



## **ENERGIA EÓLICA COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA PARA CONVIVÊNCIA COM SEMIÁRIDO NO PERÍMETRO IRRIGADO TABULEIROS DE RUSSAS**

Erialdo de Oliveira Feitosa<sup>1</sup>; Daniel Albiero<sup>2</sup>; Simone de Oliveira Feitosa<sup>3</sup>; Aline Castro Praciano<sup>4</sup>; Hernandes de Oliveira Feitosa<sup>5</sup>; Clayton Moura de Carvalho<sup>6</sup>

### **RESUMO**

A geração de energia elétrica proveniente de sistemas eólicos surge como uma alternativa de grande potencial para a convivência com o semiárido, podendo promover o desenvolvimento econômico e social e aumentar o lucro dos produtores rurais com a redução nos custos de energia elétrica no bombeamento de água para sistemas de irrigação de forma a complementar a geração nas hidroelétricas. Com esse trabalho objetivou-se a simulação da geração de energia elétrica provinda da fonte eólica como alternativa energética para o perímetro irrigado na região de Russas, Ceará. Para tal foi utilizado o software EOLUSOFT – Versão Beta 1.0 NUTEMA-PUCRS. No bombeamento de água foi considerada uma bomba d'água de 1,5 cv com capacidade para bombear 16.000 L h<sup>-1</sup> a 8 metros de altura. Na simulação o sistema eólico se mostrou uma alternativa energética para atender as necessidades de alimentação elétrica rural no perímetro irrigado com as condições de velocidade de vento vigentes, sendo capaz de fornecer o abastecimento essencial, principalmente no que diz respeito ao bombeamento de água para a irrigação.

**Palavras - chave:** irrigação, energia renovável, geração.

## **WIND ENERGY AS AN ALTERNATIVE ENERGETIC FOR LIVING TOGETHER SEMIARID THE PERIMETER IRRIGATED BOARD OF RUSSAS, BRAZIL**

<sup>1</sup> Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará - Campus do Pici - Bloco 804 CEP 60.455-760, Fortaleza, CE. Fone: (85) 9808-7365, e-mail: [erialdofeitosa5@gmail.com.br](mailto:erialdofeitosa5@gmail.com.br);

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia Agrícola, Prof. Dr. adjunto da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici - Bloco 804 CEP 60.455-760, Fortaleza, CE. Fone: (85) 9239-8250, e-mail: [daniel.albiero@gmail.com.br](mailto:daniel.albiero@gmail.com.br);

<sup>3</sup> Acadêmico em Irrigação e Drenagem, Faculdade de Tecnologia Centec - Cariri. CEP: 63040000. Juazeiro do Norte, CE – Brasil. Fone: (88) 9665-9050, e-mail: [simone111oliveira@gmail.com.br](mailto:simone111oliveira@gmail.com.br);

<sup>4</sup> Acadêmico em Agronomia, Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici - Bloco 804 CEP 60.455-760, Fortaleza, CE. Fone: (85) 8611.3405, e-mail: [alinecastro.praciano@gmail.com.br](mailto:alinecastro.praciano@gmail.com.br);

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutorando Engenharia Agrícola - UFC. Prof. da Faculdade de Tecnologia Centec – Cariri, CEP: 63040000. Juazeiro do Norte, CE – Brasil. Fone: (85) 9910-4218, e-mail: [hernandes.oliveira@gmail.com.br](mailto:hernandes.oliveira@gmail.com.br);

<sup>6</sup> Tecnólogo em Irrigação e Drenagem. Prof. Dr. da Faculdade de Tecnologia Centec – Cariri, CEP: 63040000. Juazeiro do Norte, CE – Brasil. Fone: (88) 9952-8640, e-mail: [carvalho\\_cmc@gmail.com.br](mailto:carvalho_cmc@gmail.com.br)

