

Análise e viabilidade técnica de implantação de aerogeradores eólicos de pequeno porte em residências.

Roberson Roberto Parizotto^{1,2}, Carlos Eduardo Camargo Nogueira¹, Jair Antonio Cruz Siqueira¹, Éverton Petró²

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, PPGEA – Programa de Pós Graduação em Energia na Agricultura – Nível Mestrado, Cascavel-PR.

²Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Engenharia Mecânica. Avenida das Torres n. 500, CEP: 85.806-095, Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR.

rrparizotto@fag.edu.br, cecnl@yahool.com.br, jair.siqueira@unioeste.br, everton.petro@hotmail.com

Resumo: Considerando a frequente preocupação com a geração de energia e o impacto ambiental gerado, o aumento do consumo e a importância da renovação das fontes energéticas, é apresentado um estudo de viabilidade técnica, para geração de energia através de aerogeradores de pequeno porte. O intuito de se realizar esse trabalho e chegar a uma análise quantitativa de dados que nos forneça a segurança de que aerogeradores de pequeno porte podem ser uma saída para suprimir o consumo de energia elétrica de uma residência, o local escolhido para esse estudo foi o Campus da Faculdade Assis Gurgacz (FAG), onde já existem dados de ventos registrados, esses dados serão cruzados com as características do aerogerador existente no próprio campus, nos dando informações do potencial eólico existente na região e a quantidade de energia que será disponibilizada pelo aerogerador eólico. Os resultados encontrados nos forneceram dados e números satisfatórios para que possa ser instaladas turbinas de pequeno porte em domicílios, nos dando a real situação da região.

Palavras-chave: Geração de energia, Dados anemométricos, Energia elétrica.

Analysis and technical feasibility of deploying wind turbines on small residences

Abstract: Considering the frequent concerns with the energy generation and the environmental impact generated, the rise of the consumption and the importance of the renewal of the energetic sources, a study of technical feasibility, for energy generation through small-sized wind energy generators is presented. The goal of realizing this work is to get in to a quantitative data analysis that provides us the security that small-sized wind energy generators can be an option to decrease the consumption of electrical energy in a residence, the place chosen for this study was the Faculdade Assis Gurgacz (FAG) Campus, where registrated wind data already exists, this data will be joined with the characteristics of the existent wind energy generator in the Campus itself, giving us the information of the wind potential that exists in the region and the quantity of energy that will be available by the wind energy generator. The results found, provided us satisfying data and numbers, so that small-sized turbines can be installed in residences, providing us information of the real situation of the region.

Key words: Power Generation, Data anemometric, Electricity.

Introdução

Nos dias atuais, energia elétrica é o que faz o mundo se mover, sem ela passos importantes não seriam dados para o avanço da humanidade, mas para que ela seja produzida, muitos obstáculos são enfrentados, surge então a necessidade de que diversos tipos de energias limpas sejam desenvolvidas.

A base energética do Brasil é constituída principalmente de usinas hidroelétricas, cerca de 70% da produção nacional (ANEEL, 2008), apesar de ser considerada limpa, sua implantação gera impacto ambiental, destruindo a fauna e a flora. Pensando dessa forma, pesquisadores, empresas e institutos vêm procurando fontes mais limpas de energia, com um potencial promissor, a energia eólica vem ganhando força no cenário nacional por não ser poluente e de fonte inesgotável.

A energia proveniente dos ventos representa 0,36% da capacidade de geração nacional, através do PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia, o governo federal vem incentivando cada vez mais esse tipo de energia para a diversificação da matriz energética do país (NEOENERGIA, 2009).

O presente trabalho de conclusão de curso visa implantar aerogeradores em residências localizado na região de Cascavel, levando em consideração os benefícios e pontos negativos que possam ser encontrados.

O trabalho estará dividido em capítulos, onde inicialmente iremos abordar o surgimento dessa tecnologia, tipos de equipamentos existentes na atualidade, como se dá a formação dos ventos, conceitos sobre geração distribuída, vantagens e desvantagens desse sistema de geração, através de uma revisão bibliográfica, entendendo qual é o estado que se encontra no Brasil e no mundo essa fonte de energia promissora, principalmente para aerogeradores de pequeno porte que será o nosso foco.

