

CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

TELHA QUE GERA ELETRICIDADE ATRAVÉS DA ENERGIA EÓLICA

André Oliveira Alcântara Fontenele, andre_oaf@hotmail.com¹

Eduardo Morais da Silva, en-cientific_edward@hotmail.com¹

Matheus Rios Paiva, riosmatheus@rocketmail.com¹

Érick Aragão Ribeiro, erickudv@gmail.com¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Av. 13 de Maio, 2081 - Fatima, Fortaleza - CE, 60040-531.

Resumo: O mundo vive atualmente um grande despertar sobre a utilização das fontes renováveis no setor de geração de energia elétrica. Logo, verifica-se nos últimos anos a adoção de políticas de promoção e incentivo à utilização dessas fontes nos países desenvolvidos, com relativo sucesso. O estado do Ceará, localizado em uma região onde a geografia o deixa exposto aos ventos oceânicos é um dos estados de maior incidência de ventos e elevado potencial de produção de energia eólica. Na busca de conciliar a exploração das fontes renováveis com uma visão social, ambiental e econômica e de se utilizar o potencial energético que pode ser produzido através dos ventos de uma maneira simples e eficiente, foi criada a Telha Eólica. O projeto Telha Eólica é formado por uma base metálica de alumínio que é fixada em uma telha de barro. Sobre a base existem duas estruturas que aproveitam a energia do vento para gerar eletricidade. A tecnologia usada está baseada no fenômeno da indução eletromagnética. Então, por meio de ímãs e bobinas que formam os mecanismos existentes na telha, é possível gerar energia elétrica com a força dos ventos sobre o telhado de uma casa. Os mecanismos são pequenos para garantir uma boa velocidade angular, de forma que a variação do fluxo magnético nas bobinas seja acentuado e possa produzir uma potência significativa. O fato de o projeto ficar fixado em cada telha individualmente, permite facilidade na instalação e na manutenção. A energia limpa que ela dispõe é sua principal característica, contribuindo assim para a utilização consciente da energia, usando métodos que empreguem ciência com uma consciência ambiental de como se utilizar as fontes renováveis para a criação de um novo meio energético e que possibilite uma maior economia para o povo e o país.

Palavras-chave: Energia. Renováveis. Eólica. Telha. Eletricidade

1. INTRODUÇÃO

O mundo vive atualmente um grande momento sobre o uso das fontes renováveis no setor de energia elétrica. A principal causa dos maciços investimentos em energia renovável é a necessidade de se garantir a segurança do suprimento sujeito às restrições impostas pela necessidade de se mitigar o aquecimento global (DANTAS, 2008). Cabe frisar que estes investimentos, ao diversificarem a matriz energética, por si só já contribuem para o aumento da segurança energética. Logo, verifica-se nos últimos anos a adoção de políticas de promoção e incentivo às fontes renováveis nos países desenvolvidos, com relativo sucesso (CASTRO et al., 2009).

Até maio de 2012, o Brasil ocupava a 21ª posição no ranking dos países de maior parque instalado de produção de energia eólica. Posição incompatível com o potencial de nosso País, que possui um dos maiores litorais do mundo, mas fica em desvantagem quando comparado com países como a China, que é a líder mundial em produção desse tipo de energia (Portal G1, 2015).

O Estado do Ceará localizado em uma região onde a geografia o deixa exposto aos ventos oceânicos, somado aos fatos do clima ser predominantemente semiárido, de ter baixa pressão atmosférica e de ser formado por planícies em sua maior parte, possui grande incidência de ventos e elevado potencial de produção de energia eólica.

Uma em cada cinco pessoas no planeta, ao todo 1,3 bilhão de pessoas, ainda não tem acesso à eletricidade. A energia sustentável torna-se uma alternativa para a população marginalizada, pois é uma energia acessível, barata, limpa e mais eficiente sendo essencial para o desenvolvimento sustentável. Ela permite que as empresas cresçam, gerem empregos e criem novos mercados (Organização das Nações Unidas, 2013).

O projeto em questão visa à produção de energia limpa e renovável, bem como os trabalhos de Souza (2012), Gewehr (2012) e Silva (2012). O projeto da telha eólica tem custo de produção reduzido, objetivando principalmente a população com baixa condição financeira. Dessa forma, o presente trabalho se deterá na construção de uma única estrutura da telha, construindo um protótipo com materiais encontrados no comércio e na rua. O protótipo passará por

testes em túnel de vento para avaliar o desempenho e a eficiência da estrutura. Serão elaborados vários gráficos referentes ao comportamento da telha sob a ação do vento. Com base nos resultados dos testes realizados, serão feitas melhorias e otimizações com a finalidade de aumentar o rendimento do sistema. Concluídas estas etapas, o protótipo estará finalizado. Em seguida, a telha será avaliada para aferir sua viabilidade, analisando-se vários aspectos, estruturais e financeiros. Serão mostrados os valores de corrente, tensão e potência elétrica alcançados de acordo com a velocidade do vento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Eletromagnetismo

2.2.1 Fluxo Magnético

Consideremos uma superfície plana, de área A , colocada dentro de um campo magnético uniforme $\vec{B}$. Traçando-se uma linha perpendicular à superfície, designamos por θ o ângulo formado por esta normal $\vec{n}$ com o vetor $\vec{B}$ fig.1.

