

Andressa Maia lima (UNIVERSO – Recife) andressamaia@live.com

José Benedito Santos Neto (UNIVERSO-Recife) jbneto.ep@gmail.com

Antonio Machado de Souza Neto (UNIVERSO-Recife) machado-axe@hotmail.com

## **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE NORMAS DE PROJETOS DE AEROGERADORES**

### **Resumo**

O objetivo deste trabalho é avaliar a necessidade da criação de normas brasileiras relacionadas a projetos de aerogeradores, a partir da comparação de normas específicas, evidenciando as principais diferenças com base em artigos, livros e reportagens, além das próprias normas, para entender o funcionamento e características dos aerogeradores. As normas selecionadas para este estudo foram as IEC 61400-1 e 61400-2, devido a sua abrangência. Após essa análise, notou-se que estas normas possuem características semelhantes, porém com diferenças sutis. Além disso, percebe-se que há falhas nas normas no que se refere ao ambiente em que o aerogerador possa encontrar-se. Mesmo assim se usadas em conjunto, podem se tornar uma poderosa ferramenta.

**Palavras-chave:** Norma IEC 61400-1. Aero geradores. IEC 61400-1. Energia

### **1.Introdução**

A utilização de turbinas eólicas se tornou um dos principais investimentos em alguns países desde a década de 70 (GIPE, 1995). Países como Dinamarca – maior investidora, Estados Unidos, Alemanha e Holanda, foram os pioneiros nesta inovação. Com o sucesso na Dinamarca o mercado ficou em expansão, e mercados emergentes entraram nas décadas de 90 e 2000, incluindo China e Índia (SCHWARZ, 2008).

No Brasil o início da operação comercial do primeiro aerogerador a ser instalado ocorreu em 1992. Esse primeiro indício do mercado eólico brasileiro ocorreu a partir da parceria entre o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE) tendo assim o início desta atividade e das dificuldades para implantação, principalmente pelo alto custo da tecnologia, adaptação, fabricação e montagem dos aerogeradores, onde foi criado o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, que abriu caminho para a fixação de indústria de componentes de turbinas eólicas no país. (ABEEólica, 2016).

A partir das várias condições necessárias que devem se encontrar os aerogeradores para obter essa energia, são verificadas e analisadas normas que são regulamentadoras para todo processo,

desde a fabricação até a montagem das torres eólicas e também, locais para melhor rendimento e funcionamento.

Sabendo que há uma série de variáveis que distinguem as normas relacionadas a energia eólica, foram comparadas e evidenciadas suas principais características a fim de propor a criação de normas brasileiras que podem ser de grande importância para o mercado.

Neste artigo, foram comparadas as normas IEC 61400-1 e IEC 61400-2, buscando as diferenças entre elas para melhor entendimento. A primeira norma aborda as especificações de qualquer tipo de aerogerador, e a segunda, especificamente de aerogeradores de pequeno porte.

O objetivo deste artigo é verificar a necessidade de criação de norma nacional para projetos de aerogeradores que estabeleçam uma melhor qualidade na produção de energia a partir do vento, através de uma análise comparativa entre as normas selecionadas.

Com o intuito de atingir o objetivo geral, apresentou-se os seguintes objetivos específicos:

- a. Apresentar as normas escolhidas para análise;
- b. Evidenciar as diferenças das normas escolhidas para análise;
- c. Verificar necessidade de criação de normas nacionais para projetos de aerogeradores;
- d. Sugerir a criação das normas nacionais para projetos de aerogeradores.

## **2.Referencial teórico**

As turbinas de vento tornaram-se uma tecnologia de energia popular, uma primeira escolha para muitos ao investir em novas instalações de geração de energia elétrica. A energia eólica representa o potencial para um caminho de desenvolvimento mais verde.

