo, a direção predominante é de sudeste. Esta estação apresenta vento médio anual acima de 7 m/s. O fator de forma anual, k , de 2,90 indica maior persistência neste vento. Nota-se que a estação de Triunfo apresenta alta frequência de ventos intensos. Ao longo do ano, a distribuição dos ventos apresenta um máximo de frequência que varia de 8m/s a 13m/s.

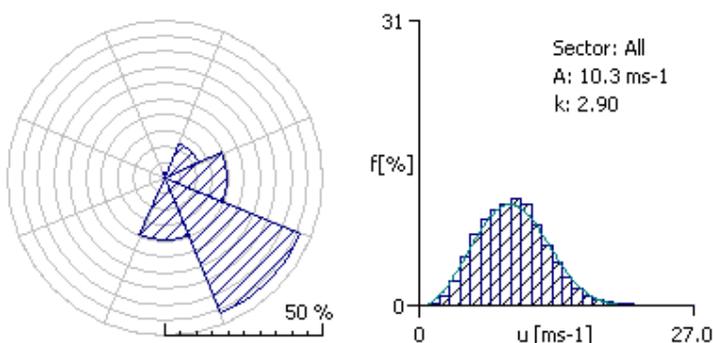


Figura 6 – Distribuição da direção e intensidade dos ventos em Triunfo.

3.3 Variabilidade anual

Em Belo Jardim, os ventos mais intensos, cerca de 6 m/s, ocorrem no mês de novembro, enquanto que os mais fracos ocorrem em maio, em torno de 4 m/s. Apesar da baixa intensidade, os ventos apresentam persistência nos seus valores mais intensos, com fator k próximo de 3,5.

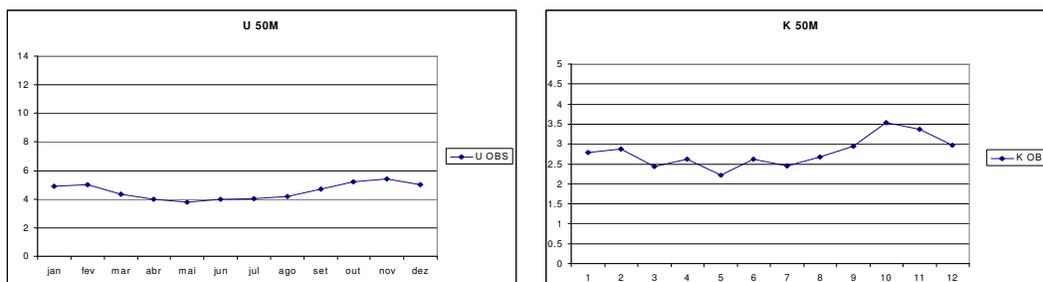


Figura 7 – Vento médio (m/s) e fator de forma k em Belo Jardim.

Em Petrolina, os ventos se intensificam a partir de junho até setembro. Os ventos mais fracos ocorrem entre fevereiro e maio. O período de ventos mais intensos são acompanhados de valores maiores do fator de forma, k, acima de 3,5.

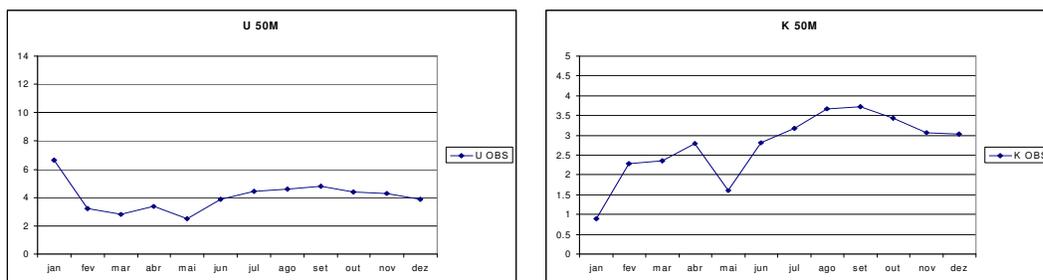


Figura 8 – Vento médio (m/s) e fator de forma k em Petrolina.

Os ventos em São João do Cariri variam de forma semelhante a Belo Jardim ao longo do ano, os ventos mais intensos ocorrem em outubro-novembro, enquanto que os mais fracos ocorrem em maio-junho. O fator de forma, k, também apresenta variação semelhante, valores maiores de k em setembro-outubro, em torno de 3,5. Os valores mínimos de k ocorrem em maio, em torno de 2.

