



**Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
Educação a Distância da UFSM – EAD  
Universidade Aberta do Brasil – UAB**

**Curso de Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos  
Processos Produtivos**

**Polo: Novo Hamburgo**

**VIABILIDADE DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DO  
SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO PARA USO RESIDENCIAL**

BOUVIE, Michel<sup>1</sup>

MINUSSI, João Paulo<sup>2</sup>

**RESUMO**

Devido as inúmeras discussões sobre o gasto de recursos naturais como fontes de energia, há um movimento ambiental, social, político para reduzirmos estes gastos. Por isso, este projeto tem como finalidade verificar a viabilidade de instalação de um sistema de energia eólica residencial, fazendo uma comparação entre o valor que será gasto para a implementação deste sistema e o retorno financeiro gerado pela diminuição do gasto de energia elétrica. Os dados são resultantes de coleta de dados obtidos junto a empresas que prestam serviço na área de energia elétrica no estado do Rio Grande do Sul.

---

<sup>1</sup> Engenharia de Controle e Automação. PUC, Porto Alegre, RS

<sup>2</sup> Ph.D.- University of Missouri-USA. Eng. Eletricista. Professor orientador. Universidade de Santa Maria, Santa Maria, RS

**Palavras-chave:** Fonte renovável, Micro geração híbrida eólica, Eficiência energética.

**ABSTRACT:**

Due to the numerous discussions about the expense of natural resources as sources of energy, there is an environmental social movement, political to reduce these costs. Therefore, this project aims to test the feasibility of installing a residential wind energy system, making a comparison between the amount that will be spent for the implementation of this system and the financial return generated by the reduction in power expenses. The data are the result of data collection obtained from companies that provide service in the area of electricity in the state of Rio Grande do Sul.

**Keywords:** Renewable Source, Micro hybrid wind generation, energy efficiency

## **1 INTRODUÇÃO**

Este projeto tem como finalidade verificar as possibilidades de instalação de um sistema eólico residencial, considerando a compensação do investimento financeiro com a redução da utilização da energia elétrica.

Muitas pesquisas sobre energia eólica foram realizadas nos estados do Norte do Brasil, onde há inúmeros parques eólicos, já na região Sul há poucos estudos sobre a aplicação desta tecnologia de energia renovável.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

A Eficiência Energética está em debate em muitos países, nos quais há uma desenfreada discussão sobre as fontes de geração de energia, grande parte da

energia consumida mundialmente é retirada de fontes não renováveis, que além de usar o recurso natural polui o meio ambiente.

Há um movimento de incentivo á novas tecnologias para a produção de energia limpa, que não consome recursos ambientais e nem polui o meio ambiente. Devido á essas inúmeras discussões sobre o gasto de recursos naturais como fontes de energia, também há um movimento ambiental, social e político para reduzirmos estes gastos.

“ Embora utilizada desde o início do século passado como fonte para a geração de energia elétrica, o impulso nessa utilização somente ocorreu a partir dos “choques do petróleo” de 1973 e 1979. Após aqueles eventos, os governos da Europa e dos Estados Unidos começaram a incentivar de forma direta o desenvolvimento da utilização da energia elétrica a partir de fonte eólica.” (CRESESB, LEONETTI; VIAL, 2005, p.227)

A energia eólica é o aproveitamento da movimentação do ar, na forma de vento, abundante fonte de energia, renovável, limpa e disponível em todo o Globo. Esse mecanismo foi usado nos moinhos de vento que utilizava o vento que, ao atingir uma hélice, impulsiona uma bomba de sucção da água, para um reservatório, e depois utilizada na irrigação de plantações, aproveitando-se a força da gravidade.

O mecanismo básico não sofreu grandes modificações, no transcorrer dos tempos. Os moinhos de vento foram disseminados na Europa, em meados do Século XI, durante as Cruzadas. Largamente utilizados na Holanda, para drenar as terras alagadas, na criação de áreas de plantio.

A energia eólica vem se mostrando bastante eficiente como fonte de energia renovável e que pode ser instalada em residências com um custo alto, mas em certos lugares que tem ventos significativos esse custo acaba sendo pago pela diminuição do gasto com energia elétrica. Segundo DUTRA, SZKLO e TOLMASQUIM:

“ A energia eólica está entre as fontes alternativas de energia renováveis mais baratas (considerando a razão entre o custo da turbina e sua potência nominal). Ademais, o seu custo continua a cair com o aprimoramento tecnológico e a maximização da eficiência das máquinas.”(CRESESB, 2005, p.203)

Em comparação com a energia eólica, fonte de energia renovável limpa, a fonte de produção de energia elétrica pela queima do carvão ainda é usada no Rio

grande do Sul, porém sendo extremamente poluente, causando danos a saúde das pessoas que vivem ao redor dessas áreas de extração e ainda, se não fosse suficiente, acaba por extrair desenfreadamente um recurso natural não renovável. Outra questão preocupante é a saúde da população que reside perto da produção dessa energia e/ou extração do carvão. Muito se discute sobre a poluição e a utilização dos recursos naturais não renováveis, mas pouco se fala sobre os grandes problemas de saúde gerados para uma população que vive perto dessas extrações.