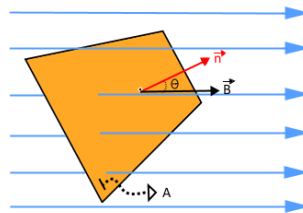


Figura 1. Ângulo formado entre o fluxo magnético e a normal

O fluxo magnético através desta superfície é representado pela letra grega Φ (fi) e definido pela seguinte Eq. 1.

$$\Phi = BA \cos \theta \quad (1)$$

- Φ = Fluxo magnético [Wb]
- B = Campo magnético [T]
- A = Área[m²]
- θ = Ângulo formado entre a normal (n) com o vetor $\vec{B}$

2.2.2 Lei de Faraday da Indução Eletromagnética

A Lei da Indução Eletromagnética de Faraday afirma que uma corrente elétrica é induzida num solenoide quando há uma diferença na quantidade de linhas de campo magnético que o atravessam num dado intervalo de tempo (OLIVEIRA et al., 2011). O princípio de funcionamento de geração de energia deste projeto está alicerçado neste princípio, e com base em seu estudo e nos ensaios eletromagnéticos, buscou-se construir bobinas mais eficientes atuando em condições que viessem a satisfazer um melhor desempenho da estrutura como um todo.

Conforme a lei de Faraday, temos a Eq. 2.

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| \quad (2)$$

- ε = Força eletromotriz [J/C]
- Delta Φ = Variação do fluxo magnético
- Delta t = Variação do tempo

Note que, baseando-se na Eq. 1, o fluxo magnético depende de três grandezas, B , A , e θ . Portanto, para que haja variação é necessário que pelo menos uma das três grandezas varie.

2.2.3 Lei de Lenz

Com a lei de Faraday pode-se calcular a intensidade da força eletromotriz induzida, porém não se pode determinar o sentido da corrente induzida. Experimentos realizados pelo cientista russo H. Lenz permitem concluir que a corrente induzida em um circuito aparece sempre com um sentido tal que o campo magnético que ela cria tende a contrariar a variação do fluxo magnético que a originou fig. 2.

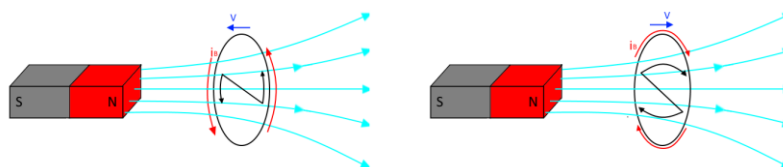


Figura 2. Lei de Lenz.

Aplicando essa conclusão à lei de Faraday, temos que:

$$\varepsilon = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (5)$$

2.2.4 Limite de Betz

Albert Betz foi um físico alemão que em 1919 concluiu que nenhuma turbina eólica pode converter mais do que 16/27 (59.3%) da energia cinética do vento em energia mecânica no rotor. Até aos dias de hoje isto é conhecido pelo limite de Betz ou a lei de Betz. Este limite nada tem a ver com ineficiências no gerador mas sim na própria natureza das turbinas eólicas. Os aerogeradores extraem energia ao travar o vento. Para um aerogerador ser 100% eficiente precisaria provocar uma paragem total na massa de ar em deslocação - mas nesse caso em vez de pás seria necessária uma massa sólida cobrindo 100% da área de passagem e o rotor não rodaria e não converteria a energia cinética em mecânica. No outro extremo se tivéssemos uma turbina com apenas uma pá a maior parte do vento passaria "falhando" essa pá e mantendo toda a energia cinética. Entre estes dois extremos existe um pico ou ponto máximo de rendimento que é o limite de Betz, ilustrado na fig. 3.