Em seguida serão analisadas as condições dos ventos da região, para que possamos levantar a possibilidade de geração de energia através de pequenos aerogeradores residenciais e sua viabilidade.

E por fim iremos saber, através de cálculos simples com auxílio de especificações técnicas do aerogerador em estudo, se será vantajosa a implantação desse sistema de geração de energia para um consumidor que queira adquirir esse equipamento, e desfrutar de suas vantagens e benefícios, confrontados com alguns pontos negativos.

Material e Métodos

A metodologia de pesquisa foi realizada principalmente através de dados preexistentes, literaturas, artigos relacionados ao assunto proposto. Apesar de ter um foco de trabalho de campo, grande parte do trabalho foi realizada em escala laboratorial e consistiu em coletar dados existentes e compará-los com informações levantadas ao decorrer da pesquisa.

Entre os principais pontos acenados na metodologia de pesquisa, temos:

- Análise do potencial energético, através de dados coletados e cálculos específicos de curva de potência do aerogerador existente na FAG;
- Coleta de dados pré-existent de frequência de vento na estação de meteorologia instalada na própria FAG;
- Programas que impulsionam a tecnologia estudada como PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia;
- Quantificação de rendimentos, custos e benefícios gerados.

A análise dos dados obtidos de tais métodos nos possibilitou que pudesse ser feita a avaliação de pequenos aerogeradores.

Resultados e Discussão

A análise feita com os dados de velocidade de ventos da região de Cascavel – PR, especificamente no campus da FAG, chegou-se a um resultado satisfatório para implantação de pequenas turbinas eólicas, os dados de ventos foram recolhidos e tabulados aleatoriamente de acordo com o que foi possível utilizar, como podemos ver nas tabelas 1, 2, 3, 4 e 6 abaixo.

Tabela 1. Velocidade média dos ventos de junho

Junho/2012	Dias de referência		
	05/06 (m/s)	13/06 (m/s)	14/06 (m/s)
Horário			
1:00 AM	1,33	2,22	1,44
8:00 AM	0,44	1,77	1,77
12:00 PM	3,13	3,58	1,33
17:00 PM	1,94	///	///
Media Diária	1,71	2,52	1,51
Media Mensal	1,91 m/s		

Tabela 2. Velocidade média dos ventos de julho

Julho/2012	Dias de referência		
Horário	04/08 (m/s)	05/08 (m/s)	11/08 (m/s)
1:00 AM	0,88	0	2,22
12:00 PM	///	1,77	1,77
21:00 PM	2,22	2,22	0,44
Media Diária	1,55	1,33	1,47
Media Mensal	1,45 m/s		

Tabela 3. Velocidade média dos ventos de agosto

Agosto/2012	Dias de referência			
Horário	04/08 (m/s)	05/08 (m/s)	11/08 (m/s)	12/08 (m/s)
1:00 AM	2,22	3,13	1,77	5,80
8:00 AM	0,44	1,77	4,91	2,22
12:00 PM	3,13	4,02	4,02	4,02
17:00 PM	3,13	3,13	5,80	///
21:00 PM	3,58	2,68	6,25	///
Media Diária	2,50	2,95	4,55	4,01
Media Mensal	3,51 m/s			

Tabela 4. Velocidade média dos ventos de setembro

Setembro/2012	Dias de referência		
Horário	03/09 (m/s)	12/09 (m/s)	27/09 (m/s)
8:00 AM	3,13	2,22	2,08
12:00 PM	3,58	3,58	2,33
17:00 PM	4,47	1,77	0,88
21:00 PM	4,55	2,50	2,97
Media Diária	3,93	2,51	2,06
Media Mensal	2,84 m/s		

Tabela 5. Velocidade média dos ventos de outubro

Outubro/2012	Dias de referência			
Horário	02/10 (m/s)	03/10 (m/s)	07/10 (m/s)	08/10 (m/s)
8:00 AM	2,22	///	6,25	5,36
12:00 PM	3,13	0,88	5,80	5,36
17:00 PM	2,22	///	2,22	3,13
21:00 PM	0,88	0,44	2,22	2,22
Media Diária	2,11	0,66	4,12	4,01
Media Mensal	2,72 m/s			

Aerogerador existente no campus da FAG

Esse tipo de sistema existente na FAG é amplamente utilizado em áreas onde a falta de energia é constante, ou seja, não existe cobertura de distribuição pela concessionária, ou para produção de demanda local que é o caso do campus da FAG.

