VIABILIDADE DE PEQUENOS GERADORES EÓLICOS PARA INTEGRAÇÃO EM ÁREAS URBANAS VISANDO A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

José Bione de Melo Filho – jbionef@bol.com.br, jbionef@poli.br
Amanda d´Oliveira Lessa Ferreira – amandadolly@hotmail.com
Universidade de Pernambuco – UPE, Escola Politécnica de Pernambuco - POLI
Rua Benfica, nº 455, Madalena, Recife-PE, Brazil, CEP 50720-001
Phone: +55 81 3229-3896; Mobile: +55 81 9604-2025

Resumo. *O aerogerador desenvolvido neste trabalho é de eixo horizontal, de 3 pás e com o rotor a barlavento da torre. A sua potência nominal é de 500W para ser incorporado em sistemas de pequena potência isolados ou conectados a rede. Pelas suas características eles se diferenciam dos grandes aerogeradores de pequeno porte destinados à produção comercial em vários requisitos como o sistema de orientação que deve ser resolvidos mediante o desenho de um sistema passivo. É composto pelas pás que se unem na sua linha de eixo. Seu desenho aerodinâmico tem como fim extrair a máxima potência possível do vento. Os dados de ventos utilizados na simulação são da região do Recife-Brasil, e em conformidade com a norma IEC 61400-2, Classe IV, as turbinas eólicas de pequeno porte, adotamos o valor de 6 m/s. O gerador é uma máquina síncrona com imã permanente. A torre foi definida para manter todos os outros elementos do aerogerador a uma altura adequada, onde o vento não seja muito instável por causa da proximidade de obstáculos. Adotamos neste projeto, uma torre tubular de aço com altura de 10 m, que não acarreta grandes complicações de transporte e também para sua fixação no solo ou em edificações. A torre sofre diversos tipos de cargas que devem ser suportadas e transmitidas à fundação, assim outro importante parâmetro é seu módulo de rigidez. Os aerogeradores de barlavento devem contar com um sistema de orientação passivo e eficaz. É uma superfície aerodinâmica resistente a componente transversal da corrente de vento, de modo a aproveitar a pressão exercida para produzir um momento no eixo de giro e irá favorecer o alinhamento do rotor com a corrente de vento e desse modo diminuir a componente transversal e o momento produzido até chegar a uma situação estável com a corrente perpendicular ao rotor.*

Palavras-chave: *Pequenos Geradores Eólicos, Eólica em Áreas Urbana, Energia Eólica.*

1. INTRODUÇÃO

O consumo de energia no Brasil tem aumentado de maneira vertiginosa nas últimas décadas. Os fatores que contribuíram para este aumento foram o desenvolvimento do parque industrial, a modernização da agricultura, o aumento da capacidade de consumo da população e a elevação dos níveis de conforto individual e familiar. A questão energética tem preocupado indistintivamente tanto os países caracterizados pelo setor produtivo primário predominante, quanto aos chamados países industrializados.

Atualmente, o Brasil, continua enfrentando problemas no setor energético. Esta situação decorre do desajuste ocorrido na política energética, nas três décadas passadas, tanto no plano institucional, quanto nas ações práticas. Isto fez com que o Brasil repensa-se a sua matriz energética. Neste contexto surgiram muitos estudos, onde destacamos a utilização das energias renováveis.

Acrescentamos ao problema energético, o crescimento populacional nos centros urbanos, esta concentração localizada pode levar a problemas de sustentabilidade local, contribuindo com problemas ambientas globais, que seria a perda de biodiversidade, o efeito estufa, a camada de ozônio, dentre outros que repercutem no mundo como um todo, como também, os problemas locais, que estariam vinculados ao saneamento básico, condições de habitação, o esgotamento de recursos naturais como água, solo e a falta da fonte de energia.

Este trabalho de pesquisa busca associar os problemas ambientais globais (efeito estufa e camada de ozônio) e locais (habitação e falta da fonte de energia) com uma proposta alternativa de uso de energias renováveis, através de sistemas eólicos integrados a edificações em zona urbana.