## ABSTRACT

The generation of electric energy wind systems stemmed arises as an alternative of great potential and can promote economic and social development, increasing of rural producers income with the reduction us cost of energy, electrical pumping of water in irrigation systems of form the complement in the hydroelectric generation. The work aimed to the simulation of generation of electric energy from wind power stemmed as a viable alternative for pumping water for irrigation in the region aiming to Russas, Ceará, Brazil. For such was used the software EOLUSOFT - Version 1.0 Beta NUTEMA-PUCRS. In water pumping was considered a water pump 1.5 hp with capacity to pump 16.000 L h<sup>-1</sup> a 8 meters high. The simulation system as an alternative wind energy to meet the needs of electrical power in rural irrigated conditions with wind speed is capable of providing supplies essential, especially with regard to the pumping of water for irrigation.

**Key words:** irrigation, renewable energy, generation.

## INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um insumo importantíssimo para o desenvolvimento das civilizações modernas, estando presente em quase todas as atividades dos processos produtivos (MEDEIROS et al., 2003). Dentre os setores consumidores de energia elétrica, a agricultura irrigada desponta como altamente dependente para aumentar a produção e conseguir suprir as necessidades do mercado, que é cada vez mais exigente e competitivo.

Grande parte da energia elétrica utilizada na irrigação é proveniente de hidroelétricas que necessitam de rios perenes para viabilizar sua operação e esse problema se agrava na região semiárida, onde há poucos rios com essa característica. Nesse caso, a energia utilizada no processo produtivo dessas regiões precisa ser transportada a grandes distâncias por meio de linhas de transmissão, o que onera os custos de

implantação e manutenção dessas redes, tornando o custo do MWh de energia gerado pelas hidroelétricas mais caro que na geração eólica como apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1-** Estimativas econômicas e tecnologias de geração distribuída.

Sistema de geração	Energia primária	Eficiência de geração (%)	Investimento (US\$/kW)	Custo da Energia (US\$/MWh)
Turbina a Gás	Biogás	26 a 60	550 a 2.500	75 a 115
PCH	Água	80 a 90	550 a 4.500	70 a 275
Eólica	Vento	43	1.000 a 3.000	95 a 140

Fonte: EC (2008).

Dessa forma com o advento da agricultura irrigada veio o aumento produtivo das culturas, mas, no Brasil esse modelo de agricultura irrigada ocupa apenas 10% da área total

cultivada no país e é responsável por aproximadamente 30% do valor bruto da produção agrícola (LARA, 2010). Porém, com a implantação dos projetos públicos de irrigação com suas infraestruturas de captação e adução, reservatórios, estações de bombeamento, canais, adutoras, faz-se necessário à utilização da energia elétrica e que por consequência, representa um forte componente nos custos totais que podem chegar a 35% do custo da irrigação, reduzindo consideravelmente a margem de lucro dos produtores (ANA, 2004).

Segundo Turco et al. (2009), a irrigação é responsável por grande parte do consumo de energia no Perímetro Irrigado e este pode ser ainda maior se o produtor rural não adotar um método de controle da irrigação. A justificativa do irrigante para o consumo de água em excesso, está relacionada, em geral, à preocupação de que a cultura não sofra estresse hídrico, o que poderia comprometer a produção. O descontrole da irrigação gera um aumento do custo de produção pelo desperdício dos recursos energia elétrica e água.

De acordo com Monteiro et al. (2005) 70% dos irrigantes no Brasil utilizam força motriz para acionar bombas hidráulicas. Na maioria dos sistemas de irrigação por aspersão que utilizam energia elétrica, 70% do custo de produção é devido à energia elétrica consumida (MELO, 1993). Já segundo Campelo et al. (2007), estudos realizados no Piauí, concluíram que a demanda de energia para 1 hectare de feijão apenas no período de semeadura nos meses de janeiro,

fevereiro, março e dezembro foi de 550 kWh ha<sup>-1</sup>, aumentando para 700 kWh ha<sup>-1</sup> nos meses de junho e setembro. E com área de mesmo tamanho, a demanda foi de 1000 kWh ha<sup>-1</sup> no mês de setembro. Portanto pode concluir-se que a sazonalidade e o tipo de solo são fatores que contribuem efetivamente para a demanda de energia na irrigação, além da cultura e do método de irrigação adotado.