Esse sistema pode ser composto de turbina eólica e painéis solares, a turbina eólica assim como os painéis solares pode gerar eletricidade de forma independente como é o caso do Campus, ou um sistema em conjunto, onde sempre haverá vento ou sol, estando ligado a um banco de baterias. O banco de baterias dá uma saída estável para o inversor que converte CC para CA, oferece backup de energia em dias chuvosos ou nublados, este sistema combina recursos eólicos e solares e são capazes de fornecer uma potência de saída mais confiável e estável. (ANERN INDUSTRY GROUP, 2009).

O Sistema eólico de geração de energia da FAG é uma turbina do fabricante Anern de 2 kw, conforme expressada na Figura 1 é composto por:

- Modelo AN – FD – 2KW, 3 pás;
- Tensão nominal de saída de 48V;
- Velocidade de partida de 2,5 m/s;
- Diâmetro das pás de 3,2 m;
- Composto por 4 baterias de armazenagem.



Figura 1. Modelo aerogerador existente na FAG

Esses sistemas de geração são bastante duráveis e necessitam de pouca manutenção e sua vida útil pode chegar a 20 anos, os dispositivos eletrônicos como inversores e controlador de carga, tem uma vida útil de aproximadamente 10 anos, os sistemas que são isolados com armazenamento de energia em baterias, as baterias são consideradas, o ponto crítico do sistema, mas podem durar até 5 anos.

Curva de potência

A curva de potência é uma característica extraída do aerogerador através de testes, que tem a função de fornecer ao consumidor desse tipo de equipamento, a potência gerada em diversas velocidades, como podemos ver na Figura 2.

Conforme a curva característica do aerogerador, podemos notar que quando o vento sopra a 9 m/s, temos um índice de potência fornecida pelo equipamento de 2000 W, desta forma iremos utilizar os ventos existentes em Cascavel para nos dizer o quanto de energia será produzida.