Na década de 1970, os países pioneiros em apoiar a energia eólica, através de políticas de inovação incluídas, têm por exemplo, a Dinamarca, os EUA, Alemanha, Holanda, Grã-Bretanha e Suécia. Os custos de produção de alta energia, juntamente com as vantagens da energia eólica como uma fonte de energia renovável, amplamente disponível, levaram vários países a estabelecer incentivos regulatórios e investimentos financeiros diretos para estimular a geração de energia eólica. Anos mais tarde, o governo criou o Programa de Incentivo à Fontes Alternativas (PROINFA) para encorajar o uso de outras fontes renováveis, como a energia eólica, biomassa, e estações de pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), (ABEEólica, 2016).

De acordo com a revista virtual Diário dos Ventos (2016), a geração dos parques eólicos brasileiros em 2015 foi a menor dos últimos três anos, segundo o relatório "Projetos Eólicos no Brasil: Menor Geração, Maior Volatilidade", publicado pela Fitch Ratings. Porém, de acordo com a CCEE (câmara de comercialização de energia elétrica) produção de energia eólica avançou no primeiro semestre de 2016 com crescimento de 55%.

A Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) é uma organização mundial para padronização que compreende todas as comissões eletrotécnicas nacionais (Comités Nacionais IEC). O objetivo do IEC é promover a cooperação internacional em todas as questões relacionadas com a normalização nos campos elétricos e eletrônicos. Para este fim, e para além de outras atividades, IEC publica padrões internacionais, especificações técnicas, relatórios técnicos, especificações de acesso público (PAS) e guias (doravante referidas como "Publicação IEC (s)"). Sua preparação é confiada a comitês técnicos; qualquer Comitê Nacional IEC interessado no assunto tratado podem participar dos trabalhos preparatórios. As organizações internacionais, governamentais e não governamentais ligadas ao IEC também participam nesta preparação. IEC colabora estreitamente com a Organização Internacional de Normalização (ISO), de acordo com as condições determinadas por acordo entre as duas organizações (IEC, 2016).

Para este estudo, foram avaliadas várias normas, tais quais ISO 12494:2001, BS EN 50308:2004, ANSI/AGMA/AWEA 6006-A03 (R2010), IEC 61400 entre outras. Porém, foram escolhidas as normas IEC 61400- 1 e 2 devido a sua abrangência e facilidade de acesso.

## **2.1. Norma IEC série 61400**

Milhões de dispositivos contem mecanismos, que utilizam ou produzem eletricidade, dependem das normas IEC (Normas Internacionais e Sistemas de Avaliação da Conformidade) para realizar suas tarefas, trabalhando com segurança e em conjunto.

Fundada em 1906, a IEC (International Electrotechnical Commission) é a organização líder mundial para a preparação e publicação de normas internacionais para todas as tecnologias elétricas, eletrônicas e afins. Estes são conhecidos coletivamente como "eletrotécnica". A IEC fornece uma plataforma para empresas, indústrias e governos para a reunião, discutindo e desenvolvendo as normas internacionais de que necessitam. É uma organização sem fins lucrativos, não-governamental, fundada em 1906. Os membros da IEC são Comitês Internacionais e eles designam os peritos e delegados provenientes de indústria, órgãos governamentais, associações e as universidades para participar do trabalho de avaliação técnica e avaliação da conformidade do IEC. Cerca de 20.000 especialistas de laboratórios de indústria, comércio, governo, teste, de investigação, universidades e grupos de consumidores participam do trabalho Normalização da IEC (IEC, 2014).

Globalmente relevante, a IEC é uma das três organizações irmãs globais (IEC, ISO - International Organization for Standardization, ITU - International Telecommunication Union)

que desenvolvem as Normas Internacionais para o mundo. Garantindo que as Normas Internacionais de se encaixem perfeitamente e se complementam. Comissões mistas garantem que as Normas Internacionais de combinar todos os conhecimentos relevantes de peritos que trabalham em áreas afins. Todas as normas internacionais IEC são totalmente baseadas no consenso e representam as necessidades das principais partes interessadas de todas as nações que participam nos trabalhos IEC. Cada país membro, não importa quão grande ou pequeno, tem um voto e uma palavra a dizer no que se passa em uma norma internacional IEC. Tem sede nos países: Brasil, Kenya, Singapura, EUA, Austrália e Suíça (IEC, 2016).