Nos polos agrícolas de irrigação no Nordeste, há casos em que os agricultores não conseguem pagar a energia consumida, inviabilizando a produção. Na pastagem irrigada, muitas vezes o consumo de energia inviabiliza projetos de até 3 hectares (SILVA, 2005). Portanto, o uso de outra fonte renovável de energia, como a eólica, se torna cada vez mais necessária, visto o potencial de geração de energia elétrica dessa fonte na região semiárida, tornando-se fundamental inserir no processo produtivo fontes alternativas de energia que induzam a diminuição dos custos de energia elétrica na área rural em paralelo às ações de manejo racional da água (ARAUJO et al., 2011).

Nesse contexto com esse trabalho objetivou-se a simulação da geração de energia elétrica provinda da fonte eólica como alternativa energética para bombeamento de água visando à irrigação no Perímetro Irrigado Tabuleiros de Russas - CE.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Perímetro Irrigado Tabuleiros de Russas está localizado nos municípios de Russas,

Limoeiro do Norte e Morada Nova, mais precisamente no baixo vale do Jaguaribe, na chamada zona de Transição Norte dos Tabuleiros de Russas no Estado do Ceará, cujas coordenadas geográficas são 5°37'20" S, 38°07'08" W, e altitude de 81,5 m acima do nível do mar (OLIVEIRA et al., 2012).

O clima, segundo a classificação de Köppen, é Bsh, ou seja, seco muito quente, com precipitação anual da ordem de 720 mm, distribuída irregularmente ao longo do ano e com temperatura do ar média anual superior a 18°C (OLIVEIRA et al., 2012). Na área do Perímetro Irrigado, a direção predominante dos ventos é leste, não havendo incidência de dias de ventania.

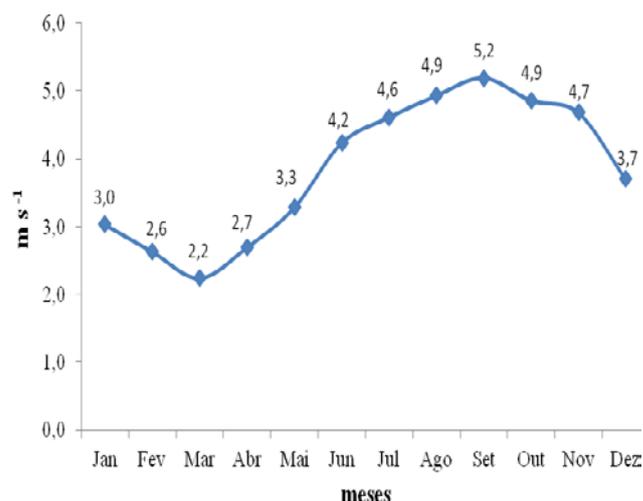
De acordo com Oliveira et al. (2012) a área de um modo geral é constituída por uma faixa contínua de terras agricultáveis ao longo da margem esquerda do rio Jaguaribe, desde a cidade de Russas até a confluência do rio Banabuiú. Esse Perímetro possui uma área irrigável total de 15.500,72 ha, porém, apenas 10.765,72 foram implantados, sendo que o restante da área ainda não foi ativada, e sua demanda energética é atendida pela Usina Hidrelétrica de Sobradinho.

No entanto, a sua importância econômica está na diversidade de culturas produzidas no perímetro com alto valor agregado, como abacaxi, banana, laranja, mamão e culturas de subsistências como feijão e milho, melhorando a qualidade de vida dos produtores que estão associados às atividades agrícolas desenvolvida no Perímetro Irrigado refletindo em altas

produtividades e alta renda anual por produtor (LACERDA; OLIVEIRA, 2007).

A velocidade média do vento é a principal medida estatística a ser utilizada para calcular a quantidade de energia a ser gerada, já que a mesma é a mais utilizada nos levantamentos de potencial eólico.