O pequeno gerador eólico, também chamado de minieólica, é uma fonte para geração de eletricidade limpa, renovável, que por sua natureza pode ser muito bem integrada a diversos tipos de edificações em zona urbana (edifícios, casas, armazéns, galpões, pontos comerciais, hospitais e outros). Esta é seguramente uma de suas aplicações com mais futuro, devido apresentar boas vantagens em relação as grandes centrais de geração. Primeiramente, estes sistemas não precisariam de grandes áreas para instalação, aproveitando as cobertas ou podendo até aproveitar as fachadas das edificações com melhor orientação para a direção dos ventos. A geração de energia elétrica se daria no mesmo local onde seria consumida, permitindo uma economia na transmissão e distribuição de energia elétrica, além de poder se

adequar a potencia demandada pelas necessidades locais do consumidor, fazendo reduzir os picos de demanda de energia elétrica em determinadas horas do dia.

Nas duas últimas décadas, a utilização dos minigeradores vem emergindo como um nicho no setor industrial das turbinas eólicas, de acordo com World Wind Energy Association (WWEA) a capacidade mundial de potência eólica instalada no mundo era até 2010 de 160 GW, sendo utilizado por 550.000 pessoas. As pequenas turbinas eólicas são utilizadas para atendimento de pequenas cargas de alguns cem watts até sistemas conectados a rede elétrica com 30 kW, tendo também um grande potencial para aplicação em zona rural (WWEA, 2009). Esta é a faixa de trabalho que estamos propondo.

Destacamos o uso mundial dos pequenos geradores, pois de acordo com o American Wind Association (AWEA) 10.500 pequenas turbinas com uma capacidade instalada de 17.3 MW foram instalados nos Estados Unidos em 2010 (AWEA, 2011). Deste de 2005, o Reino Unido vem incentivando o uso desta tecnologia e conforme a Brish Wind Energy Association (BWEA) (BWEA, 2009) a capacidade já instalada é de quase 6 MW. Atualmente a China concentra o maior número de fabricantes de pequenos geradores, tendo instalados 400.000 sistemas com pequenas turbinas nos últimos cinco anos (Shen Dechang, 2010). O levantamento do potencial eólico é um dos pontos importantes, pois seguiremos os padrões standard proposto pela AWEA (AWEA, 2009).

A integração arquitetônica com a energia renovável tornou-se particularmente relevante nos últimos anos. O número de exemplos aumentará exponencialmente em muitas cidades. O mercado de produtos para integração de sistemas cresce muito rapidamente, com aerogeradores especiais para fixação em edificações. Estudo realizado pela IEA (International Energy Agency) em alguns paises da União Européia, Estados Unidos, Canadá e Japão, apresentou um elevado potencial para produção de energia elétrica. Este trabalho estimou um aproveitamento de até 80% da área de coberta e 40% da área de fachada. Este é precisamente o desafio para o engenheiro, garantir que a integração de sistemas renováveis nas edificações, para que possa devidamente combinar geração de energia elétrica com o aspecto arquitetônico.

2. METODOLOGIA

Adotamos a Norma IEC-61400-2 que trata sobre requisitos de projeto para pequenos aerogeradores, baseado a IEC o aerogerador é classificado na classe IV, enquadrado nos seguintes parâmetros: V_{ref} = 30 m/s, V_{ave} = 6 m/s, I_{15} = 0,18 e a = 2. A primeira etapa para o projeto do aerogerador foi a análise do recurso disponível para aproveitamento da energia eólica, adotamos a região urbana do Recife como estudo de caso, para o levantamento do potencial eólico foi utilizado o Atlas Eólico Brasileiro (Amarante, 2001) e (AEWA, 2008), além de termos levantados perfis de vento frontal para diversas alturas, Este perfil foi utilizado para analisar a variação do vento ao longo da área do rotor, dado pela Eq. (1):

$$V_z = V_{hub}*[(z/z_{hub})^{\alpha}] = V_{hub}*[(z/10)^{0,2}] \quad (1)$$

Onde z_{hub} é a altura da torre e z é a altura da velocidade do vento. A norma indica que se utilize um perfil de velocidade potencial com fator de corte de α = 0,2. O perfil de vento normal pode der observado na Fig. 1. Analisamos níveis de altura que equivalem a um edifício de 15 a 30 andares. A partir deste estudo de caracterização dos ventos, iniciamos o dimensionamento dos componentes do aerogerador.