## **2.2. Norma IEC 61400 - parte 1**

Elaborada pela Comissão Técnica IEC, esta parte da IEC 61400 especifica os requisitos essenciais de especificações para garantir a integridade de engenharia de turbinas eólicas. Sua finalidade é fornecer um nível adequado de proteção contra danos causados por todos os riscos durante a vida útil prevista. Esta norma está preocupada com todos os subsistemas de turbinas eólicas, como os mecanismos de controle e proteção, sistemas elétricos internos, sistemas mecânicos e estruturas de apoio. Aplica-se às turbinas de vento de todos os tamanhos. Esses equipamentos precisam ser fabricados conforme as normas técnicas para terem um requisito de desempenho compatível com as necessidades de produção de energia (IEC 61400-1, 2014).

## **2.3. Norma IEC 61400- parte 2**

Trata da filosofia de segurança, garantia de qualidade e integridade de engenharia e especifica os requisitos para a segurança das pequenas turbinas de vento (SWTs), incluindo design, instalação, manutenção e operação sob condições externas especificadas. Sua finalidade é fornecer o nível adequado de proteção contra danos causados por riscos de estes sistemas durante a sua vida planejada. Esta norma está preocupada com todos os subsistemas de SWTs tais como mecanismos de proteção, sistemas elétricos internos, sistemas mecânicos, estruturas de apoio, fundações e a interligação elétrica com a carga. Um sistema de energia eólica pequena inclui a própria turbina eólica, incluindo estruturas de apoio, o controlador de turbina, a carga controlador / conversor (se necessário), fiação e desconexões, a instalação e manual de operação (s) e outra documentação (IEC 61400-2, 2013).

Neste contexto, a escolha dessas normas deu-se devido às suas características genéricas e abrangentes, as quais podem ser utilizadas como base para qualquer tipo de projeto de aero geradores.

### **3. Metodologia**

Com base nas normas estudadas e comparadas, reportagens e artigos que descreviam tanto as normas quanto dados sobre energia eólica, realizou-se uma pesquisa científica caracterizada como estudo descritivo e exploratório, levando em consideração a possível necessidade de criação de norma nacional para projetos de aerogeradores de forma a se obter uma melhor qualidade na produção de energia a partir do vento, através de uma análise comparativa entre as normas selecionadas.

A presente pesquisa, fez-se de forma descritiva e exploratória. De acordo com Prodanov (2013), a pesquisa descritiva enumera os fatos encontrados sem interferir neles, visando descrever as características de determinada população ou o estabelecimento de relação entre variáveis, observando, registrando e ordenando dados, sem manipulá-los, ou seja, sem interferência do pesquisador. A Exploratória possui um planejamento flexível que nos permite o estudo sob diversos ângulos e aspectos.

Assim, as pesquisas descritivas são, juntamente com as exploratórias, as que habitualmente realizam os pesquisadores sociais preocupados com a atuação prática. São também, as mais solicitadas por organizações como instituições educacionais, empresas comerciais, partidos políticos, etc (GIL, 1991).

Nesse contexto, de acordo com Lakatos e Marconi (1991), o método exploratório caracteriza-se por uma abordagem ampla, em nível de abstração elevado, dos fenômenos da natureza e da sociedade, que engloba o método indutivo, caminhando para planos mais abrangentes, indo da constatação das leis e teorias gerais em conexão ascendente.

Dessa forma, utiliza-se ainda a técnica de medidas de opiniões e de atitudes, que para Lakatos e Marconi (1991), “Consiste em um instrumento de padronização que visa a assegurar a equivalência de diferentes opiniões e atitudes, com a finalidade de compará-las”.