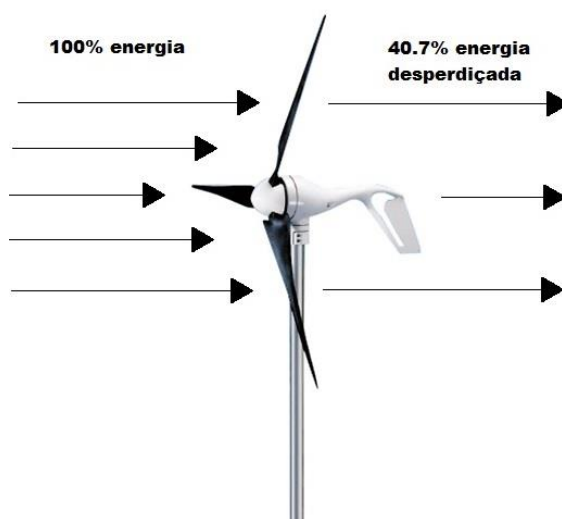


Figura 3. Limite de Betz.

O máximo teórico que qualquer design de um aerogerador pode extrair é de 0.59 (i.e. não mais do que 59% da energia do vento pode ser extraída por um gerador eólico). Mas quando se juntam mais alguns requisitos de engenharia - principalmente força e durabilidade - os valores reais atingidos estão bastante abaixo do limite de Betz com valores entre os 0.35 - 0.45 a serem usados mesmo entre os mais bem desenhados aerogeradores. Se a isto juntarmos outras ineficiências de todo o sistema de um gerador eólico (o aerogerador, transmissão, inversor etc.), só cerca de 10-30% da energia eólica é convertida em energia eléctrica que se possa usar.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Como surgiu a ideia

A ideia da telha veio numa certa noite quando se pensava na aplicação dos efeitos da indução eletromagnética em benefício do homem, então, pensou-se nas telhas de um telhado de uma casa, com base no enorme potencial que o mesmo possui, em respeito a geração de energia eólica. Assim como no trabalho de Souza (2008), foi observado o potencial existente sobre o telhado de uma casa, porém no caso da telha eólica, o potencial explorado foi o do vento.

Assim, a ideia foi concebida e constava em sua originalidade de dois mecanismos com coletores de ar, estruturados numa base que seria acoplada em cima de uma telha de barro. Logo, o desenho da telha foi feito levando-se em conta várias peculiaridades na questão da indução magnética e aerodinâmica. O projeto permaneceu no papel por alguns meses, até que se decidiu construí-lo.

3.2 A construção do projeto e túnel de vento

A estrutura da telha será construída por materiais resistentes à erosão, tais como resina para a proteção das bobinas, discos de acrílico e lâminas de ferro, para possibilitar um maior tempo de vida útil à mesma fig. 4.



Figura 4. Protótipo da estrutura da telha.

Para realizar os testes, houve a necessidade de construir um túnel de vento mostrado na fig. 5.



Figura 5. Túnel de vento.

Foi construído um aparelho para medir a velocidade do vento que o túnel gera com quatro conchas plásticas de mesma dimensão fixadas nas extremidades de hastes que são parafusadas em um disco, formando, visualmente, algo parecido com um anemômetro mostrado na fig.6.

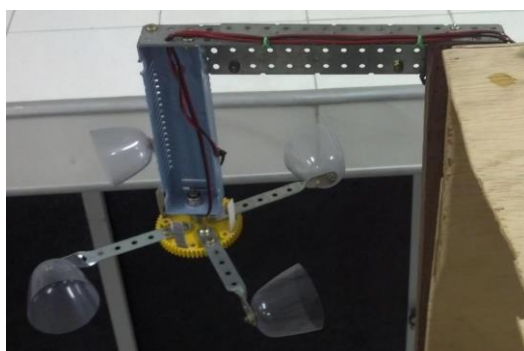


Figura 6. Aparelho construído para medir a velocidade do vento.

Para medir a velocidade do vento, esse aparelho possui um fotodiodo til32 e um fototransistor til78, sendo eles respectivamente um emissor e um receptor infravermelho. Fixados no disco que segura as hastes, existem quatro tiras de papel branco com um espaçamento de 90° entre elas. Essas tiras servem para refletir a luz infravermelha que o til32 emite. Foram usadas quatro tiras de papel para uma melhor precisão dos resultados. Essa luz refletida será captada pelo til78 e um pulso é enviado a um arduíno.

A cada cinco segundos o Monitor Serial do software Arduino® nos mostra a velocidade do vento proveniente do túnel de vento. Para que isso aconteça o arduino deve seguir uma certa lógica. Foi estabelecido na programação que cada pulso equivale a 1/4 de volta. Sabendo que o raio da circunferência é formado pelo eixo do aparelho até o centro de um de seus coletores, calcula-se o comprimento da circunferência. Multiplicando esse resultado pelo número de voltas, ou seja, a quantidade de pulsos dividida por quatro, obtemos a distância. Essa distância é dividida por uma base de tempo que no caso seria cinco segundos.