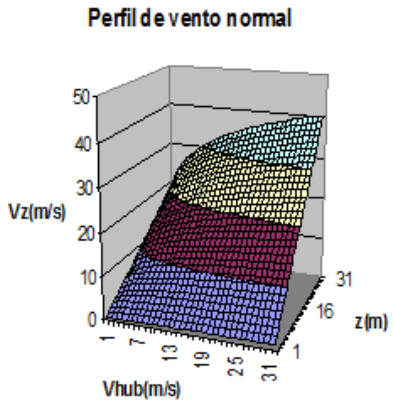

Figura 1 – Perfil de vento normal.

2.1 Dimensionamento do rotor

Para aerogeradores de grande porte o número de Reynolds é da ordem de 10^6, sendo assim o fluxo nas pás são laminar. Para aerogeradores pequenos o número de Reynolds é menor, não sendo totalmente laminar, como pode ser

observado na Eq. (2); assumindose para a densidade do ar ρ = 1,225kg/m³, para a viscosidade do ar μ = 1,7*10-5 Ns/m², para a velocidade da ponta da pá *V*=40m/s e a corda da pá *c* ~ 0,2m.

$$Re = (\rho Vc/\mu) = [(1{,}225*40*0{,}2)/1{,}7*10\text{-}5\ ] = 5{,}76*10 \quad (2)$$

Para selecionar o perfil aerodinâmico, uma vez tendo sido observado o problema com o número de Reynolds baixo, é necessário analisar a eficiência aerodinâmica (*E*), Eq. (3), que é o parâmetro mais importante na seleção de um perfil.

$$E = L/D \quad (3)$$

Este parâmetro deve ser otimizado para extrair a máxima potência disponível do vento para uma determinada velocidade. Para a sua escolha deve ser levado em conta o coeficiente de sustentação (*Cl*) e o coeficiente de resistência (*Cd*). O coeficiente de sustentação não deve ser muito alto para não aumentar o momento fletor que atua na torre e o coeficiente de resistência não deve variar muito bruscamente para não serem produzidas instabilidades.

Analisando as características de 6 perfis obtidos por simulações numéricas e ensaios em túnel de vento realizados pela National Renowable Energy Laboratory e com as características do perfil NACA0015 obtidas por ensaios realizados pela Sandia National Laboratory, obtivemos dados tabulados de *Cl* e *Cd* para diferentes ângulos de ataque. Com esses dados se obteve as curvas *Cl(α)* e *Cd(α)* e se calculou o valor da eficiência aerodinâmica em função de *α*. A Tab. 1 mostra os valores ótimos para cada perfil.

Tabela 1. Comparativa da eficiência máxima para diferentes perfis.

Perfil	Emax	Aotimo	Cl(αotimo)	Cd(αotimo)
E387	57,37	6,3	1,005	0,0175
FX 63-137	56,64	3,6	1,083	0,0191
S822	38,24	8,0	0,9148	0,0239
S834	44,61	8,5	0,9161	0,0205
SD2030	56,36	7,4	0,9778	0,0173
SDH3035	57,17	2,6	12,529	0,0219
NACA 0015	62,61	8,2	0,8621	0,0138

A partir dos dados da Tab. 1, selecionamos o perfil NACA 0015, pois ele é o único que se conhecem dados de sustentação e resistência para ângulos de ataque maiores que 15°, possui o maior *Emáx*, o coeficiente de sustentação não é muito alto e o coeficiente de resistência não varia bruscamente. Essa escassez de dados de perfis para ângulos de ataque grandes é um dos problemas mais importantes que surgem na hora do desenho dos aerogeradores. Em relação à geometria desse perfil, os dois primeiros dígitos desse perfil indicam a fecha máxima e a sua posição, como os dois dígitos são zero, a flecha é nula, sendo, assim, o perfil é simétrico. Os outros dois dígitos são a máxima espessura do perfil.