Sendo assim, este artigo demonstra veracidade, atingindo os objetivos nas análises realizadas.

### **4. Análise Comparativa**

A engenharia e requisitos técnicos para garantir a segurança dos sistemas estruturais, mecânicos, elétricos e de controle da turbina eólica são encontrados em ambas as normas estudadas. Estas especificações de requisitos se aplicam ao design, fabricação, instalação e manuais de operação e manutenção de uma turbina eólica e do processo de gestão da qualidade associada. Além disso, os procedimentos de segurança, que foram estabelecidos nas várias práticas que são utilizadas na instalação, de operação e manutenção da turbina de vento, foram observados.

No entanto, ao se estudar as normas é possível perceber algumas diferenças entre elas. A norma IEC 61400-1, pode ser utilizada para qualquer projeto de turbinas eólicas. Já a norma IEC 61400-2 aborda apenas às turbinas de vento com um rotor área varrida menor do que ou igual a 200 m<sup>2</sup>, a geração de energia elétrica a uma voltagem inferior a 1.000 V de corrente alternada ou 1 500 V de corrente contínua.

#### **4.1. Cargas de Projeto**

A IEC 61400-1 explicita os métodos de projeto que exigem o uso de um modelo de dinâmica estrutural para prever cargas de projeto e é utilizada para determinar as cargas em mais de uma gama de velocidades de vento, usando as condições de situações de projeto, turbulência, ou outros tipos de estados do vento. Todas as combinações relevantes de condições externas e situações de projeto devem ser analisadas. A norma IEC 61400-2 também segue o mesmo princípio de previsão de cargas de projeto, no entanto, ela propõe o uso de um modelo simplificado para determinar a classe da turbina SWT (Small Wind Turbines - *Pequenas Turbinas eólicas*) com relação à essa carga. O modelo define em qual classe a turbina se enquadra a partir de coeficientes parciais, podendo ela possuir:

- a. Uma classe de segurança normal, que se aplica quando uma falha resulta em risco de ferimentos pessoais ou outra consequência social ou econômica;
- b. Uma classe especial de segurança que se aplica quando os requisitos de segurança são determinados pelos regulamentos locais e / ou aos requisitos de segurança acordados entre o fabricante e o cliente. Coeficientes parciais de segurança, para turbinas normais classe de segurança do vento.

#### **4.2. Condições Externas**

Para ambas as normas estudadas, deve-se estabelecer que as turbinas eólicas foram submetidas a condições ambientais e elétricas que possam afetar a sua carga, durabilidade e operação. Para garantir o nível adequado de segurança e confiabilidade ambiental, devem ser estabelecidos parâmetros elétricos e de solo, que precisam ser explicitamente indicados na documentação do design.

As condições elétricas referem-se às condições da rede de energia. Propriedades do solo são relevantes para o projeto de fundações para turbinas eólicas.

As condições externas são subdivididas em categorias normais e extremas. As condições externas normais geralmente em condições de carga estruturais recorrentes, enquanto as condições externas extremas representam condições raras de design externos. Os casos de carga

de projetos são compostos por combinações potencialmente críticas destas condições externas com modos de operação de turbinas eólicas e outras situações de projeto.

As condições de vento são as condições externas principais que afetam a integridade estrutural. Outras condições ambientais também afetam os recursos de design, como o funcionamento do sistema de controle, durabilidade, corrosão, etc.

### 4.3. Classes de turbinas eólicas

As condições externas a serem consideradas para o projeto são dependentes do site ou tipo de site destina-se a uma instalação de turbinas eólicas. Classes de turbinas eólicas são definidas em termos de velocidade do vento e parâmetros de turbulência. A intenção das classes é para cobrir a maioria das aplicações. Os valores dos parâmetros de velocidade do vento e turbulência se destinam a representar muitos locais diferentes e não dar uma representação precisa de qualquer site específico.

Seguem as tabelas 1 e 2, que evidenciam os parâmetros básicos e especificações, que definem as classes de turbinas eólicas de acordo com as normas estudadas.