Seguindo esta linha atentamos para os problemas de saúde que as usinas termonucleares podem causar, como exemplo citamos o recente acidente nuclear de Fukushima, no Japão. Sabe-se que as usinas termonucleares fazem a fusão/fissão do urânio para transformá-lo em energia, gerando resíduos que não podem ser descartados, devendo ser guardados em locais isolados e protegido. Em Fukushima, a grande preocupação foi que houvesse explosões tóxicas e afetasse a saúde da população.

A melhoria das tecnologias na produção de energia eólica auxiliou na diminuição dos preços das turbinas eólicas e conseqüentemente ampliou o mercado de venda desses equipamentos; gerando competição entre os fabricantes que buscam um público alvo ainda pequeno, aqueles que acreditam que essa forma de geração de energia possa lhe trazer mais benefícios do que o consumo da energia elétrica gerada através das hidrelétricas e termelétricas, muito utilizadas em todo o Brasil.

A energia eólica disponível varia conforme as horas do dia e as estações do ano. O relevo também influencia na distribuição e frequência dos ventos, assim como sua velocidade em um determinada região, dependendo, além disso, depende das características de desempenho, altura de operação e espaçamento horizontal dos sistemas de conversão. A avaliação do potencial de vento de uma região é fundamental para a utilização do recurso eólico. Apresentamos, na Figura 1, um mapa de velocidades médias anuais no Brasil fornecido pela CEPEL.



FIGURA 1 – Velocidades médias anuais (CEPEL, 2001, p.27)

O aproveitamento da força dos ventos é aproveitado pela conversão da energia cinética, feita através do giro das pás de uma turbina eólica, em um sistema constituído por vários componentes, dentre eles os mais significativos: a turbina, o gerador, a caixa multiplicadora, os sistemas de controle e a torre.

### **3 OBJETIVO**

Verificar se é viável a utilização da micro geração de energia eólica em uma residência.

Analisar os prós e contras no uso de um aerogerador em uma residência;

Verificar se o investimento financeiro inicial será compensado a curto, médio ou longo prazo.

### **4 METODOLOGIA**

Para saber se atualmente é viável a implantação de um sistema eólico residencial para geração de energia em uma casa que foi construída no ano de 2013, sendo finalizada a construção em março de 2014; foram utilizadas as respostas de solicitações de orçamentos de diferentes empresas que fazem a instalação de eólicos residenciais no estado do Rio Grande do Sul.

Após estes dados e sabendo do consumo de energia elétrica que atualmente se tem, será realizada a análise dos dados obtidos para saber em quanto tempo o investimento no sistema eólico vai se pagar o retorno do investimento, mostrando os prós e os contras dessa forma de geração de energia elétrica.

### **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Como resultado dos contatos procurados com diversas empresas, muitas não tem interesse em passar orçamento, na maioria os valores dos kits estão expostos nos seus sites. Por isso abaixo segue a conta de luz de uma residência, Figura 2, que estava sendo construída até o início deste ano, para saber se o investimento na instalação de um sistema eólico residencial, atualmente está em condições competitivas no mercado.

INFORMAÇÕES DA FATURA		VALORES FATURADOS								
Mês Faturamento	<b>Outubro/2014</b>	Descrição	Quantidade	Tarifa TUSD	Valor TUSD	Tarifa TE	Valor TE	Valor Total (R\$)		
Leitura Anterior	19/09	Custo de Disponibilidade do Sistema Elétrico						35,06		
Leitura Atual	21/10	CIP - Iluminação Pública						3,97		
Próxima Leitura	<b>20/11</b>	ICMS						12,33		
Dias de Consumo	32	PIS (0,70%)						0,35		
Consumo Médio Diário	3,13	COFINS (3,20%)						1,58		
Valor Consumo Diário	1,54									
EI-Residencial - Normal										
Tensão	Baixa 220 V Trifásica									
Fator de Potência	-									
Perdas de Transf.	0,0%									
HISTÓRICO DE CONSUMO										
Out/13	100									
Nov/13	100									
Dez/13	100									
Jan/14	100									
Fev/14	100									
Mar/14	100									
Abr/14	100									
Mai/14	130									
Jun/14	285									
Jul/14	357									
Ago/14	225									
Set/14	133									
Out/14	100									
		<b>DATA DE VENCIMENTO</b>		<b>TOTAL A PAGAR</b>						
		<b>10/11/2014</b>		<b>R\$53,29</b>						
COMPONENTES DA TARIFA										
Energia	20,13									
Transmissão	1,54									
Distribuição	9,94									
Encargos	3,45									
ICMS										
Base de Cálculo: R\$49,32										
ICMS Total: R\$12,33										
Alíquota: 25%										
INFORMAÇÕES TÉCNICAS						INDICADORES DE CONTINUIDADE				
Tipo de Medição	Número do Medidor	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante Mult	Total Medido	Conjunto	Metas		Verificado	
ENERGIA ATIVA BT	2964667	83499	83065	1,00	96 kWh	Gravataí 1	Mensal	Trim.	Anual	
									08/2014	
						DIC	5,43	10,86	21,73	1,63
						FIC	3,42	6,85	13,70	2,00