2.1.1 Otimização do rotor

Com os dados de *Emax, αotimo, Cl(αotimo)* e *Cd(αotimo*) do perfil NACA 0015 pode-se obter as leis adimensionais para a torsão e a corda máxima da pá, que serão explicados mais adiante, assim como, o coeficiente de tração (*CT*) e o coeficiente de potência (*CP*) em função do parâmetro adimensional *λ*. O parâmetro adimensional é obtido da Eq. (4), onde Ω é a velocidade de giro, R é o raio do rotor e *U*∞ é a velocidade do vento.

$$\lambda = \Omega * R / U\infty \quad (4)$$

Dos ensaios realizados para o perfil NACA 0015, encontrou-se que *λopt* = 6,2 e *Cpmax* = 0,4863.

2.1.2 Raio do rotor

Conhecido o parâmetro *λotimo* relacionado com raio do rotor na fórmula da potência para uma velocidade média (*Vave)* de 6m/s. Considerando também um rendimento *η* = 0,7 por perdas com a transmissão e com o gerador elétrico, o raio será dado pela Eq. (5), onde *P*=500W, ρ=1,225kg/m³ e o coeficiente de potência máximo é *Cpmax* = 0,4863.

$$R = [\ (2*P)/(\rho * Vave^3 * Cpmax * \pi * \eta)]^{1/2} \quad (5)$$

Para os valores que foram dados o raio é *R* = 1,88 m, ele pode parecer ser muito grande para essa potência, mas a velocidade do vento para se obter a potência nominal é baixa.

2.1.3 Potência aerodinâmica do rotor

A potência aerodinâmica depende da velocidade do vento ($U\infty$) e do coeficiente de potência (Cp), como pode ser observado pela Eq. (6) que relaciona a potência aerodinâmica com a velocidade do vento. O par aerodinâmico se obtém dividindo a potência pela velocidade de giro (Ω), como mostra na Eq. (7) e na Fig. 2.

$$Pa = 0{,}5*\rho*(U\infty)^3 *S*Cp(\lambda) \tag{6}$$

$$Ta = Pa / \Omega \tag{7}$$

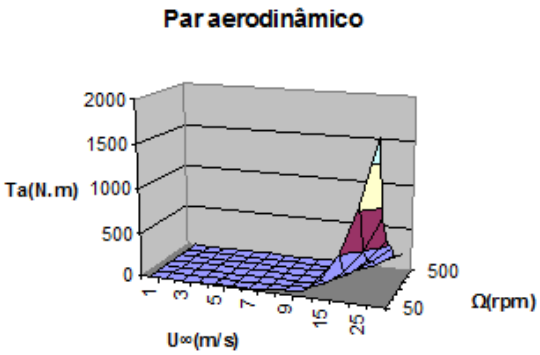

Figura 2 – Par aerodinâmico para diferentes velocidades de vento e para diferentes velocidades de giro do eixo.

2.2 Dimensionamento do gerador

O gerador síncrono de ímãs permanentes é a opção mais atrativa em aerogeradores de pequena potência, pois são robustos, requerem uma baixa manutenção e é autoexitável, porque não precisa de uma fonte externa de energia. Por outro lado o seu regime de giro é variável e são empregados em aerogeradores de velocidade variável.

Segundo a sua configuração interna existem dois tipos: os de fluxo axial e os de fluxo radial. Os geradores de fluxos radiais em seu interior se distinguem o rotor de P pólos de ímãs permanentes que realiza a função de indutor e o estator com $P/2$ bobinas que constituem o induzido. A repetição geométrica simétrica da bobina permite aumentar o número de fases. Foi desenvolvido um gerador síncrono trifásico de P pólos de fluxo radial.