Tabela 1 - Parâmetros básicos para classes de turbinas eólicas

Wind turbine class		I	II	III	S
$V_{ref}$	(m/s)	50	42,5	37,5	Values specified by the designer
A	$I_{ref}$ (-)	0,16			
B	$I_{ref}$ (-)	0,14			
C	$I_{ref}$ (-)	0,12			

Fonte: IEC 61400-1, 2014.

Tabela 2 - Parâmetros básicos para classes de SWT

SWT class		I	II	III	IV	S
$V_{ref}$	(m/s)	50	42,5	37,5	30	Values to be specified by the designer
$V_{ave}$	(m/s)	10	8,5	7,5	6	
$I_{15}$ (Note 2)	(-)	0,18	0,18	0,18	0,18	
$a$	(-)	2	2	2	2	

Fonte IEC 61400-2, 2013.

- Os valores aplicam-se à altura hub (altura do solo até a peça chamada hub, a qual as pás são fixadas);
- I15** é o valor característico sem dimensão da intensidade de turbulência em 15m/s, onde 0,18 é o valor mínimo a ser usado;

c. **Alfa** é o parâmetro de inclinação adimensional a ser usado.

Onde,

**Vref** é a referência velocidade média do vento ao longo de 10 min;

**Vave** é o valor médio da velocidade;

**A**- designa a categoria para as características de turbulência mais elevadas;

**B** -designa a categoria para as características de turbulência médias;

**C**-designa a categoria para as características de baixa turbulência;

**Iref** é o valor esperado da intensidade<sup>2</sup>, turbulência a 15 m / s.

Em adição a estes parâmetros básicos, vários outros parâmetros importantes são necessários para especificar completamente as condições externas para serem usados na concepção da turbina eólica.

Uma outra classe de turbinas eólicas, classe S, é definido para uso quando o vento especial ou outras condições externas de uma classe especial de segurança, são pré-definidos pelo desenvolvedor e / ou o cliente. Os valores de projeto para a classe turbina eólica S foi escolhida pelo desenvolvedor e especificados na documentação do design. Para tais desenhos especiais, os valores escolhidos para as condições de projeto deve refletir um ambiente pelo menos tão severo como está previsto para a utilização de uma turbina eólica.

As condições externas específicas definidas para as classes I, II e III não são nem destinados a cobrir as condições no mar, nem as condições de vento experimentados em tempestades tropicais como furacões, ciclones e tufões. Tais condições podem exigir turbina eólica design de classe S.

O período de vida para as classes de turbinas eólicas I a III deve ser pelo menos de 20 anos. Para a classe de turbinas eólicas S o fabricante deve, com a documentação do projeto, descrever os modelos utilizados e os valores de parâmetros de projeto.

#### **4.4. Condições de vento**

A turbina eólica deve ser concebida para suportar com segurança as condições de vento definidos pela classe turbina eólica selecionada. Os valores de cálculo das condições de vento devem ser claramente especificados na documentação do design em ambas as normas estudadas.

O regime de vento para considerações de carga e de segurança é dividido nas condições normais de vento, que ocorrem frequentemente durante a operação normal de uma turbina de vento, e



as condições de vento extremas que são definidas como tendo um período de recorrência de 1 a 50 anos.

As condições de vento incluem um fluxo constante médio combinado, em muitos casos, quer com um perfil de rajada determinista, variável ou com turbulência. Em todos os casos, a influência na inclinação média do fluxo em relação a um plano horizontal deve ser considerada até 8°. Este ângulo de inclinação do escoamento deve ser assumido como sendo invariáveis com a altura.