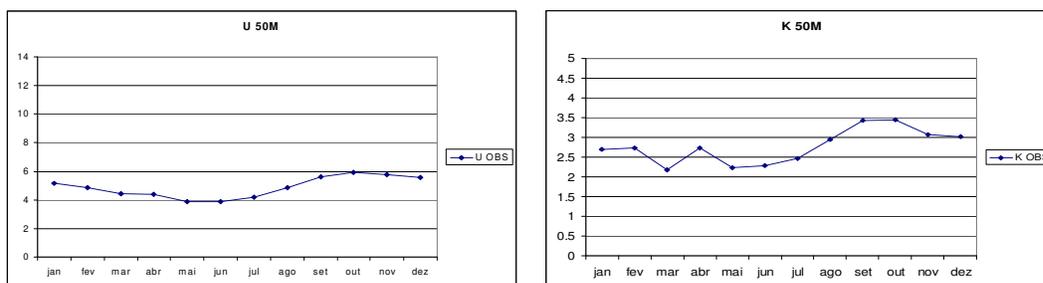
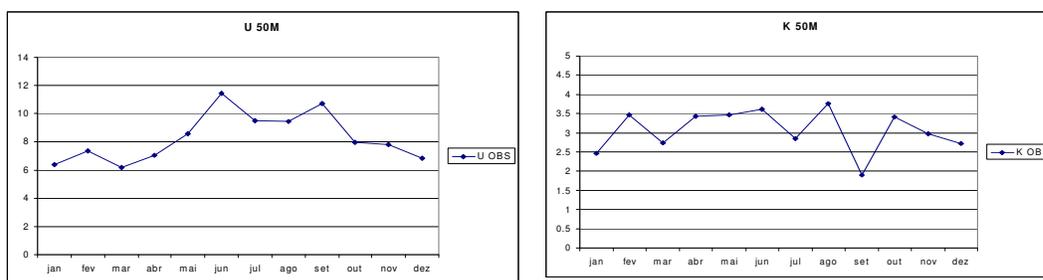


Figura 9 – Vento médio (m/s) e fator de forma k em São João do Cariri.

Os ventos em Triunfo se apresentam sempre maiores que 7 m/s ao longo do ano. Os mais intensos ocorrem em junho, atingem 11 m/s, enquanto que os mais fracos ocorrem em março, cerca de 6 m/s. Os valores de k oscilam entre 2 a 3,5 ao longo do ano. Devido à maior elevação da estação, os ventos são mais intensos.



5. Conclusões

O regime dos ventos de quatro estações eólicas instaladas pelo projeto SONDA foi analisado. Triunfo apresenta os ventos mais intensos acima de 6 m/s durante todo o ano, com valores do fator k também maiores. Por outro lado, as demais estações Belo Jardim, Petrolina e São João do Cariri apresentaram ventos mais fracos, abaixo de 7m/s, com fator k comparável ao de Triunfo. Os ventos são predominantes de sudeste, com pouca variação em torno dessa direção, revelando a forte influência dos alísios, inclusive das estações mais interiores. Os mapeamentos eólicos (Amarantes et al., 2001; Chou et al., 2006) apresentam concordância na intensidade dos ventos medidos em Petrolina, entretanto, para Triunfo, os mapeamentos mostram ventos mais fracos. Os mapeamentos ventos mais intensos para São João do Cariri e Belo Jardim, que não foi observado nestes dados.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido dentro do escopo do projeto SONDA (convênio FINEP 22.01.0569.00).

Referências

1. Amarante, O. A. C.; Brower, M.; Zack, J.; de Sá, A. L., 2001: Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. Ministério de Minas e Energia/Eletronbras/CEPEL/Cresesb.
2. Chou, S. C.; Paiva Neto, A. P.; Chagas, D. J.; Lyra, A. A.; Pereira, E. B., 2006: Mapeamento Eólico para o Nordeste. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Florianópolis. Sociedade Brasileira de Meteorologia.
3. Mortensen, N.G.; Landberg, L.; Rathmann, O.; Frank, H.P.; Troen, I.; Petersen, E.L., Wind atlas analysis and application program (WAsP). In: Skrumsager, B.; Larsen, G.C. (eds.), Risø National Laboratory (DK). Wind Energy Department. Wind Energy Department: Scientific and technical progress 1999-2000. Risø-R-1239(EN) (2001) p. 25