FIGURA 2 – Conta de luz residência em Gravataí Rs

Esta residência, Figura 3, começou a ser habitada em Maio de 2014, por isso podem ver que meses anteriores foi usada apenas a taxa de conta de luz, após tem o consumo real desta família.

Com base nesses dados foi selecionado sistemas eólicos com potência de 1200W, Figura 4, dessa forma atenderia bem dimensionado às necessidades dessa família, levando em conta que além do consumo visto até agora pela conta de luz, no verão terão mais um gasto elétrico com a utilização de ar condicionado Split (já

instalados na residência).



FIGURA 3 – Residência



FIGURA 4 – Modelo aerogerador escolhido

Analisando o valor disponibilizado no site de uma empresa do Distrito Federal, composto de um equipamento eólico residencial com valor de mercado bem competitivo; com o levantamento de preços realizado observa-se que os preços encontram-se numa mesma base, com variação de até R\$500,00 a mais ou a menos dependendo da empresa.

O modelo escolhido é o aerogerador com potência de 1200W, tem um



designer sofisticado e pode ser instalado em cima do telhado para um melhor aproveitamento dos ventos; o fabricante aconselha instalá-lo a 6 metros do chão, para um melhor rendimento.

Sobre a localização desta casa com relação ao potencial eólico, segundo o mapa de velocidades médias da CEPEL, Figura 1, o que demonstra esta região apresentar velocidades de vento propícia ao aproveitamento da energia eólica.

Valor: R\$ 4.808,72 mais instalação de R\$ 700,00 que contempla:

- Aerogerador a ser instalado
- Inversor ongrid (que introduz na rede de energia elétrica o que não é imediatamente utilizado, cabendo a operadora de energia disponibilizar um medidor bidirecional para contabilizar o fluxo de energia e gerar crédito)

O valor total do investimento é de R\$ 5.508,72, este modelo de aerogerador já começa a gerar energia com ventos de 2m/s até 12,5m/s; em alguns sites de previsão climática como: Climatempo e CPTEC é possível acessar a informação da média diária de ventos para conseqüentemente, pelas características do equipamento utilizado, obter quanto produzirá em um determinado dia, claro que são previsões, nem sempre são exatos e podem ocorrer pequenas variações.

No site da CPTEC no dia 01 de novembro de 2014 tem as previsões de vento para a cidade de Gravataí no Rio Grande do Sul, em quatro horários, a média desses valores ficou em 17,5 km/h convertido 4,86 m/s, o que produziria em torno de 200 kw/h mensais; valor aproximado, pois os ventos tem variações.

Segundo a conta de luz analisada fazendo a média dos últimos seis meses (período que eles efetivamente estão morando nesta casa) resulta em 205 kw/h por mês, então teoricamente o que seria gerado pela unidade eólica atenderia as necessidades da residência considerada. O valor aproximado deste consumo seria de R\$110,00 (podendo variar dependendo dos impostos, dos períodos sem energia que são dados descontos na conta); enfim essa seria a economia mensal.

Considerando o investimento inicial que desembolsaria no momento da compra e logo após na instalação, calculei levando em consideração o juro de poupança e logo obtive a seguinte conclusão: se em um ano economizaria R\$ 1.320,00 e em aproximadamente seis anos e meio esse investimento inicial se pagaria, além de estarem utilizando uma energia limpa e renovável, contribuindo

para a preservação do meio ambiente.

Ainda é possível obter na comercialização da unidade um seguro ao equipamento gerador eólico em torno de 10 anos, apesar desse tipo de equipamento apresentar baixo índice de manutenção.