A expressão "turbulência" denota variações aleatórias na velocidade do vento de 10 min. O modelo de turbulência, quando usado, deve incluir os efeitos da variação da velocidade do vento, cisalhamentos e direção a fim de permitir a amostragem de rotação através de cisalhamentos diferentes. Os três componentes do vetor da velocidade do vento turbulento são definidos como:

- a. Longitudinal - ao longo da direção da velocidade do vento média;
- b. Lateral - horizontal e perpendicularmente à direção longitudinal, e
- c. Para cima - o normal para ambas as direções longitudinal e lateral, isto é inclinado em relação à vertical pôr o ângulo de inclinação média de fluxo.

## **5. Considerações Finais**

A partir do estudo feito entre as normas IEC 61400-1 e 61400-2, notou-se que as mesmas são semelhantes, porém, não idênticas. Ambas as normas têm especificações que são cruciais para a definição de um projeto de aerogeradores, e em conjunto se tornam uma poderosa ferramenta. As mesmas podem ser adaptadas para atender cada país que decidir utilizá-las.

No entanto, pode-se notar que tais normas são feitas de uma forma genérica, para que sirvam de base para criação de normas específicas de países ou regiões onde os aerogeradores podem atuar.

Foi constatado que o ambiente em que o aerogerador encontra-se influencia nitidamente no seu desempenho, seja por danos térmicos, fotoquímicos, corrosivos, ações químicas, mecânicas, entre outras variáveis que são distintas quando leva-se em consideração a localização da turbina eólica. E Nenhuma das duas normas definem os requisitos mínimos para fazer a avaliação de altas temperaturas, ambientes muito frios que possam gerar gelo, entre outras características importantes.

As principais diferenças encontradas ao longo do estudo são mostradas no quadro 3 a seguir:

Quadro 3 – Comparação das Normas - Principais diferenças

IEC 61400-1	IEC 61400-2
Abrange todos os tipos de aerogeradores	Utilizado para aerogeradores de área varrida maior ou igual a 200 <sup>2</sup>
Modelo complexo para prever cargas de projeto	Modelo simplificado para classificação de cargas de turbinas de segurança normal e especial
Classifica as turbinas a partir de baixa, média e alta turbulência	Leva em consideração a intensidade da turbulência a 15 m/s
Não considera o parâmetro de inclinação adimensional para a classificação	Considera o parâmetro de inclinação adimensional para classificação
Classifica a partir da velocidade média do vento	Classifica a partir da velocidade média do aerogerador juntamente com a velocidade média do vento

Fonte: Autores, 2016

Sabendo-se que o Brasil não possui normas nacionais relacionadas a projetos de aerogeradores, e que a energia eólica sofreu reduções de produtividade em 2015, constata-se a necessidade de se estabelecer normas brasileiras que garantam um nível de produtividade satisfatório. Os problemas de produtividade, podem ter sido gerados por projetos mal elaborados.

Tendo em vista que cada país possui variáveis diferentes, e que as mesmas podem influenciar no funcionamento das turbinas, uma norma que definisse as necessidades de um projeto de energia eólica, levando em conta todas as possíveis situações em que possam se encontrar o aerogerador, seria de grande ajuda para o setor de energia eólica nacional.

Assim como o PROINFA incentivou o crescimento do mercado eólico brasileiro, uma norma relacionada a projetos nacionais pode colaborar para o aumento de investimentos, e aumento da credibilidade e qualidade dos projetos. Isso um bom atrativo para quem deseja evitar ao máximo os riscos e obter um bom retorno desse tipo de negócio que movimenta bilhões de reais no Brasil.

O estudo realizado apresentou limitações com relação as normas analisadas. As normas definidas para esse estudo foram as normas gerais para projeto de aerogeradores (IEC 61400-1 e 2) para produção de energia eólica, as quais são facilmente acessíveis. As demais normas citadas são de difícil acesso, tendo sido estudados apenas seus resumos, fato que explica a

ausência de informações sobre elas neste artigo. Outra limitação é que só foram analisadas as versões das normas IEC 61400-1 e 2 atualizadas em 2014 e 2013 respectivamente e as principais características selecionadas pelos autores deste artigo. Estudos futuros podem ser realizados, incluindo outras normas de forma a se obter uma maior quantidade de informações para a de criação uma norma nacional.

