

PARÂMETROS DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL E NO MUNDO

PARAMETERS OF WIND ENERGY IN BRAZIL AND THE WORLD

RAPHAEL SANTOS DO NASCIMENTO^{1*}, CICERO ANDRE GERÔNIMO DA SILVA²

1. Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da UNINGÁ - Centro Universitário Ingá; 2. Engenheiro Eletricista, professor da UNINGÁ - Centro Universitário Ingá.

* Centro Universitário Maringá – Uningá, Rodovia PR 317, 6114, Maringá, Paraná, Brasil. CEP 87035-510. raphael_caixa@hotmail.com

Recebido em 07/10/2016. Aceito para publicação em 20/11/2016

RESUMO

A adoção pelas fontes renováveis tem sido amplamente buscada desde a década de 1970. Entre essas energias renováveis buscadas, a energia eólica é uma que despertou significativa atenção durante as últimas décadas, em termos de produção, segurança no fornecimento e sustentabilidade ambiental. Nesse sentido o presente estudo teve por objetivo relatar a atual situação brasileira e mundial, perante a utilização e implantação de projetos de aproveitamento da energia eólica, e ainda descreveu quais as perspectivas da implementação dessa fonte de geração. Este artigo foi desenvolvido por meio de uma pesquisa bibliográfica. Contudo foi possível verificar que a energia eólica teve um crescimento rápido e significativo na matriz energética tanto mundial quanto brasileira nos últimos anos. No entanto, a evolução tecnológica dos equipamentos e a estrutura de mercado mundial da indústria de equipamentos eólicos demonstrou que o setor ainda se encontra em fase de desenvolvimento tanto no Brasil quanto no mundo. Assim foi necessário destacar a continuidade de investimentos por partes dos governos para o fortalecimento do setor, visto que essa energia será de grande importância em um futuro próximo, pois espera-se que as fontes renováveis de energia sejam suficientes para suprir a demanda toda de energia do planeta.

PALAVRAS-CHAVE: Energia eólica, energia renovável, setor eólico.

ABSTRACT

The adoption of renewable sources has been widely sought since the 1970s. Among these renewable energy sources, wind energy is one that aroused significant attention over the past decades in terms of production, security of supply and environmental sustainability. In this sense the present study aimed to report the current Brazilian and world situation, before the use and deployment of use of wind energy projects, and also described the outlook of the implementation of this source of generation. This article was developed, through a literature search. However it found that the wind had a rapid and significant growth in the energy mix both world as Brazil in recent

years. However, the technological evolution of the equipment and the world market structure of the wind power equipment industry has shown that the sector is still under development in Brazil and in the world. So it was necessary to highlight the continuity of investments in parts of governments to strengthen the sector, since this energy will be of great importance in the near future, it is expected that renewable energy sources are sufficient to meet the entire energy demand the planet.

KEYWORDS: Wind energy, renewable energy, wind sector.

1. INTRODUÇÃO

Em todo o mundo existem, vários tipos de fontes de energia, constituindo-se elas em fontes renováveis ou esgotáveis. A adoção pelas fontes renováveis tem sido amplamente buscada desde a década de 1970, em razão das crises do petróleo, o que levaram a diversos países a procura pela segurança energética e menos dependência de importações de combustíveis. Dentre as energias renováveis buscadas, a energia eólica despertou significativa atenção durante as últimas décadas, em termos de produção e segurança no fornecimento e sustentabilidade do meio ambiente^{1,21}.

No entanto essa fonte de energia é a energia gerada através dos ventos. Este tipo de energia vem sendo utilizada pelo homem a muitas décadas, principalmente na propulsão de navios, moinhos de cereais, bombas de água e na idade média para mover a indústria de forjaria. Assim, a energia eólica é considerada uma grande fonte de energia, principalmente por se tratar de uma fonte renovável e limpa ainda em pequena escala e em estágio de desenvolvimento por parte das tecnologias, o fator custo de instalação ainda é alto, tornando-a menos competitiva em relação às tecnologias tradicionais disponíveis no mercado atualmente².

Nascimento, Mendonça e Cunha (2012)³, em seus estudos demonstraram que alguns países emergentes têm apresentando grande potencial de geração de energia eólica, mas tem encontrado obstáculos decorrentes da falta de experiência, ausência de recursos, atrasos tecno-

lógicos e atrasos nos processos de apuração dos locais adequados para implantação das turbinas de captação e consequentemente a transformação de energia cinética dos ventos em eletricidade, o que representa um cenário significativamente distinto do enfrentado pelos países mais desenvolvidos.

