

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA NA FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA (FEEC), UNICAMP.

NATÁLIA F. OSHIYAMA¹, TOMAZ M. VILELA¹, THIAGO E. LANÇONI¹, VINICIUS GONÇALVES SALARO¹

¹ Curso de Graduação – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação/ UNICAMP

RESUMO: Este trabalho apresenta uma análise da viabilidade técnica e econômica de implementação de um sistema de geração de energia eólica para suprir a demanda de energia elétrica na Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC), localizada na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Em 2001, a crise de suprimento de energia elétrica no país mostrou que era preciso diversificar a matriz energética, que hoje é predominantemente hidrológica. A geração eólica apresenta alto potencial de complementaridade com o sistema interligado nacional, tratando-se de uma geração limpa e de custos de implementação progressivamente mais baixos. Esta foi a motivação de se fazer essa análise simplificada para saber se é possível ou não ter geração de energia eólica no instituto. As avaliações conduzidas neste trabalho levam a crer que o elevado tempo de retorno monetário e o grande investimento inicial, sem contar os impostos e a manutenção do sistema, entre outros fatores, inviabilizam um projeto de implantação de gerador eólico em curto prazo. Porém, cabe ressaltar que a tecnologia da geração eólica está sendo modernizada e talvez num futuro próximo seja possível a instalação de alguns geradores na UNICAMP.

PALAVRAS-CHAVE: Energia eólica, energia elétrica, viabilidade, FEEC.

INTRODUÇÃO

A energia eólica começou a ser utilizada na Europa, com a Alemanha, Dinamarca e Holanda e também nos

Estados Unidos. Hoje está presente em vários outros países da Europa, além de países da América Latina, África e Ásia.

No Brasil, estima-se que o potencial de geração eólica seja de cerca de 143,5 GW, segundo levantamento feito pela CEPEL, embora apenas cerca de 22,1 MW (2002) sejam realmente gerados (TOLMASQUIM, 2003). A região nordeste do país representa o principal parque eólico.

A energia eólica consiste na energia cinética dos ventos, fonte de energia renovável e limpa. O sistema eólico é constituído principalmente pelo rotor, responsável por transformar a energia cinética dos ventos em energia mecânica através da rotação do eixo, pelo gerador elétrico, responsável por transformar a energia mecânica em energia elétrica, e pela torre que sustenta e posiciona o rotor na altura conveniente.

Uma das grandes vantagens do sistema eólico é que não há emissão de poluentes durante a sua operação. Uma turbina de 600 kW, por exemplo, instalada em uma região de bons ventos poderá, dependendo do regime dos ventos e do fator de capacidade, evitar a emissão entre 20.000 e 36.000 toneladas de CO₂ (TOLMASQUIM, 2003), principal responsável pelo efeito estufa.

A emissão de ruído pelas turbinas vem diminuindo bastante com o desenvolvimento de novas tecnologias e hoje esse problema é de pouca relevância. O impacto visual pode ser amenizado com a conscientização sobre as vantagens da energia eólica. Os eventuais acidentes envolvendo pássaros exigem que grandes parques eólicos não sejam instalados em lugares de rota de migração. Mas o principal problema está relacionado à aleatoriedade do seu funcionamento, já que depende da velocidade instantânea dos ventos.

No entanto, a energia eólica continua sendo uma ótima opção para complementação do sistema atual, sendo o objetivo desse trabalho a análise da viabilidade de implantação desse sistema na FEEC, analisando os ventos da região, a demanda de energia e os custos.

MATERIAL E MÉTODOS

Primeiramente foram obtidos os dados das medições de velocidade do vento a 10 metros de altura, no Instituto de Química da UNICAMP (Tabela 1). Infelizmente não há dados referentes aos meses de junho e julho, o período que apresenta melhores

condições de vento na região de Campinas. Porém, foi possível verificar a velocidade média do vento por semana durante trinta e sete semanas.

Os dados obtidos foram extrapolados para estimar a velocidade do vento a 100 metros de altura através do software *Wind Speed Calculator* (DANISH WIND INDUSTRY ASSOCIATION). A componente do solo estimada foi de 0,055m .