## Referências

ABEEOLICA, Associação Brasileira de Energia Eólica. Disponível em: <http://www.portalabeeolica.org.br/index.php/nosso-setor.html>. Acesso em 15 de jul. 2016.

\_\_\_\_\_. Usinas eólicas dominam leilão de venda de energia para 2016. Disponível em: <http://www.portalabeeolica.org.br/index.php/noticias/1286-usinas-e-%C3%B3licas-dominam-leil%C3%A3o-de-venda-de-energia-para-2016.html>. Acesso em 17 de jul. 2016.

ANSI, American National Standards Institute - Wind Turbine Standards. Disponível em: <http://webstore.ansi.org/energy/wind-turbine/default.aspx?source=blog>. Acesso em 10 ago.2016.

\_\_\_\_\_. ANSI/AGMA/AWEA 6006-A03 (R2010). **Design and Specification of Gearboxes for Wind Turbines**

BS EN 50308:2004, British Standarts, **Wind turbines. Protective measures. Requirements for design, operation and maintenance**

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

IEC, International Electrotechnical Commission. Disponível em: <http://www.iec.ch/about/?ref=menu>. Acesso em 18 jul. 2016.

\_\_\_\_\_. IEC 6 0204-1, **Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements.**

\_\_\_\_\_. IEC 61400-1, **Wind turbines – Part 1: Design requirements.**

\_\_\_\_\_. IEC 61400-2, **Wind turbines – Part 2: Design requirements for small wind turbines.**

ISO, International Organization for Standardization. ISO 81400-4, **Wind turbines – Part 4: Design and specification of gearboxes.**

\_\_\_\_\_. ISO 12494, **Atmospheric icing of structure published.**

\_\_\_\_\_. ISO 2533:1975, **Standard Atmosphere.**

\_\_\_\_\_. ISO4354, **Wind actions on structures.**

\_\_\_\_\_. ISO 6336-2, **Calculation of load capacity of spur and helical gears– Part 2: Calculation of surface durability (pitting).**

JCONLINE. Artigo sobre Produção de energia eólica. Disponível em: <http://jconline.ne10.uol.com.br/canal/economia/pernambuco/noticia/2016/08/30/producao-de-energia-eolica-cresce-55-porcento-no-brasil-no-primeiro-semester-250749.php>. Acesso em 21 set. 2016.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 1991.

NEIJ, L. & P.D. ANDERSEN (2012). **A Comparative Assessment of Wind Turbine Innivation and Diffusion Policies. Historical Case Studies of Energy Technology Innovation** in: Chapter 24, The Global Energy Assessment. Glauber A., Aguayo, F., Gallagher, K.S., Hekkert, M., Jiang, K., Mytelka, L., Neij, L., G. & C. Wilson. Cambridge University Press: Cambridge, UK.

GIPE, Paul. **Book Wind Energy Comes Of Age**. Inc New York (1995)

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas de Pesquisa e do Trabalho Científico**. Novo Hamburgo: Fuvale, 2013.

Revista on-line Diário dos Ventos. Disponível em: <http://diariosventos.com.br/wp-content/uploads/2016/09/DDV-20160915-1841.pdf>. Acesso em 03 ago. 2016.

Schwarz, virginie (2008). Promotion of wind energy: lessons learned from international experience and undp-gef projects. Disponível em: [http://s98611120.onlinehome.us/hifn2011/wp-content/uploads/2011/08/unwindpower\\_web.pdf](http://s98611120.onlinehome.us/hifn2011/wp-content/uploads/2011/08/unwindpower_web.pdf)). Acesso em 15 ago. 2016.

WORD, Renewable Energy. Disponível em: <http://www.renewableenergyworld.com/articles/2009/12/brazils-wind-power-auction-spurs-more-clean-energy-development.html>. Acesso em 22 set. 2016.