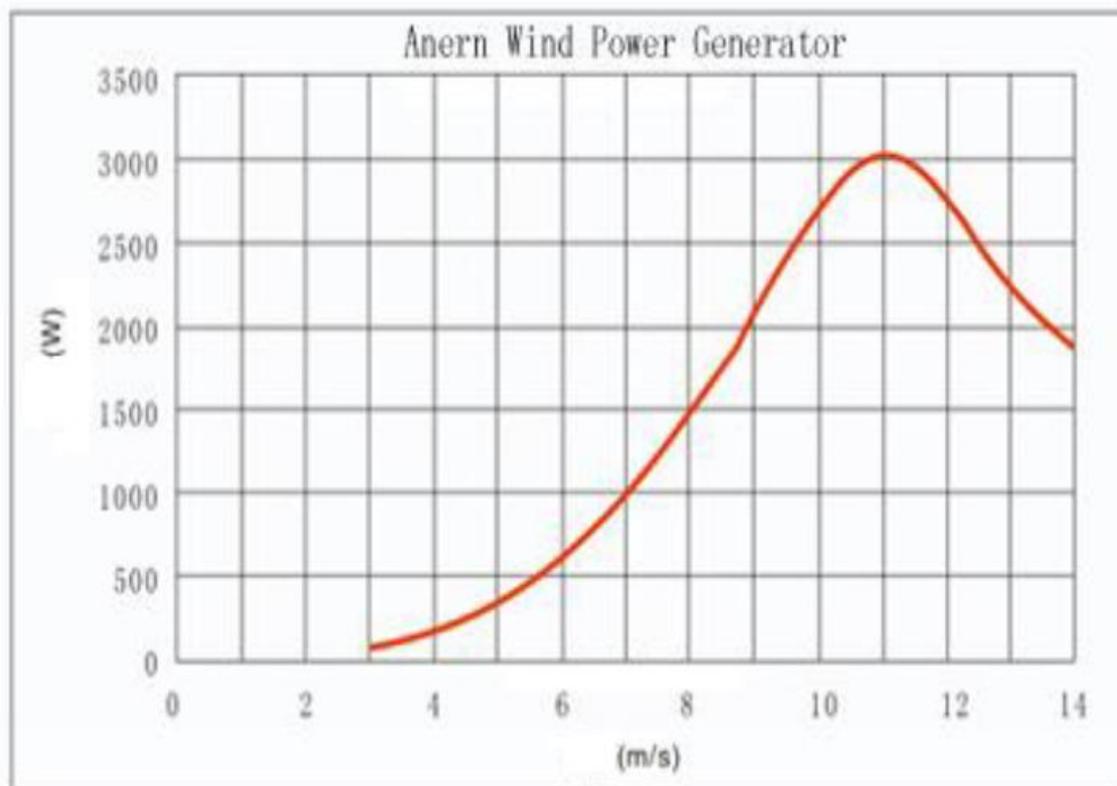


Figura 2. Curva de potência característica do aerogerador da FAG

Cálculo de produção de energia mensal

Acunha e Almeida (2005), relatam em seu estudo que um aerogerador de 600 KW de potência nominal, produz 600 kWh de energia por hora de operação em seu máximo desempenho.

Sendo assim, pode-se observar a quantidade de energia fornecida por mês (Tabela 6) de acordo com a velocidade média dos ventos obtida no campus da FAG.

Tabela 6. Quantidade de Energia Fornecida em KWh

Média Mês	Vento (m/s)	Energia Gerada dia (KWh)	Energia Gerada mês (KWh)
Junho	1,91	10,18	305,6
Julho	1.45	7,73	232,0
Agosto	3,51	18,72	561,6
Setembro	2,84	15,14	454,4
Outubro	2,72	14,50	435,2

Consumo mensal de energia de uma residência

Esse estudo nos revelou que a geração de energia pode suprir as necessidades de uma residência familiar, conforme Figura 3, analisando a fatura de uma residência composta por 5 pessoas, observa-se um gasto médio mensal de 250 KWh, de energia elétrica.

Informações Técnicas						
No Medidor: 0810130066 - BIFASICO				Mes Referencia: 09/2012		
Leitura Anterior	Leitura Atual	Medido	Constante de Multiplicação	Total Faturado	Consumo Medio/Dia	Data Apresentacao
15/08/2012	15/09/2012	31 dias	1,00	250 kWh	8,06 kWh	15/09/2012
8969	9209	250 kWh				
Proxima Leitura Prevista: 17/10/2012				CLASSE: RESIDENCIAL		
Historico de Consumo e Pagamento						
Mes	Cons. (kWh)	Data Pgto.	Mes	Cons. (kWh)	Data Pgto.	
AGO/12	240	06/09/2012	JUN/12	257	09/07/2012	
JUL/12	247	06/08/2012	Media 3 ultimos consumos: 248 kWh			
Valores Faturados						
NOTA FISCAL CONTA DE ENERGIA ELETRICA no. 2332127 Serie B						
Emitida em 15/09/2012						
Produto Descricao	Un.	Consumo	Valor Unitario	Valor Total	Base de Calculo	Aliq. ICMS
01 ENERGIA ELET CONSUMO	kWh	250	0,211320	52,83	52,83	29,00%
02 ENERGIA ELET USO SISTEMA	kWh	250	0,248440	62,11	62,11	29,00%
03 CONT ILUMIN PUBLICA MUNICIPI				24,64		
Base de Calculo do ICMS:		14,94	Valor ICMS:	33,33	Valor Total da Nota Fiscal: 139,59	
Reservado ao Fisco						
F804.5BFB.AEBF.6254.9016.3D17.6899.C2FD						
INCLUSO NA FATURA PIS/COFINS NO VALOR DE R\$ 7,55, CONFORME RES. ANEEL 93/2005.						
A PARTIR DE 01/09, TARIFA DISCRIMINADA EM TUSD E TE, INFORMACOES WWW.COPEL.COM						
MANTENHA SUAS CONTAS EM DIA. EVITE MULTA DE 2% E JUROS (IGPM + 1%)						
DISPONIVEIS NO SITE AS DEMONSTRACOES CONTABEIS SOCIETARIA E REGULATORIA DE 2011						

Figura 3. Fatura referente ao consumo de energia

A média de geração de energia dos meses em estudo foi de aproximadamente 400 KWh, o restante poderá ser armazenadas em baterias para ser utilizada posteriormente em dias nublados e sem ventos, esse é o conceito de geração de energia descentralizada ou distribuída, que e muito utilizado em zonas rurais, e locais de difícil acesso.