Através das seguintes estimativas :

- Temperatura média: 25°C;
- Altitude: 640 metros;
- Pressão: 94.0090092154224 kPA;
- Densidade : 1.0990162492734756 kg/m³;
- Aerogerador = NEG Micon 600/48;

e dos resultados a 100 metros (Tabela 1) foram obtidas as potências com o auxílio do software *Wind Turbine Power Calculator* (DANISH WIND INDUSTRY ASSOCIATION).

Multiplicando esses resultados pelo número de horas de uma semana (168 horas) foi obtido a energia em kWh/semana (Tabela 1).

Para o cálculo de energia suprida, utilizou-se uma potência consumida pela

FEEC de duzentos quilowatts constantes (obtido através de consulta ao Prof. Dr. Fujio Sato/ FEEC), isso significa que para achar o consumo em semana multiplica-se a potência pelo número de horas do período. Esse consumo, para se ter uma idéia, corresponde ao consumo de mais ou menos quatrocentas casas de porte médio e foi estimado com base no sistema de alimentação do Instituto (transformadores que alimentam o prédio). O valor da economia monetária por ano foi obtido através de um cálculo simplificado, onde primeiro somou-se a energia gerada anualmente (soma das energias da Tabela 1 multiplicada por 52 e dividido por 37). Depois esse valor foi multiplicado pelo preço do kWh pago pela UNICAMP (obtido através de consulta ao Engenheiro Vicente José Costa Valle) que é de R\$0,19/kWh.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o cálculo da energia gerada, não se pode utilizar a velocidade média anual ou até a mensal, pois os geradores apresentam uma curva de potência por velocidade do vento não linear, ou seja, intervalos em que o equipamento



apresenta seu melhor rendimento estariam sendo desprezados. Por isso utilizou-se a média semanal, que apresenta certa homogeneidade, mas quanto menor o período menor o erro em relação à produção de energia.

Através da estimativa de energia suprida (Tabela 1) observa-se uma grande

variação durante o período avaliado, sendo que no total o valor obtido foi de 22,82% em relação ao consumo total da FEEC.

Tabela 1. Velocidade do vento e avaliação da energia produzida, estimadas para FEEC/ UNICAMP.

Mês / Semana	Vel. Média a 10m (m/s)	Vel. Média a 100m (m/s)	Potência (KW)*	Energia Gerada (Kw/h)**	Energia (%)***
ago/01	2,58	3,71	20	3360	10,00
ago/02	4,79	6,9	150	25200	75,00
ago/03	2,09	3,01	5	840	2,50
ago/04	2,79	4,02	26	4368	13,00
AGOSTO	3,08	4,45	-	33768	25,13
set/01	2,84	4,1	30	5040	15,00
set/02	3,87	5,58	78	13104	39,00
set/03	2,80	4,04	28	4704	14,00
set/04	5,37	7,74	220	36960	110,00
SETEMBRO	3,58	5,16	-	59808	44,50
out/01	3,46	4,99	52	8736	26,00
out/02	3,20	4,62	46	7728	23,00
out/03	3,99	5,75	82	13776	41,00
out/04	3,14	4,53	43	7224	21,50
OUTUBRO	3,42	4,93	-	37464	27,88
nov/01	3,22	4,64	47	7896	23,50
nov/02	4,41	6,37	105	17640	52,50
nov/03	2,90	4,18	35	5880	17,50
nov/04	3,59	5,18	60	10080	30,00
NOVEMBRO	3,54	5,11	-	41496	30,88
dez/01	3,10	4,47	41	6888	20,50
dez/02	3,16	4,55	44	7392	22,00
dez/03	2,80	4,04	28	4704	14,00
dez/04	2,76	3,98	26	4368	13,00