O primeiro passo nesta etapa de simulação foi analisar a velocidade média do vento no local em um período de um ano referente a 2013, dados medidos pelo INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, sendo apresentadas médias mensais que são coletadas diariamente pelas estações automáticas a uma altura 10 m Figura 1.



**Figura 1.** Velocidade média do vento no ano de 2013 para o local em estudo.  
Fonte: INMET, (2014).

O segundo passo foi realizar a extrapolação da velocidade média do vento para a altura de 20 m, que seria a altura de funcionamento da turbina eólica para geração de energia e simular um tipo de uso no caso irrigação, para verificar a possibilidade usando um único aerogerador, para tal foi utilizada a Lei

de Hellmann que determina a velocidade de vento para um perfil vertical que é dado pela equação:

$$V_{h_2} = V_{h_1} \times \left[ \frac{h_2}{h_1} \right]^\alpha \quad (1)$$

em que,  $h_1$  é a altura medida;  $h_2$  é a altura de interesse;  $V(h_1)$  é a velocidade média do vento na altura medida;  $V(h_2)$  é a velocidade medida do vento na altura de interesse; e  $\alpha$  é o expoente de altitude de Hellmann (o valor de  $\alpha$  depende da rugosidade do terreno e da estratificação térmica).

Essa é a equação a ser usada para cálculo da velocidade média horária na altura desejada, se existir uma velocidade média conhecida em outra altura de referência, observando sempre o grau de rugosidade do terreno para a determinação do expoente.

Foi utilizada a ferramenta computacional GDER para os cálculos dos parâmetros  $k$  e  $c$  e posterior determinação da função de distribuição de Weibull, amplamente difundida e testada nos estudos em energia eólica, que segundo seu idealizador, Borges Neto et al. (2006), o GDER é uma ferramenta de auxílio à tomada de decisão quanto ao tipo de fornecimento de energia mais apropriado a uma comunidade não eletrificada no meio rural. Pois devido à grande variabilidade da velocidade do vento em função do regime climático da região Nordeste de acordo com cada mês do ano, torna-se de fundamental importância conhecer a

ocorrência da velocidade média do vento e a distribuição de frequência da mesma.

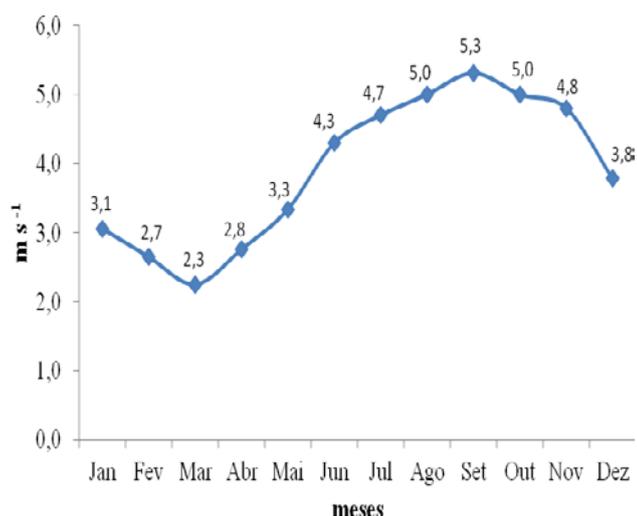
Na etapa de simulação da geração da energia, foi realizada a análise da energia anual que pode ser gerada. No estudo foi considerado um aerogerador modelo BWC com potência de 850 Watts, diâmetro do rotor 2,4 m, rotação nominal de 520 rpm, e velocidade nominal de  $12,5 \text{ m s}^{-1}$ , considerando a utilização de apenas uma turbina eólica para a geração de eletricidade para consumo no bombeamento de água visando irrigação, em apenas uma área de produtor familiar, que no Perímetro Irrigado Tabuleiro de Russas corresponde a 8,24 ha.