Para realizar a leitura correta da velocidade do vento, o aparelho foi posicionado estrategicamente, onde apenas uma parte dele ficou exposto ao vento proveniente do túnel. Isso porque se a outra parte ficasse exposta, haveria uma dificuldade a mais para os coletores do aparelho girarem.

3.3 Maximizando o rendimento

Para a construção da estrutura da telha, foram analisados vários aspectos associados aos seguintes fatores: desempenho, eficiência e processo de fabricação envolvido. A parte mais crítica está relacionada ao mecanismo de geração de energia, iniciando-se os testes por ele. Primeiramente, idealizou-se uma estrutura com quatro hastes onde, nas extremidades destas, haveriam conchas fixadas.

Dois modelos de conchas com perfis diferentes foram analisados de forma qualitativa e posteriormente foram realizados testes e simulações no software labview® para a escolha do perfil de melhor desempenho ilustrado na fig. 7.

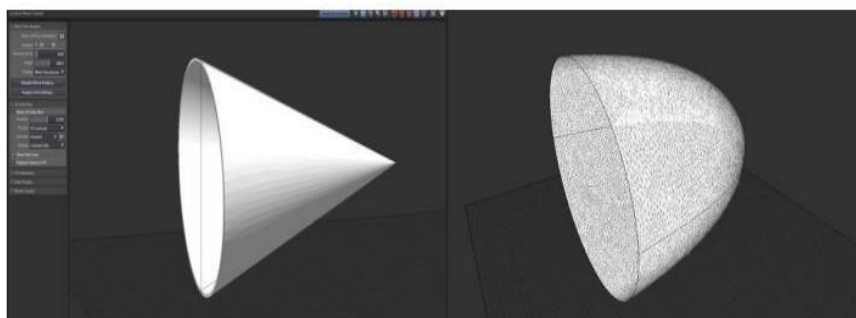


Figura 7. Ilustração dos dois modelos de concha.

As estruturas com as conchas foram colocadas na seção de teste do túnel de vento e a frequência de suas rotações foi mensurada utilizando o sensor de efeito Hall S41 colocado na base de aço (que fica no túnel), com um ímã preso numa das hastes. O sensor usado possui saída digital e envia um alto nível de sinal quando o ímã passa por ele. O perfil de cada concha foi analisado com a finalidade de se observar as linhas de corrente do escoamento do fluxo de ar, objetivando uma análise aerodinâmica para aperfeiçoar e aumentar a frequência da estrutura de rotação dos ímãs. As análises de pressão e velocidade do vento foram feitas no software Vasari® que permitiu a observação da dinâmica do fluxo em volta de cada modelo de concha, ilustrado na fig. 8 e fig. 9.

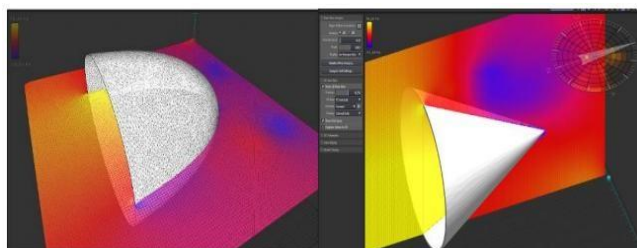


Figura 8. Ilustração da dinâmica do fluxo feita pelo software Vasari®.

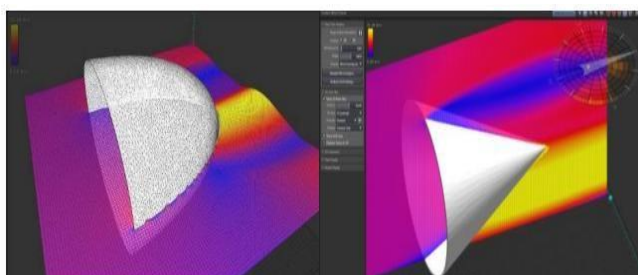


Figura 9. Ilustração da dinâmica do fluxo feita pelo software Vasari®.



Figura 10. Rolamento da estrutura de rotação dos ímãs.

Foram usados ímãs de neodímio Fig. 11, este tipo de ímã possui um campo magnético muito forte capaz provocar uma força magnética de dezenas de Newtons. Os ímãs usados são constituídos de neodímio, ferro e boro. Uma característica interessante destes ímãs é que o seu campo magnético se mostra considerável numa região muito próxima do ímã, por esse motivo as bobinas devem passar bem próximo aos ímãs para gerar energia elétrica de forma mais eficiente. As estruturas das bobinas foram feitas de papelão com eixo de corpo de caneta para facilitar sua construção. Para assegurar uma vida útil longa, as bobinas foram colocadas dentro de uma resina em grupos de sete, ilustrado na fig. 12. A resina usada dificulta a infiltração de água e protege as bobinas contra a ação de agentes externos.