Portanto, com perspectivas de menores pressões sociais, políticas e institucionais, os países emergentes passaram a buscar desenvolver e adotar medidas de tecnologias mais limpas de energia, visando uma maior aproximação com os parâmetros de desenvolvimento sustentável, utilizando como base primordial, as ações governamentais do sistema setorial de energia eólica⁴.

Contudo, o presente estudo tem como objetivo relatar a atual situação brasileira e mundial, perante a utilização e implantação de projetos de aproveitamento da energia eólica, além de descrever quais as perspectivas da implementação dessa fonte de geração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado por meio de um levantamento de publicações sobre o tema deste trabalho. A seleção das publicações foi realizada a partir dos resumos em primeiro momento, e posteriormente os textos completos foram analisados. Os critérios estabelecidos na seleção do estudo se deu por publicações que retratavam o assunto em questão, sendo priorizados os trabalhos mais recentes sobre o tema proposto.

3. DESENVOLVIMENTO

História da energia eólica

Não se sabe ao certo em qual momento da história foi descoberto a energia gerada pelos ventos. Mendonça (2014)⁵ e Zebral, Areas e Silva (2012)⁶, demonstram em seus estudos que os primeiros habitantes que fizeram uso práticos dos ventos foram os egípcios, cerca do ano de 2800 a.C, tendo em vista que na época eles utilizavam as velas para ajudar a força dos remos dos escravos, bem como a utilização das velas para auxiliar no trabalho em tarefas de força animal como moagem de grãos e bombeamento de água.

Desta maneira os persas iniciaram a utilização das forças dos ventos poucos séculos a.C e em torno de 700 d.C já se encontravam construindo moinhos de ventos verticais altos para ser utilizados como força nas mós, na moagem de grãos. Entretanto, as turbinas eólicas têm sido destinadas nas últimas décadas a geração de energia. Assim o primeiro moinho de vento destinado a gerar eletricidade, da qual se constitui em o eixo da turbina associado a um gerador elétrico, foi construído por James Blyth em 1891 para instalação em sua casa de

campo em Mary Kirk na Escócia⁷.

Pinto (2013)⁸ Pour la Cour registra o ponto de transição entre os de vento e a era moderna da tecnologia de geração eólica. Quando construiu uma turbina eólica experimental no ano de 1891, dado que o mesmo acionava um dínamo. Ele utilizou como parâmetro a corrente contínua produzida pela turbina para eletrólise e armazenou o hidrogênio gerado para produzir energia às áreas rurais dinamarquesas. Em vista disso a conversão da energia cinética dos ventos em energia mecânica não pode ser considerada uma tecnologia nova, uma vez que, surgiu exatamente com o desenvolvimento da eletricidade.

Tipos de tecnologias empregadas atualmente

As tecnologias de aproveitamento para a geração de energia eólica, se dá através dos aerogeradores eólicos que têm como principal função maximizar o aproveitamento do vento para geração de eletricidade, obedecendo os aspectos como locais com muito ou pouco vento, conexão aos sistemas elétricos locais, desempenho aerodinâmico, desempenho acústico, situações climáticas extremas, integração com o meio ambiente e impacto visual⁹.

Existem diversos tipos de projetos de turbinas eólicas para o aproveitamento dessa energia, porém com o passar dos anos e o acelerado desenvolvimento tecnológico estabilizou-se o projeto de turbinas eólicas com as seguintes propriedades: eixo de rotação horizontal, três pás, alinhamento ativo, gerador de indução e estrutura não flexível (Figura 1). Com relação as suas características externas como altura e capacidade de geração, as turbinas são classificadas como pequenas (potência nominal menor que 500kW), médias (potência nominal entre 500kw e 100kW) e grandes (potência nominal maior que 1MW)¹⁰.

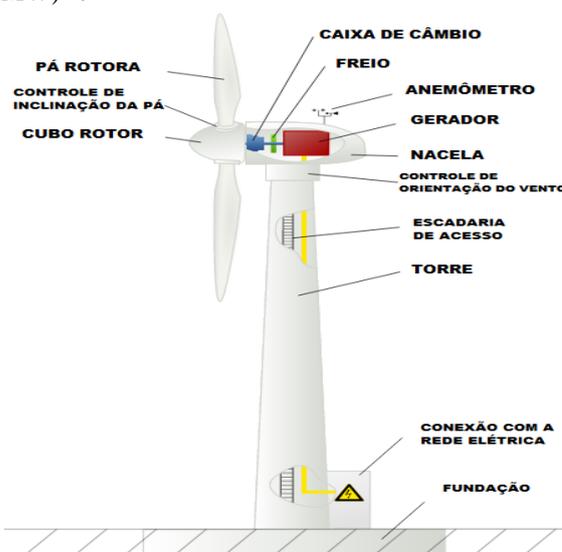


Figura 1. Turbine eólica (RVO, 2016)¹¹ adaptado.