Mês / Semana	Vel. Média a 10m (m/s)	Vel. Média a 100m (m/s)	Potência (KW)*	Energia Gerada (Kw/h)**	Energia (%)***
DEZEMBRO	2,94	4,24	-	23352	17,38
jan/01	2,67	3,85	24	4032	12,00
jan/02	2,47	3,56	17	2856	8,50
jan/03	2,55	3,68	20	3360	10,00
jan/04	2,71	3,91	23	3864	11,50
JANEIRO	2,61	3,77	-	14112	10,50
fev/01	2,80	4,04	28	4704	14,00
fev/02	-	-	-	-	-
fev/03	-	-	-	-	-
fev/04	2,80	4,04	28	4704	14,00
FEVEREIRO	2,80	4,04	-	9408	14,00
mar/01	4,13	5,96	93	15624	46,50
mar/02	2,61	3,77	22	3696	11,00
mar/03	2,16	3,11	12	2016	6,00
mar/04	3,01	4,34	34	5712	17,00
MARÇO	2,98	4,3	-	27048	20,13
abr/01	2,94	4,25	32	5376	16,00
abr/02	2,64	3,81	22	3696	11,00
abr/03	2,37	3,42	15	2520	7,50
abr/04	3,26	4,7	47	7896	23,50
ABRIL	2,83	4,09	-	19488	14,50
mai/01	3,33	4,8	83	13944	41,50
mai/02	2,66	3,83	23	3864	11,50
mai/03	1,90	2,74	0	0	0,00
mai/04	-	-	-	-	-
MAIO	2,71	3,9	-	17808	17,67
TOTAL****	3,05	4,399	-	283752	22,82

*Potência média alcançada na semana, estimada com base nos dados do fabricante.

**Energia gerada em um semana considerando o potência obtida no período.

***Energia suprida em porcentagem em relação a um consumo total.

****Total contabilizado nas 37 semanas analisadas.

Como não foi obtida resposta da empresa fabricante dos geradores eólicos foi necessário obter uma estimativa do preço do gerador, assim considerou-se que o kWh deveria custar

US\$ 1000,00, logo o valor estimado foi de 1,5 milhões de reais (TOLMASQUIM, 2003).

Através das estimativas deste trabalho observa-se que foi obtida uma economia de energia equivalente a R\$75.769,45 por ano. Desta forma, para haver o retorno monetário do preço do gerador serão necessários 20 anos, sem considerar os valores de impostos, manutenção, entre outros.

CONCLUSÃO

Pelo elevado tempo de retorno monetário e pelo grande investimento inicial, sem contar os impostos, a manutenção e outros fatores, o projeto de implantação de um gerador eólico na FEEC nos parece inviável em curto prazo. Porém, a tecnologia da geração eólica está sendo modernizada e talvez num futuro próximo seja possível a instalação de alguns geradores na UNICAMP. Destaca-se que há ainda a questão da geração conjunta de energias renováveis, onde pode-se, por exemplo, aliar o gerador eólico à uma placa eletrovoltaica e assim produzir mais energia limpa.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaríamos de agradecer nosso professor Fujio Sato, que nos passou as primeiras informações para realização de nosso trabalho e sempre esteve nos ajudando. Agradecemos os professores Walmir de Freitas Filho e Luiz Carlos da FEEC, que nos forneceram valiosas informações. O Instituto de Química que levantou os dados sobre os ventos. O professor Luiz Antonio Rossi e principalmente Adriana Ferreira Rocha Miguel, aluna de doutorado que nos ajudou muito em como proceder em nosso trabalho, ambos da Feagri, que estão realizando pesquisas sobre fontes alternativas de energia. O IAC, o Cepagri e o Engenheiro Vicente José Costa Valle, responsável pela energia elétrica do campus, que sempre foram muito solícitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MIGUEL, A. R. F. **Análise do potencial eólico para geração de energia elétrica usando dados em microescala de estações climatológicas no Estado de São Paulo.** 2004 [s/n]. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.



DANISH WIND INDUSTRY
ASSOCIATION. **Wind Speed
Calculator.** Disponível em:
[http://www.windpower.org/en/tour/wres/c
alculat.htm](http://www.windpower.org/en/tour/wres/calculat.htm). Acesso em: 13 junho 2005.

DANISH WIND INDUSTRY
ASSOCIATION. **Wind Turbine Power
Calculator.** Disponível em:
[http://www.windpower.org/en/tour/wres/
pow/index.htm](http://www.windpower.org/en/tour/wres/pow/index.htm). Acesso em: 13 junho
2005.

TOLMASQUIM, M.T. **Fontes
Renováveis de Energia.** Rio de Janeiro:
Editora Interciência, 2003.