2.2.1 Tensão de saída

É a tensão que vai alimentar a carga conectada ao gerador. Ela é representada pelas Eq. (8).

$$V(n,R) = \frac{G*n}{\sqrt{\left[\left(1+{}^{r}\!/_{R}\right)^2 + \left(\pi*P*L_S/60*R\right)*n^2\right]}} \tag{8}$$

A adimensionalização permite representar a função com um número mínimo de parâmetros, como mostrado nas Eq. (9) e (10), onde n0 representa um determinado regime.

$$B = \frac{R}{R0} = \frac{R}{xs(n0)} = \frac{R}{\frac{(\pi*P*Ls*n0)}{60}} \tag{9}$$

$$\check{n} = n / n0 \tag{10}$$

Todos os parâmetros se admensionalizam com o valor que eles mesmos alcançam em um caso de referência considerado, como o que a carga conectada é a de referência (B =1) e o regime de giro é n0. Supondo-se a hipótese de r<<R, o diagrama fasorial fica como mostrado na Fig. 3.

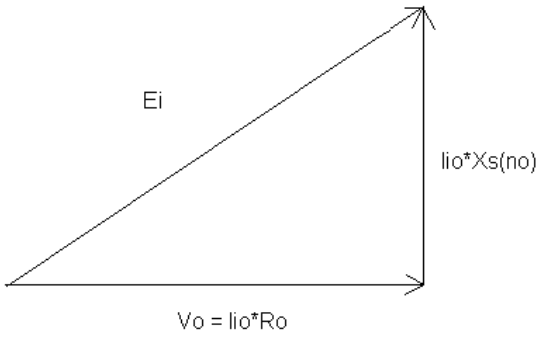

Figura 3 – Diagrama fasorial para o caso de referência.

Para o caso da tensão de saída, as equações resultantes finais são mostradas nas Eq. (11), (12) e (13), sendo apresentada na Fig. 4.

$$V0 = Ei * \sin(\pi/4) = \frac{G * n0}{\sqrt{2}} \tag{11}$$

$$V' = V / V0 \tag{12}$$

$$V' = \frac{\sqrt{2} * \check{n}}{\sqrt{(1 + (\check{n}/B)^2)}} \tag{13}$$

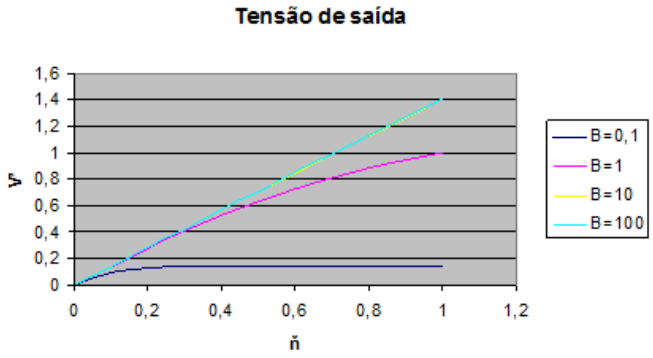

Figura 4 - Gráfico da tensão de saída.

2.2.2 Corrente induzida

É a corrente que circula por uma fase do gerador (Fig. 5) como conseqüência de estar conectado a uma carga. Pode ser observada na Eq. (14).

$$Ii(n,R) = \frac{1}{R} * \frac{G * n}{\sqrt{((1+\frac{r}{R})^2 + (\frac{\pi * P * Ls}{60 * R}) * n^2)}} \tag{14}$$

Se adimensionalizando Ii0 obtém a Eq. (17).

$$Ii0 = V0 / R0 = V0 / xs(n0) \tag{15}$$

$$\ddot{i}i = Ii / Iio \tag{16}$$

$$\ddot{i}i = \frac{\sqrt{2} * \check{n}}{B * \sqrt{(1 + (\check{n}/B)^2)}} \tag{17}$$

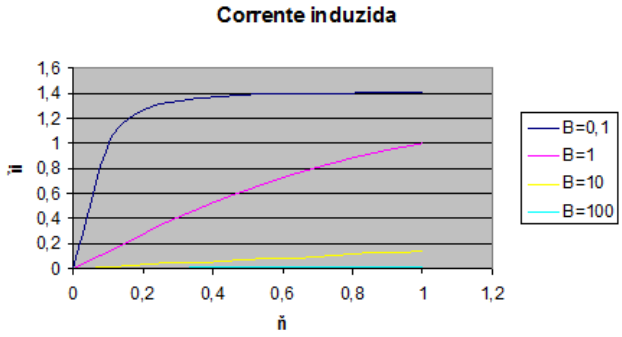

Figura 5 - Gráfico da corrente induzida.