Figura 11. Ímã de neodímio.



Figura 12. Bobinas dentro da resina

3.4 Análise de distribuição do campo magnético

Para identificar a melhor distância da bobina ao ímã, foi desenvolvido um equipamento onde é colocada uma bobina de teste em cima de uma base, fazendo a ligação de seus fios num conector. No conector, são colocadas as pontas de um multímetro. Por meio de ajuste da parte móvel da base de um disco girante, uma distância entre a bobina e o ímã é selecionada para ser analisada. Em seguida, um motor gira o disco, e, através de um ímã colado abaixo do disco, uma tensão é induzida na bobina.

Buscou-se uma distância onde o valor de tensão mostrado no multímetro fosse o mais considerável, foi encontrada a distância de 2 mm, sendo esse valor aplicado no projeto. Este equipamento também foi usado para dimensionar a área transversal do fio de cobre que seria usado. Bobinas de áreas transversais diferentes do fio foram feitas dentro de uma faixa de 10 valores. Desta forma, cada bobina era testada para a observação do valor médio de tensão mostrado no multímetro. Aquela que gerou mais tensão para a mesma frequência de rotação foi a escolhida. A área do fio escolhido conforme o padrão americano AWG (American Wire Gauge) foi o número 35. Nas bobinas construídas para o projeto, foram colocadas aproximadamente 4200 voltas de fio.

4. RESULTADOS

Com base nos testes realizados, eles mostraram que o mecanismo é sensível de modo suficiente para que uma leve brisa o fizesse funcionar da maneira esperada. Após a conclusão da estrutura, eles foram montados sobre a base da telha seguindo todas as medidas conferidas no dimensionamento da mesma. Depois de conferidos todos os detalhes e se não havia nenhum atrito presente, a estrutura da telha já estava montada e pronta para ser testada no túnel de vento. Logo,

ela teve um bom desempenho e rendimento dentro do esperado. Os números obtidos nas diversas análises do protótipo, tanto em laboratório como em campo, são revelados nos gráficos e tabelas abaixo.

Tabela 1. Resultado dos testes da telha no túnel de vento com um único módulo usando anteparo.

Velocidade do Vento (km/h)	Frequência (RPM)	Tensão (V)	Corrente (mA)	Potência (mW)
5,55	213	3,05	12,23	37,28
5,57	193,75	3,14	14,45	45,40
5,73	207	3,08	12,65	38,99
6,24	209,25	3,04	12,01	36,49
6,26	194,5	3,22	15,67	50,39
6,49	212	3,02	11,57	34,92
6,80	225,75	3,04	11,02	33,50

Na tab. 1 estão mostrados os valores de várias grandezas que foram monitoradas durante a realização dos testes no túnel de vento. O vento era produzido por um ventilador instalado na parte traseira do túnel, e sua velocidade podia ser modificada no controlador fixado na parede lateral do túnel. A velocidade do vento foi fixada em sete valores, abrangendo o range completo. Com base no valor da velocidade do vento, as outras grandezas eram mensuradas e analisadas uma de cada vez, através de leituras feitas pelo computador. A leitura era possível mediante o uso de uma placa de prototipagem chamada arduino. O modelo usado era o arduino nano. Com ela todas as grandezas foram medidas. Neste caso os testes foram feitos com um único módulo usando anteparo. A presença do anteparo aumentou significativamente os valores de todas as grandezas medidas. O aumento deve-se ao fato da anulação da força do vento na região em que o módulo se movimenta contrário a velocidade do vento. Por conta desta anulação, a força do vento prevalece completamente a favor da rotação do módulo, e o sistema ganha velocidade consideravelmente.

Tabela 2. Resultado dos testes com um único módulo sem anteparo.

Velocidade do Vento (km/h)	Frequência (RPM)	Tensão (V)	Corrente (mA)	Potência (mW)
5,55	125,75	1,99	4,67	9,31
5,57	127,75	2,06	5,34	11,02
5,73	136,25	2,12	6,12	12,97
6,24	169	2,35	6,79	15,97
6,26	149,25	2,41	8,34	20,08
6,49	144,5	2,46	9,03	22,23
6,80	164,5	2,36	10,01	23,62

Nesta situação, como não há a presença do anteparo, o módulo fica sujeito a ação do vento dificultando sua rotação, diminuindo drasticamente sua velocidade. O resultado mostrado na Tab. 2 contém valores inferiores aos da Tab. 1, em que o módulo usa anteparo, melhorando o seu desempenho. Vale ressaltar que estes testes foram feitos colocando a telha dentro do túnel de vento, desconsiderando diversas variáveis físicas existentes na exposição ao ar livre. Ao ar livre a estrutura da telha pode experimentar outras condições, dentre elas, mudança abrupta da velocidade do vento bem como sua direção. Sendo assim, o projeto estará sujeito a condições completamente diferentes das experimentadas nos testes em túnel, apresentando rendimento e desempenho em contraste aos revelados nos testes.