Para realização desta fase foi utilizado o software EOLUSOFT – Versão Beta 1.0 NUTEMA-PUCRS, que foi desenvolvido na PUC do Rio Grande do Sul, pelo Núcleo Tecnológico de Energia e Meio Ambiente através do Grupo de Energia Eólica da PUCRS.

A etapa final foi preencher as informações para dimensionamento do sistema eólico informando o método utilizado para distribuição, no caso deste estudo a distribuição de Weibull, e outras informações visualizadas na tela do software mostradas nos resultados para gerar os dimensionamentos. E com relação à demanda energética em função do bombeamento de água para irrigação com sistemas microaspersão e gotejamento foi considerado uma bomba d água de 1,5cv com vazão de  $16.000 \text{ L h}^{-1}$ .

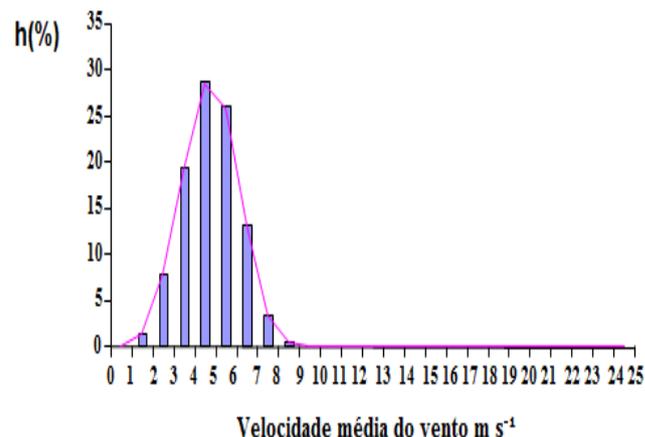
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 é apresentada a velocidade média do vento extrapolada para a altura de 20 m, onde podemos visualizar uma pequena alteração em relação à velocidade medida pelo INMET na altura de 10, porém significativa em se tratando do vento, uma vez que a potência da saída da turbina varia de forma direta e proporcional ao cubo da velocidade do vento, dessa forma a variação de uma unidade a mais na velocidade do vento implica em aumento ao cubo na potência disponível.



**Figura 2.** Velocidade média do vento extrapolada para a altura de 20 m.

Na Figura 3 está representado o histograma da velocidade do vento medida a altura de 20 m, com classes contendo velocidade dos ventos a cada 1 m s<sup>-1</sup> e a curva da função contínua de Weibull. Os retângulos em azul representam os dados extrapolados para a altura de funcionamento da turbina eólica, constituindo a curva de Weibull.



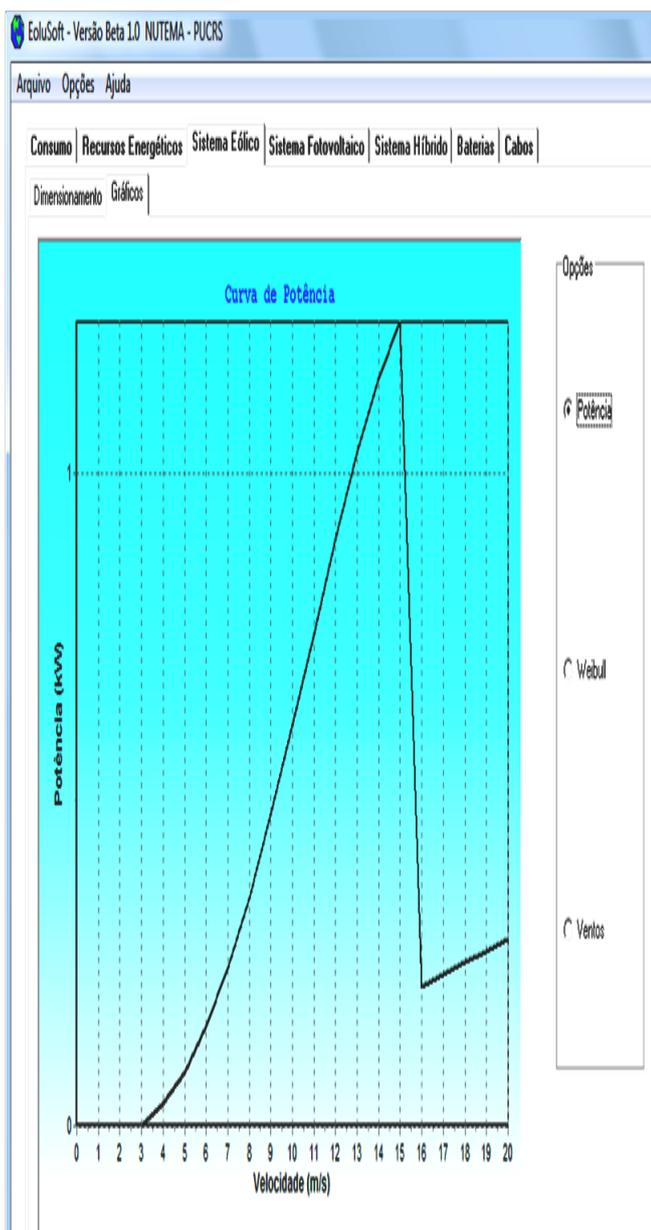
**Figura 3.** Distribuição de Weibull e Histograma para a velocidade média do vento em Russas, CE, Brasil.