2.2.3 Par interno

O fato de que o rotor induz uma tensão no estator, por sua vez, pela lei de Laplace, a aparição de uma força de natureza oposta ao giro. Esta força conduz a um par resistente de origem eletromagnética que deve ser vencido pelo valor da tensão eficaz induzida, ficando em função de *n*.

Para obter a expressão desse par é necessário analisa-lo supondo a existência de campos magnéticos giratórios, um do rotor e outro do estator, que se encontram defasados de um ângulo de $(P * \delta)/2$. A expressão para o par interno é mostrado nas Eq. (18) e (19).

$$Ti = 3 * \frac{\sqrt{2}}{2} * P * Kw * N * \Phi p * Ii * sin(\frac{P * \delta}{2}) \quad (18)$$

$$Ti\,(n,R) = \frac{90}{\pi} * \frac{G^2 * n}{R * \sqrt{((1+\frac{r}{R})^2 + (\frac{\pi * P * Ls}{60 * R}) * n^2)}} * sin(\frac{P * \delta}{2}) \quad (19)$$

O par interno depende diretamente da intensidade da corrente induzida, em conseqüência o par resistente que o gerador oferece depende da carga a que este alimenta. Se adimensionalizando a expressão do par interno fica como mostrado na Eq. (20) e apresentado na Fig. 6.

$$\check{T}'i = \frac{2 * \check{n}}{B * (1 + (\check{n}/B)^2)} \quad (20)$$

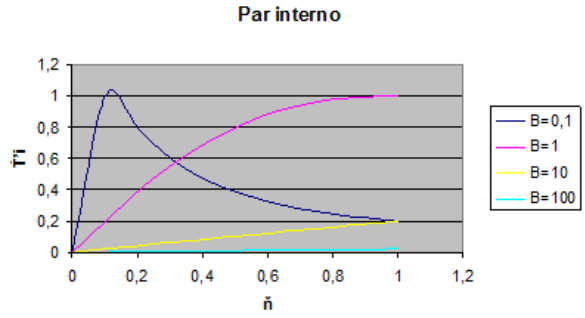

Figura 6 – Gráfico do par interno.

2.2.4 Potência elétrica

A potência que o gerador entrega a carga é dada pela Eq. (21) e (22).

$$Pe = 3 * V * Ii * cos(0°)^2 \quad (21)$$

$$Pe(n,R) = \frac{3 * G^2 * n^2}{R * \sqrt{((1+\frac{r}{R})^2 + (\frac{\pi * P * Ls}{60 * R}) * n^2)}} \quad (22)$$

A potência (Fig. 7) para o caso de referência e para adimensionalização é expressa pela Eq. (23).

$$P'e = \frac{2 * \check{n}^2}{B * (1 + (\check{n}/B)^2)} \tag{23}$$

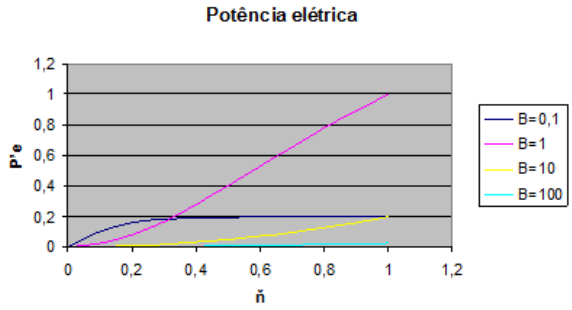

Figura 7 – Gráfico da potência elétrica.