Tabela 3. Desempenho “estimado” de um metro quadrado (1m²) com telhas sobre o telhado de uma residência na cidade de Fortaleza.

Velocidade do Vento (km/h)	Tensão (V)	Corrente (mA)	Potência (W)
10	107,34	389,12	41,77
12	157,72	466,95	85,92
14	150,28	544,77	81,87
16	171,67	622,31	106,83
20	214,59	777,88	166,93

O resultado mostrado na Tab. 3 reflete a estimativa dos valores das grandezas referidas para várias velocidades comumente registradas na capital cearense. Cinco valores foram adotados com base em um histórico de dados fornecidos pela Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME). Para cada um destes valores foram calculadas as devidas variáveis, estimando-se seus valores fig. 13. Por conta da estimativa realizada, é conveniente considerar um determinado percentual de erro na previsibilidade dos valores das grandezas em questão.

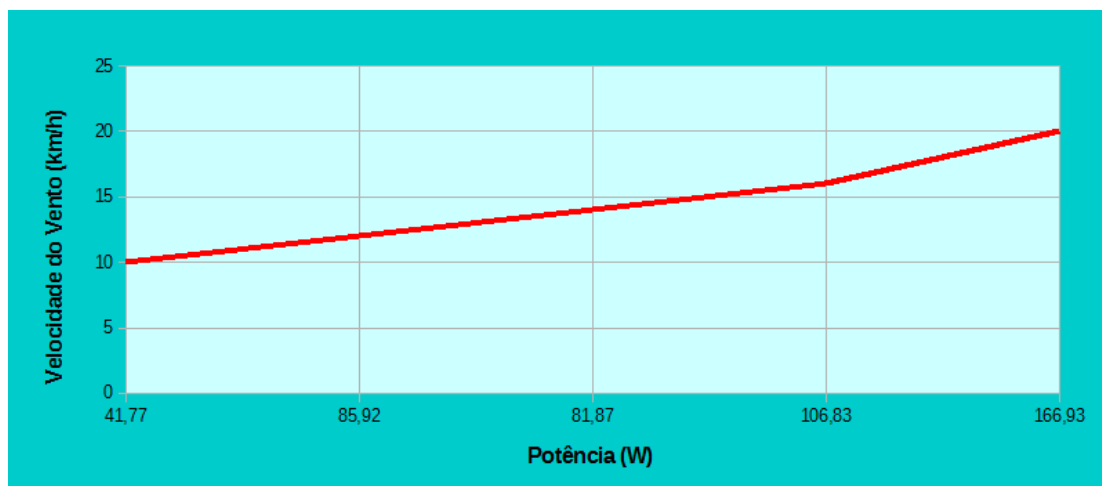


Figura 13. Curva de potência com base na tabela 3

A curva de potência de uma unidade eólica é o comportamento gráfico da relação entre a velocidade do vento e a potência elétrica gerada. O gráfico mostrado na Fig. 13 revela o comportamento do módulo, em termos de potência elétrica gerada, e a velocidade do vento. Pode-se observar algo que soa bastante intuitivo, com o aumento da velocidade do vento a potência elétrica produzida comporta-se de igual modo e também sofre aumento. Em unidades eólicas como aerogeradores, quando a velocidade do vento atinge um determinado valor, a potência elétrica gerada passa a declinar com o aumento da velocidade do vento, o que é atípico quanto ao esperado. Por conta disso, os aerogeradores possuem sistemas de controle para manter suas pás girando com velocidade que confere a produção de potência com o maior valor. No gráfico da figura 13, o ponto na curva caracterizado desta forma não pode ser observado por conta das limitações existentes no túnel, entre elas, baixas velocidades do vento e a possível presença de turbulência dentro do túnel, afetando o desempenho da telha. Embora se observe a ausência de turbulência dentro do túnel, não foi possível verificar e comprovar a sua presença, mesmo existindo possibilidade para tal fato.