A distribuição da velocidade de vento no município de Russas – CE, mostra que há probabilidade de 39% de ocorrência das velocidades verificadas no período analisado e que estão entre os intervalos superior a 4 m s<sup>-1</sup> e inferior a 5 m s<sup>-1</sup> das velocidades medidas, e que pela distribuição das velocidades do local em estudo mostra a aderência da curva gerada pela distribuição de Weibull para a amostra de dados estudada. Segundo Krauter (2005), deve-se fazer um estudo de viabilidade técnica e econômica considerando a produção de energia e sua relação com a frequência dos ventos com velocidade que acima de 3 m s<sup>-1</sup>, já é considerada como viáveis para o bombeamento com sistemas eólicos.

Na Figura 4 é apresentada a curva de potência do aerogerador utilizado na simulação, considerando a utilização de apenas uma turbina eólica para a geração de energia elétrica para consumo no bombeamento de água visando à irrigação no Perímetro Irrigado Tabuleiro de Russas. Em que quando tivemos uma velocidade

ENERGIA EÓLICA COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA PARA CONVIVÊNCIA COM SEMIÁRIDO NO PERÍMETRO IRRIGADO TABULEIROS DE RUSSAS

média correspondente a  $4,81 \text{ m s}^{-1}$ , tem-se uma potência máxima aproximadamente de 200 W, sendo esta velocidade a que temos maior frequência e probabilidade de ocorrência no local em estudo, segundo a curva de Weibull. E pode ser verificado também o seu aproveitamento máximo em relação aos ventos disponíveis na sua velocidade nominal a  $12,5 \text{ m s}^{-1}$  atingindo uma potência de 1000 W.



**Figura 4.** Curva de potência do aerogerador utilizado na simulação da energia gerada.

Com relação à demanda energética na Figura 5 é apresentado o dimensionamento do consumo de energia a ser atendido pelo aerogerador utilizando uma bomba da água de 1,5 cv, com vazão de  $16.000 \text{ l h}^{-1}$  para a irrigação durante 3 horas por dia apresentando uma demanda de 1765,20 Wh por dia.

	Potência (W)	Quantidade	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo/Dia (Wh)
<b>Lâmpadas</b>					0
Televisão	0	0	0	0	0,00
Rádio	0	0	0	0	0,00
Bomba d' água	1103,25	1	3	4	1765,20
Cafeteira	0	0	0	0	0,00
Geladeira	0	0	0	0	0,00
Freezer	0	0	0	0	0,00
Ventilador	0	0	0	0	0,00
Carregador Celular	0	0	0	0	0,00
Computador	0	0	0	0	0,00
Impressora (Tinta)	0	0	0	0	0,00
Videocassete	0	0	0	0	0,00
Fax	0	0	0	0	0,00
<b>Total</b>					<b>1765,20 Wh</b>