2.3 Considerações importantes para o dimensionamento

As variáveis para o gerador elétrico são um produto de um primeiro grupo de variáveis adimensionais (V', *i*, *Ť'i* , *P'e*) que dependem de *B* e de *ň*, por um segundo grupo de variáveis(*V0*, *I0*, *Ti0*, *Pe0*), que dependem de magnitudes relativas a construção (*G*, *Xs(n0)*) e do regime particular *(n0)*, (CIEMAT, 2008), (Cruz e Arribas, 2009) e (Rodriguez, 2003). Para a maioria de aerogeradores de pequeno porte, o intervalo de rotações do rotor está compreendido entre 100 e 700rpm, pois as perdas são elevadas e também ocorre saturação para valores de rotação acima de 700rpm. Adotamos como regime particular máximo de rotação o valor de 400rpm, como mostra a Eq. (24), pois é a média aritmética do intervalo de rotação no qual o aerogerador de pequeno porte deve funcionar.

$$n0 = 400 \tag{24}$$

A reatância síncrona do gerador adquire valor próximo a unidade em regime nominal, mostrado na Eq. (25).

$$Xn(n0) = 1 \tag{25}$$

E o rendimento de conversão de energia mecânica em energia elétrica fica em torno de 70%. Assim o par resistente oferecido pelo gerador a fonte mecânica é como mostra na Eq. (26).

$$T = Ti / 0{,}7 \tag{26}$$

2.4 Cálculo estrutural da pá

Conhecidas as cargas que atuam sobre as pás se aplica a teoria da resistência dos materiais para estimar os esforços resultantes e se seleciona a situação de carga que origina o máximo valor de esforço em algum ponto da pá. Obtêm-se , assim, a distribuição de espessuras da armação. Esta análise é feita com base na flexão e na tensão composta, onde se calculam os momentos fletores e os axiais na pá e se impõe que o esforço máximo no eixo da pá não ultrapasse certo valor. Também será feito duas hipóteses no qual a seção em que se produz máximo esforço é a correspondente ao encaixe e a posição da pá que produz o máximo esforço é $\psi = 180°$ e $\psi = 90°$. Devido aos momentos fletores e forças que atuam sobre a pá, a armação está submetida a um esforço de tração ou compressão dado pela Eq. (27) e dada a geometria da armação, o máximo esforço em cada seção é dado pela Eq. (28).

$$\sigma = \frac{MX}{IX} * y - \frac{MY}{IY} * x + \frac{N}{A} \tag{27}$$

$$\sigma = \frac{Mf}{2*I} * d(r) + \frac{N}{A} \tag{28}$$

A Eq. (28) há de ser avaliada em diferentes posições da pá para discriminar o caso mais crítico. Os valores de *MX*, *MY* e *N* dependem da posição da pá considerada.

3. CONCLUSÃO

O trabalho apresenta a proposta de um sistema para conversão de energia eólica em energia elétrica, baseado em uma máquina síncrono de ímãs permanentes. Este sistema é projetado para operar isoladamente ou conectado a rede elétrica, a fim de atender às necessidades de consumo de uma residência ou ponto comercial em zonas urbanas.

A potência nominal foi dimensionada em 500 W e um gerador síncrono de ímãs permanentes de 4 pólos foi utilizado como gerador. De acordo com dados sobre a intensidade do vento na região do Recife e em concordância com a norma IEC-61400-2 classe IV de aerogeradores de pequeno porte, adotou-se o valor de 6m/s como velocidade nominal de vento do sistema. O aerogerador é de eixo horizontal, de 3 pás e com o rotor a barlavento da torre e com raio de 1,88 m. O tipo de sistema proposto utiliza acoplamento direto entre rotor e gerador, visando otimizar a potência gerada em relação ao raio do rotor, além de verificar uma dimensão adequada do aerogerador para a sua integração em edificações. A máquina síncrona de imãs permanentes é uma excelente alternativa para compor este modelo de aerogerador, sendo capaz de operar em velocidades baixas (da ordem de 300 rpm) com rendimento em torno de 70%. Este fato possibilita a utilização de acoplamento direto entre rotor e gerador, o que leva à obtenção de um sistema mais robusto e de custo mais baixo. A análise do ponto ótimo de operação do sistema rotor-gerador e a técnica de controle foram apresentadas, permitindo concluir a viabilidade técnica deste aerogeradores em centros urbanos.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, O. A. C., BROWER, M., ZACH, J. e SÁ, A. L. (2001), Atlas do Potencial Eólico Brasileiro – CD-ROM, publicação realizada pela CAMARGO SCHUBERT e TRUEWIND SOLUTIONS com suporte técnico e financeiro do MME – ELETROBRÁS – CEPEL – CRESESB.