Aproveitamento de Energia eólica no Brasil

Segundo Kemerich *et al.* (2016)¹², o Brasil detém de uma das biodiversidades mais ricas do mundo, em consequência disto, o mesmo dispõe de uma diversificada matriz energética, possuindo em seu território reservas providas de petróleo, gás natural, carvão, urânio e várias fontes renováveis com relevância para o potencial hidroelétrico, eólico, solar e de biomassa para a geração de energia elétrica.

Neste contexto de movimentação pela busca de fontes renováveis de energia, é que o setor eólico brasileiro têm-se desenvolvido significativamente impulsionadas pela criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) que ampara as energias na participação em empreendimentos concebidos. Desta forma, em território nacional, os horizontes são cada vez maiores quanto ao uso dessa energia, visto que os períodos de maiores ventos em território nacional se alinham com os períodos de menor capacidade de produção das fontes hidráulicas, tornando a energia eólica uma importante fonte a complementar o sistema predominante em nosso território^{13,14}.

A Global Wind Energy Council (2011)¹⁵, relata que o Brasil possui um grande potencial de geração de energia eólica, especificamente nas regiões Nordeste e Norte. De acordo com a instituição, estudos desenvolvidos em 2001 demonstraram um potencial de geração de aproximadamente 143GW para torres de 50 metros, entretanto após novos estudos realizados entre 2008 e 2009, evidenciaram um potencial de aproximadamente 350GW dos quais 10GW já foram instalados até o ano de 2016, sendo representada por cerca de 7% na matriz elétrica brasileira.

De acordo com a Associação Brasileira de Energia Eólica (2016)¹⁶, foi investido aproximadamente R\$ 20 bilhões no ano de 2015, gerando mais de 41 mil empregos, sendo cerca de R\$ 60 bilhões investidos desde 1998 até o presente momento. E considerando os contratos já assinados, o país contará com aproximadamente 18GW de potência instalada até o ano de 2020. Nesse sentido a energia eólica foi umas das fontes que mais cresceu na matriz elétrica brasileira no ano de 2015, tornando-se responsável pela participação de 39,3% na expansão, seguida pelas hidroelétricas com 35,1% e térmica com 26,1%.

Contudo, considera-se que a energia eólica é uma fonte nova no planejamento de expansão do setor energético brasileiro, mas que dispõe de um grande potencial de exploração em território, o que pode oferecer um cenário mais sustentável, tornando-se suficiente para suprir a previsão de demanda energética nas próximas décadas¹⁷.

Utilização de energia eólica no mundo

A energia eólica atualmente ainda tem uma partici-

pação de pequena expressão na matriz elétrica mundial, sendo representada por cerca de 7,7% em 2014 (figura 2). No entanto entre 1990 a 2015 ela aumentou de 4,0TWh para 565,8TWh de produção, alcançando uma média anual de 22,1%. Esta é considerada a segunda maior taxa de crescimento de eletricidade por parte das renováveis, ficando apenas atrás da energia solar fotovoltaica¹⁸.

Segundo o relatório GWEC (2015)¹⁹, mais de 100 países já possuem instalações de energia eólica totalizando 432,9GW de capacidade de energia acumulada instalada até o ano de 2015. Esse crescimento se deu principalmente por mercados Europeus (Alemanha e Espanha), Americanos (Estados Unidos) e Asiáticos (China e Índia), que dispõem de grandes estímulos por parte dos seus governos, tanto em investimentos quanto em medidas regulatórias ao setor.

Entretanto, o setor eólico mundial tem crescido rapidamente nos últimos anos, desde a crise financeira em 2008. Nesse sentido, as grandes empresas do setor passaram a adotar medidas para não sofrerem tanto com a crise e migraram para países em desenvolvimento (Brasil, Rússia, Índia e China). Isto justifica-se o aumento no setor por parte desses países nos últimos anos¹³.