**Figura 5.** Consumo energético pelo sistema de bombeamento de água para o Perímetro Irrigado Tabuleiro de Russas, CE

Já na Figura 6, representa a etapa final da simulação utilizando o sistema de referência adotado com este aerogerador, é possível gerar anualmente 1060,71 kWh com uma velocidade média do vento de  $4,81 \text{ m s}^{-1}$ . Isso atenderia a demanda que é de 644,30 kWh, podendo se comercializar o restante, qual seja, 416,41 kWh, na forma de créditos perante concessionárias de energia elétrica de acordo com a Lei 12.783 de 11 de janeiro de 2013 que dispõe sobre as concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica (ANEEL, 2013), o que representaria uma economia de energia considerada, principalmente no que diz respeito ao bombeamento de água para a irrigação, tendo uma maior segurança energética de forma complementar ou não a geração nas hidroelétricas para o abastecimento de energia elétrica do Perímetro Irrigado, uma vez que esse dois sistemas de geração são complementares. Resultados comparativos foram encontrados por Sobral (2009) em seu trabalho sobre a avaliação do potencial eólico para geração de energia em Nossa Senhora da Glória - SE.

**Figura 6.** Dimensionamento da quantidade de energia gerada pela turbina eólica no Perímetro Irrigado Tabuleiro de Russas, CE, Brasil.

## ENERGIA EÓLICA COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA PARA CONVIVÊNCIA COM SEMIÁRIDO NO PERÍMETRO IRRIGADO TABULEIROS DE RUSSAS

O mesmo critério de área utilizado na geração de energia elétrica pode ser aplicado para o bombeamento de água, sendo a capacidade de bombeamento estimado para o perímetro irrigado na área do produtor rural, com a bomba de 1,5cv e vazão de 16.000 L h<sup>-1</sup> o que representaria anualmente aproximadamente um volume bombeado de 1.536.000 litros de água utilizando energia elétrica proveniente do vento.

De acordo com Nogueira (2009), em seu estudo com fontes alternativas de energia chegou-se a resultados que demonstraram viabilidade de equipamentos eólicos e solares fotovoltaicos para utilização na irrigação complementar nas culturas de goiabeira, figueira e videira e que com o sistema eólico o volume bombeado foi de aproximadamente 6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

Já segundo Fronza e Schons (2008), destaca-se a importância do desenvolvimento de novas formas de bombeamento de água em áreas rurais onde a disponibilidade de rede elétrica é menor, muitas vezes inviabilizando o uso da irrigação. Para o produtor é importante ter disponibilidade de água nos períodos críticos evitando assim perdas na produtividade e potencializando o rendimento das culturas.

Para o perímetro irrigado foi simulada a utilização da energia gerada pelo aerogerador, utilizando apenas uma bateria para armazenamento de carga. É possível aumentar a frequência de utilização da energia em outras áreas selecionadas, aumentando o número de baterias e/ou o número de aerogeradores.

O meio rural empobrecido necessita, dentre outras coisas, de meios tecnológicos e energéticos para o seu desenvolvimento. E, nesse âmbito, as tecnologias para o aproveitamento das energias renováveis (eólica, fotovoltaica) têm alcançado bons níveis de maturidade e confiabilidade, tornando-se opções viáveis para a solução desse problema (Fedrizzi, 2003).

### CONCLUSÃO

A simulação do sistema eólico como alternativa energética para atender as necessidades de alimentação elétrica rural no perímetro irrigado com as condições de velocidade de vento local mostrou-se uma alternativa interessante, seja de forma complementar ou não a geração de energia elétrica nas pequenas centrais hidrelétricas.

### REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. C. D.; NETO, J. D.; LIRA, V. M.; LIMA, V. L. A. Avaliação dos custos de energia elétrica no contexto operação e manutenção dos projetos públicos de irrigação. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>> Acesso em 12 abril. 2013.