Todo esse estudo está embasado na possibilidade que a resolução da ANEEL (Agência Nacional energia elétrica) nº 482/2012 nos ampara, art 1 cap.1:

“III - sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa dessa mesma unidade consumidora ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade da unidade consumidora onde os créditos foram gerados, desde que possua o mesmo Cadastro de Pessoa Física (CPF) ou Cadastro de Pessoa Jurídica (CNPJ) junto ao Ministério da Fazenda.” (2012, p.2)

Com essa resolução não é necessário implantar junto com o sistema eólico baterias para armazenar a energia não consumida instantaneamente. O que baixa o custo e possibilita que mais pessoas se interessem por instalar tal equipamento e simplifica este processo de instalação, reduzindo até mesmo o valor da mão de obra de instalação.

## **6 CONCLUSÕES: “PRÓS E CONTRAS” DA INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA EÓLICO RESIDENCIAL**

Prós:

- Neste estudo de caso o retorno do investimento é de seis anos e meio, após esse tempo de uso o aproveitamento eólico estudado apresenta um baixo índice de manutenção e com possibilidade de receita pela injeção de energia a rede da distribuidora.
- Segundo o próprio fabricante este equipamento geralmente precisa de manutenção a partir dos 10 anos depois da instalação, um período relativamente bom para uma nova tecnologia em expansão.
- Segundo Custódio, 2013, na área da produção de energia através de

eólicos residenciais estão avançando e consolidando novas tecnologias, logo os equipamentos serão financeiramente mais acessíveis e muitas pessoas terão a possibilidade de usar a energia eólica como única fonte de energia elétrica.

- A configuração do sistema proposto não precisa usar baterias para armazenar a energia elétrica ainda não utilizada e ainda a possibilidade de receber crédito da empresa de energia elétrica; com amparo legal pela ANEEL.

Contras:

- O investimento inicial é alto, o retorno é lento.
- A mão de obra qualificada para instalação dos equipamentos eólicos para produção de energia é escassa, na região sul do Brasil poucas empresas fazem a comercialização de produtos de geração eólica de energia para residências e estas na maioria são importados, geralmente da Holanda, Alemanha e China.
- Se eventualmente ocorrer algum problema no equipamento e for necessária a troca de alguma peça o “lucro” pode diminuir a ponto de não ser tão atrativo.

## **7 OBSERVAÇÕES FINAIS COM RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES**

Com todos os dados coletados, com o embasamento teórico que foi pesquisado percebe-se que é viável a instalação de um sistema eólico residencial, seu custo ainda é alto, com poucos profissionais capacitados para instalar esses equipamentos, precisamos atentar ao que é oferecido se realmente está de acordo com a necessidade real.

A tecnologia ainda é importada de países que estão mais desenvolvidos do que o nosso, temos a incerteza do apoio do governo com essa fonte de energia, sabemos que se as operadoras de energia elétrica não colocarem um medidor bidirecional essa energia pode não ser totalmente aproveitada ou será necessário a compra de baterias, o que encarece este sistema e gera manutenções mais

seguidas.

A geração de energia eólica vem sendo investida como energia do futuro, há uma grande preocupação de todos os países com o efeito estufa, causados principalmente pela liberação de gás carbônico, gerado em grandes quantidades em usinas termelétricas e hidrelétricas; as mais utilizadas para a produção de energia elétrica.

A energia eólica ainda chama a atenção do mundo, pois seus benefícios eram inúmeros, dentre eles se destacam: energia limpa (não emite gases poluentes na atmosfera), baixos impactos socioambientais, não necessitando remover famílias ou comunidades para sua instalação; toda forma de energia alternativa e principalmente LIMPA deve ser encorajada e investida pelo governo.

. Em contrapartida, depende do vento, que é uma variável aleatória e sofre influência dos fenômenos meteorológicos.

Após a análise dos dados obtidos nessa pesquisa considera-se a energia eólica uma energia do futuro, em pouco tempo muitos países evoluíram nas suas tecnologias e permitiram que os equipamentos eólicos fossem eficientes e cada vez menores possibilitando a fabricação de eólicos residenciais.

## **8 REFERÊNCIAS**

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Acessado em 23/11/2014 <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>>

CEPEL. Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. Centro de pesquisa de Energia Elétrica. Brasília, Brasil, 2001.

CPTEC Acessado em 01/11/2014 < <http://www.cptec.inpe.br/cidades/tempo/2179>>

CRESESB. Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. Centro de Referência para Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Coletâneas de Artigos: Energia Solar e Eólica – Volume 2 / Rio de Janeiro, 2005).

CUSTÓDIO, Ronaldo dos Santos. Energia eólica para produção de energia elétrica. Rio de Janeiro: Synergia: Acta: Abeeólica, 2013.