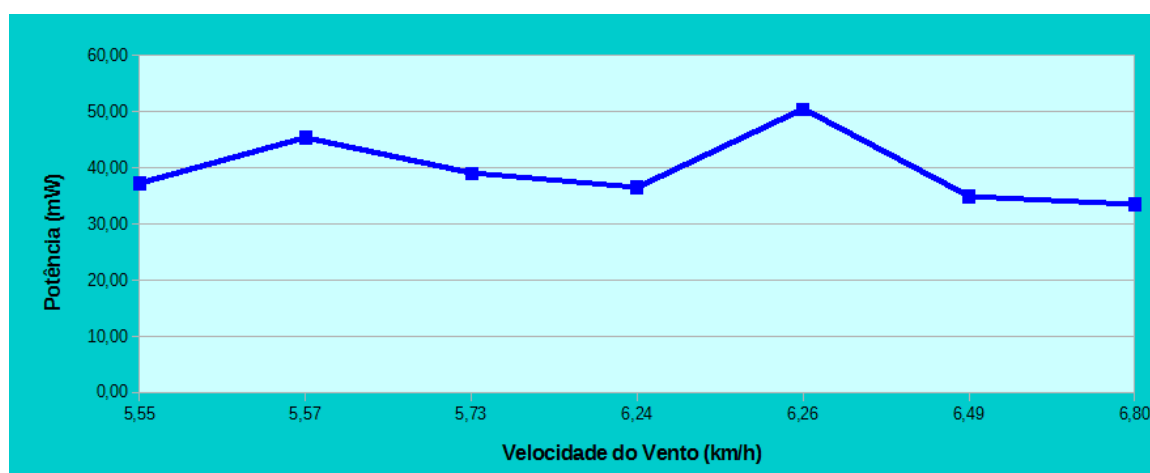


Figura 14. Gráfico da potência elétrica gerada conforme a velocidade do vento no túnel, para um único módulo

O gráfico da Fig. 14, mostra a curva de potência de um único módulo experimentado dentro do túnel de vento. Pode-se observar oscilações do gráfico e seu suave declínio com base no valor médio. Este comportamento é anormal em relação à típica curva de potência de aerogeradores e ao gráfico mostrado no item anterior. Isto se justifica pela possível presença de turbulência no túnel e sua baixa velocidade limite. Por conta destes fatores, o gráfico acima apresentou o comportamento mostrado. Assim, verifica-se a influência da turbulência no rendimento da telha, podendo comprometer sua eficiência e capacidade.

5. CONCLUSÃO

O projeto apresentado tem a perspectiva de ser um equipamento que gere energia elétrica a partir de uma fonte de energia renovável, que entre outros objetivos também sirva à manutenção do meio ambiente. O desenvolvimento e a difusão de uma tecnologia sustentável incentivam a geração de uma consciência ambiental na população, dessa forma, esse equipamento possui grande valor para ser comercializado, pois apesar de ainda ter um baixo rendimento quando utilizado em apenas uma telha, quando acrescentados outras unidades do protótipo, tem-se um resultado bastante significativo na geração de energia, como visto nas tabelas anteriores.

A telha é um projeto de baixo custo e com rendimento significativo, com vantagens sobre os painéis fotovoltaicos, o que implica em uma nova tecnologia com potencial de mercado favorável e abrangente. Ela poderá favorecer muitas famílias por todo o Brasil, principalmente aquelas que vivem com baixas condições financeiras e que vivem sem “luz” em seus lares.

A energia gerada pela telha precisa ser armazenada e controlada de forma correta e conveniente. Assim, para melhorias futuras no equipamento, existe a ideia de uma central elétrica residencial que mais se parece com um registro geral de energia. A sua concepção diz respeito a uma unidade que terá a função de controlar o uso da energia produzida por várias telhas. Desta forma, será evitado o consumo além do limite ou que as baterias sejam sobrecarregadas. Esta central seria colocada em um local fora do alcance de crianças. Para futuras intervenções também deve ser construído um novo túnel, com velocidade maior e sem turbulência, e com isso serem realizados novos testes, de forma a aumentar a confiabilidade dos valores obtidos. Também devem ser realizados testes colocando a telha ao ar livre, sobre o telhado de uma casa, para verificar o seu funcionamento e sua eficiência nestas condições.

Os módulos ficaram com diâmetro reduzido de modo a proporcionar um aumento na sua rotação. Pelo fato de haver uma estrutura individual por telha, a venda favorecerá pessoas de baixa renda. No telhado de uma casa pode-se colocar a quantidade necessária de telhas mediante a demanda estabelecida. A estrutura foi elaborada pensando nas intempéries que ela sofreria sobre o telhado de uma casa. Dessa forma, foram usados determinados tipos de materiais que pudessem prolongar a vida útil da telha, como alumínio e resina. As bobinas receberam um revestimento de resina para que sua integridade estrutural não fosse comprometida e afetada pelo sol intenso e pela ação da chuva. Sendo assim, a telha foi construída atendendo requisitos estruturais e financeiros que viabilizasse sua presença em qualquer região do Brasil e na casa de famílias que precisam e esperam por energia.