- BORGES NETO, M. R.; LOPES L. C. N.; LIMA A.C.; RIBEIRO J. T. F. Demanda de energia para cocção no meio rural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35. 2006. João Pessoa. **Anais...** Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 1 CD-ROM. 2006.
- CAMPELO, L. D. R.; FARIAS, W. M.; MOUSINHO, F. E. P. Necessidade de energia elétrica para a irrigação do Feijão-caupi no estado do Piauí. In: XVII CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. **Anais.** Mossoró – RN. 2007.
- European Comission - EC. **Energy sources, production costs and performance of technologies for power generation, heating and transport.** Bruxelas. 2008.
- FEDRIZZI, M. C. **Sistemas fotovoltaicos de abastecimento de água para uso comunitário: lições aprendidas e procedimentos para potencializar sua difusão.** Tese (Doutorado)– Programa Inter unidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, p. 174. 2003.
- FRONZA, D; SCHONS, R. **Fundamentos de Irrigação e Drenagem.** Santa Maria: Apostila Didática. Colégio Politécnico da UFSM, 2008
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br> > Acesso em 23 fev 2014.
- LARA. M. Perímetros de irrigação pública respondem por menos de 10% da área irrigada no Brasil. 2010. Disponível em <[www.canalrural.com.br/canalrural/jsp/default.jsp?uf=1&loc](http://www.canalrural.com.br/canalrural/jsp/default.jsp?uf=1&loc)>, Acesso em 20/08/2013.
- LACERDA, N. B.; OLIVEIRA, T. S. Agricultura irrigada e a qualidade de vida dos agricultores em perímetros do Estado do Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n.2, p.216-223, 2007.
- KRAUTER, S. **Usos da energia eólica.** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.
- MONTEIRO, R. O. C.; FERRAZ, P.; COELHO, R. D.; SANTOS, R. A.; TEIXEIRA, M. B. Viabilidade econômica de motores diesel em áreas irrigadas do Brasil. In: XXXIV CONBEA- Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. **Anais.** Canoas- RS. 2005.
- MELO, J. F. **Custos de irrigação por aspersão em Minas Gerais.** Dissertação. Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa - UFV. Viçosa – MG. Impr. Univ. 147 p. 1993.
- MEDEIROS, S. S.; SOARES, A. A.; RAMOS, M. M.; MANTOVANI, E. C. SOUZA, J. A. A. Avaliação da eficiência do uso da energia elétrica no Perímetro Irrigado de Pirapora. MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** DOI: S1415-43662003000200035. v.7, p.394-398, 2003.
- NOGUEIRA, C. U. **Utilização de sistemas solar e eólica no bombeamento de água para uso na irrigação.** Dissertação - Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. RS. 2009. 100 f.; il.
- OLIVEIRA, F. A.; ALBUQUERQUE, J. A.; GADELHA, W. S. **Potencialidades dos perímetros irrigados do DNOCS.** Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, Banco do Nordeste do Brasil, Escritório

ENERGIA EÓLICA COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA PARA CONVIVÊNCIA COM SEMIÁRIDO NO PERIMETRO IRRIGADO TABULEIROS DE RUSSAS

Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste. Fortaleza 2012. 204 p.

SILVA, R. G. **Morfofisiologia do dossel e desempenho produtivo de ovinos em *Panicum maximum* (Jacq.) cv. Tanzânia sob três períodos de descanso.** Dissertação. Mestrado em Zootecnia – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2005. 114 f.

SOBRAL, F. S. B.; FACCIOLI, G. G. Avaliação

do potencial eólico para geração de energia em nossa Senhora da Glória-SE. **Revista Scientia Plena.** URL: <http://www.scientiaplena.org.br/SP5062401.htm>. Vol. 5, Num. 6, 2009.

TURCO, J. E. P.; RIZZATTI, G. S.; PAVANI, L. C. Custo de energia elétrica em cultura do feijoeiro irrigado por pivô central, afetado pelo manejo da irrigação e sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola.** Jaboticabal.. v. 29, p.311-320, 2009.