Custo e benefícios do equipamento

O modelo do aerogerador existente no campus da FAG, custa em media R\$ 12.000,00, se considerarmos que a concessionária distribui energia de acordo com os valores relacionados na **Tabela** .

Tabela 7. Custo/Benefício

R\$/ KWh	250
Por KWh	x 0,21
Utilização do sistema	x 0,24
Economia Mensal	115,00
Economia Anual	1.400,00

O equipamento instalado em uma residência dará ao consumidor uma economia de R\$ 115,00 mensais, desconsiderando alguns outros encargos cobrados pela distribuidora de energia, a economia anual será de aproximadamente de R\$ 1500,00. Seguindo essa estimativa o aerogerador será pago em torno de oito anos, lembrando que esse equipamento tem uma vida útil superior a 20 anos e que a grande maioria dos fabricantes de aerogeradores oferecem uma garantia prolongada, por volta de 5 anos, isso reforça e nos dá mais segurança em dizer que existe viabilidade e condições de operação para o projeto.

Conclusões

No referido projeto foram enunciados vários objetivos, porém o resultado mais esperado foram as condições de ventos no campus da FAG, que são consideradas boas para a implantação de pequenos aerogeradores, acredita-se que podem melhorar e muito devido o sensor anemométrico que é responsável por captar e identificar a velocidade do vento não estar localizado na altura ideal, pois o mesmo está a cerca de apenas 2 metros de altura, nessa altura edificações, árvores, e a própria vegetação impedem devido à rugosidade que o vento circule sem influências, a rugosidade do terreno tem grande participação na formação dos ventos, quanto mais alta a torre do aerogerador, menor será o índice de rugosidade, possibilitando que o vento circule de forma mais adequada, e por isso podemos afirmar que se esse sensor for elevado a uma altura de 20 metros do solo, poderá nos dar respostas de velocidade de ventos mais elevada e atrativas que os obtidos recentemente para elaboração desse projeto, que não deixa de ser viável.

Através de uma estimativa feita a partir da velocidade mensal dos ventos, chegamos a um resultado que nos assegura que esse tipo de fonte energética é realmente viável e favorável nas condições existentes em Cascavel.

Referências

ACUNHA, I. C & ALMEIDA, J. **Análise do Desempenho de um Aerogerador de Pequeno Porte**, Colégio Técnico Industrial – FURG, Rio Grande, Rio Grande do Sul, 2005.

ANEEL, **Atlas de energia Elétrica do Brasil**, Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, 1º Ed, 2002.

ANEEL, **Atlas de energia Elétrica do Brasil**, Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, 3º Ed, 2008.

ANERN INDUSTRY GROUP, 2009. Disponível em: <http://www.anern.com>, Acesso Em: 22/10.

CASTRO. R. M. G. **Energias Renováveis e Produção Descentralizada, Introdução à Energia Eólica**, Universidade Técnica de Lisboa Instituto Superior Técnico, 1º Ed, 2003.

DUTRA, R. M. **Energia Eólica – Princípios e Tecnologia**, CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólico Sérgio de Salvo Brito, 2009.

DUTRA. R. M. **Viabilidade Técnico-Econômica da Energia Eólica Face ao Novo Marco Regulatório do Setor Elétrico Brasileiro**, Rio de Janeiro, 2001.

NEOENERGIA, **Geração de Energia no Brasil**, 2009. Disponível em: <http://www.neoenergia.com/section/geracao.asp>, Acesso: 03/03.

PEREIRA. I. Q. G. **Condições de Viabilidade da Microgeração Eólica em Zonas Urbanas**, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.

PIRES. J. C. P. **Estudo de Rotor Para Turbina Eólica de Eixo Horizontal de Pequeno Porte com Aplicação de Modelagem e Simulação Virtual**, Programa de Pós – Graduação em design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

Recebido para publicação em: 08/12/2012

Aceito para publicação em: 29/12/2012