6. REFERÊNCIAS

- CASTRO, N. J; MARTINI, S., BRANDÃO, R., DANTAS, G. A., TIMPONI, R. R. A importância das fontes alternativas e renováveis na evolução da matriz elétrica brasileira. In: V Seminário de Geração elétrica e Sustentável, São Paulo, agosto de 2009.
- DANTAS, G. A. O Impacto dos Créditos de Carbono na Rentabilidade da CoGeração Sucroalcooleira Brasileira. Dissertação de Mestrado. ISEG/Universidade Técnica de Lisboa, 2008.
- GASPAR, Alberto. Física, vol. único, 1ª Ed. São Paulo: Editora Ática, 2005. MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. Física ensino médio, vol. 3, 1ª Ed. São Paulo: Editora Scipione, 2007.
- GEWEHR, G.F., 2012, “Desenvolvimento de um sistema auxiliar para aquecimento de água residencial otimizado para uso em sistema solar térmico”, VII CONEM – Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, São Luís - Ma.
- G1 – Portal Globo.com. Ed. Mai.2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-daglobo/noticia/2012/05/brasil-ocupa-21-posicao-no-ranking-dos-produtores-de-energia-eolica.html>>. Acessado em: 12.mai.2013
- OLIVEIRA, R. V. M., BRANDÃO, J. G. T., RICCIOLI, D. L. S., PIVETTA, C. S., Geração de energia com amortecedores indutivos. In: XI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, Metalúrgica e Industrial.p.1-3, 2011.
- ONU- Organização das Nações Unidas. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/temas-energia/>>. Acesso em: 20. Ago.2013.
- RODRIGUES, A. HAMILTON J. S. S., RAMON M., ROBSON J. M. Levitação magnética. Trabalho (disciplina de eletromagnetismo II), p.19-20, Faculdade Assis Gurgacz, 2009.
- SHADIKU, M. N. O. Elementos de eletromagnetismo. 3º. ed. Bookman LTDA, 2004.
- SILVA, I. F. B., 2012, “Utilização do sistema fotovoltaico na geração de energia elétrica com a finalidade de analisar viabilidade para a iluminação do ifce – campus cedro”, VII CONEM – Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, São Luís - Ma.
- SOUZA, L.G.M., 2012, “Construção e análise de desempenho de um sistema de aquecimento solar de água utilizando telha ondulada como superfície absorvedora e tubulações de pvc”, VII CONEM – Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, São Luís - Ma.
- TORRES, Carlos M. A.; FERRARO, Nicolau G.; PENTEADO, Cesar M.; SOARES, Paulo A. T. Física: Ciência e Tecnologia. vol. único. São Paulo: Editora Moderna, 2001.

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

“Os autores são os únicos autores responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

TILE GENERATING ELECTRICITY THROUGH WIND ENERGY

André Oliveira Alcântara Fontenele, andre_oaf@hotmail.com¹

Eduardo Moraes da Silva, en-cientific_edward@hotmail.com¹

Matheus Rios Paiva, riosmatheus@rocketmail.com¹

Érick Aragão Ribeiro, erickudv@gmail.com¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Av. 13 de Maio, 2081 - Fatima, Fortaleza - CE, 60040-531.

Abstract. *The world today is experiencing a great awakening on the use of renewable sources in the electricity generation sector. Therefore, there is in recent years the adoption of promoting and encouraging the use of these sources policies in developed countries, with some success. The state of Ceará, located in a region where geography makes him exposed to ocean winds is one of the states with the highest incidence of wind and high wind energy potential. In seeking to reconcile the exploitation of renewable resources with a social, environmental and economic vision and to use the energy potential that can be produced by the wind in a simple and efficient way, the Wind Tile was created. Wind The tile is formed by a metal based on aluminum is attached on a clay tile. On the base there are two structures that harness wind energy to generate electricity. The technology is based on electromagnetic induction phenomenon. Then, by means of magnets and coils that form the existing mechanisms in tile, you can generate electricity with wind power on the roof of a house. The mechanisms are small to ensure a good angular velocity, so that the variation of the magnetic flux in the coils is sharp and may produce significant power. The fact that the project be set at each tile individually, allows easy installation and maintenance. Clean energy she has is its main feature, thereby contributing to the conscious use of energy, using methods employing science with environmental awareness of how to use renewable sources for the creation of a new energy environment, which enables greater economy for the people and the country.*

Keywords: *Energy. Renewable. Wind. Roof tile. Electricity*