American Wind Energy Association (AWEA): AWEA Small Wind Turbine Global Market Study: 2011, Washington, DC, USA, 2011, www.awea.org/smallwind

AWEA Standard: Small Wind Turbine Performance and Safety Standard, Washington, DC, USA, 2009 http://www.awea.org/smallwind/documents/AWEA_ Small_Turbine _Standard_Adopted_Dec09. pdf

AWEA (2008b). AWEA Wind Energy Fact Sheets – The Economics of Wind Energy. Disponível em http://www.awea.org/pubs/factsheets.html, acessada em 17/03/2010.

British Wind Energy Association (BWEA): Small Wind Systems UK Market Report 2009, London, UK, April 2009 www.bwea.com

CIEMAT, (2008), "II Jornadas sobre generación minieólica y aplicaciones", Editora própria do CIEMAT.

CRUZ I., ARRIBAS L. (2009), "Wind Energy - the FACTS: Small Wind Turbines chapter", EWEA.

SHEN Dechang, Chinese Wind Energy Association (CWEA), quotation from website, accessed 2010-02-16 http://wwwnew-energy.de/info-18-03-2010.html?&L=0

RODRIGUEZ J.L., BURGOS LC., AMALTE S. (2003), "Sistemas Eólicos de Producción de Energía Electrica". Editorial Rueda S.L Madrid.Burger, B., Rüther, R., 2006. Inverter sizing of grid-connected photovoltaic systems in the light of local solar resource distribution characteristics and temperature, Solar Energy, vol.80, n.1, pp.32-45.

World Wind Energy Association (WWEA): World Wind Energy Report 2009, Bonn, Germany, March 2010, www.wwea.org

VIABILITY OF SMALL WIND TURBINE FOR INTEGRATION INTO URBAN AREAS AIMED AT GENERATING ELECTRICITY

Abstract. *This paper aims to present the project a small wind turbine for generating electricity in urban area. The wind turbine of this project is the horizontal axis of 3 and the rotor blades upwind of the tower. Its rated power is 500W applied to be incorporated into stand-alone systems and connected to power grid in urban areas. The guidance system was developed by the design of a passive system. Based on the concept of a permanent magnet synchronous machine designed to power the system. According to data on the wind strength in the region of Recife-Brazil and in accordance with IEC 61400-2, Class IV, small wind turbines, we adopted the value of 6m / s and rated speed of the wind system and observed parameters of the normal wind conditions: the distribution of wind speed, the normal model of turbulence and wind profile normal. Based on such information from the wind rotor airfoil was chosen using the software of the Sandia National Laboratory, is the radius of 1.88 m. A permanent magnet synchronous generator 4-pole generator was chosen by analyzing the output voltage, the induced current in the pair and the internal power supply. The wind turbine power curve is divided into two parts, since the departure of a turbine until it reaches the rated power and another in which you want to keep this rated as constant as possible. In the first part of the curve the turbine, we define a control law that varies the connected load. In the second part of the curve a passive system takes care of misalign the rotor to avoid overcoming the current rating. The proposed system, we use the direct coupling between the rotor and generator, has limitations on the power generated. This is because to increase the power output is necessary to increase the radius of the rotor which, in turn, implies a decrease in its speed. If the speed is too low, the yield of the generator is very low. The structural model was developed for the analysis of the blade of their aerodynamic loads, inertia and gravity.*

Key words*: Small Wind Turbine, Wind in Urban Areas, Wind Energy.*