Todavia, a evolução tecnológica dos equipamentos e a estrutura de mercado mundial da indústria de equipamentos eólicos evidenciaram que essa indústria encontra-se em seu estágio de desenvolvimento tanto no Brasil quanto no mundo, o que permitiu verificar que esse setor tem um grande potencial de evolução, não podendo estar sujeito a ocorrência de barreiras para implantação nos países onde os investimentos estão acontecendo, visto que a ausência de competição nesses mercados poderá manter a indústria em um grau de desenvolvimento abaixo relacionado ao seu potencial³.

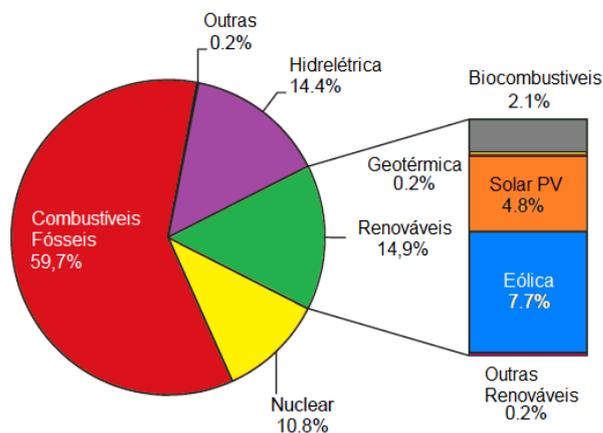


Figura 2. Capacidade de geração instalada no mundo em 2014 (IEA, 2016)¹⁸ adaptado.

Perspectivas das energias alternativas

O Plano Decenal de Expansão de Energia de 2024 (PDE) da Empresa de Pesquisa Energética (EPE)²⁰, prevê uma expansão de 18.909 MW de potência, apontando

um forte planejamento no crescimento da energia eólica no Brasil, ultrapassando as termelétricas a biomassa (6.812 MW), solar (6.000 MW) na expansão até o planejamento do ano, determinando um crescimento de 45,2% por partes das energias renováveis na matriz energética brasileira²⁰.

A previsão é que até 2024 a energia eólica possa garantir cerca de 10% da demanda mundial de eletricidade, gerando 1,7 milhões de novos empregos, de forma a consolidar mais essa fonte, assegurando a especialidade desta energia. No Brasil estima-se a criação de 141 mil vagas de trabalho por MW gerado especialmente no estágio de construção dos empreendimentos. Desta forma os próximos anos serão fundamentais para a sustentabilidade do setor eólico, no sentido de que esse crescimento no Brasil trará muitos desafios relacionados ao transporte interno de equipamentos e de transmissão, a falta de mão de obra qualificada e os parâmetros ambientais^{1,20}.

4. CONCLUSÃO

Tendo em vista o exposto, foi possível concluir que a energia eólica teve um crescimento rápido e significativo na matriz energética tanto mundial quanto brasileira nos últimos anos. Tais fatores se deve as importantes discussões sobre os impactos ambientais e a segurança energética das fontes não renováveis fundamentada pelos fortes investimentos por parte dos governos Europeus, Asiáticos e Americanos. No Brasil a indústria já possui investidores e já se encontra consolidada na matriz elétrica, evidenciada através dos leilões já contratados. No entanto, a evolução tecnológica dos equipamentos e a estrutura de mercado mundial da indústria de equipamentos eólicos demonstra que o setor ainda se encontra em fase de desenvolvimento tanto no Brasil quanto no mundo. Contudo é necessário destacar a continuidade de investimentos por partes dos governos para o fortalecimento do setor, visto que essa energia será de grande importância em um futuro próximo, pois espera-se que as fontes renováveis de energia sejam suficientes para suprir a demanda toda de energia do planeta.

REFERÊNCIAS

- [01] Melo E. Fonte eólica de energia: Aspectos de inserção, tecnologia e competitividade. *Rev de Estudos Avançados*, v.27, n.77, p.125-142, 2013.
- [02] Simas M, Pacca S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. *Rev Estudos Avançados*, v.27, n.77, p.99-115, 2013.
- [03] Nascimento TC, Mendonça ATBB, Cunha SK. Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. *Rev Cadernos EBA-PE.BR*, v.10, n.3, p.630-651, 2012.
- [04] Tolmasquim MT. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. *Rev de Estudos Avançados*, v.36, n.74, p.249-260, 2012.
- [05] Mendonça RR. Energia eólica: Um tendência Nacional. Campina Grande, 2014. 30f. Monografia – Universidade Estadual da Paraíba.
- [06] Zebal DES, Arêas GSA, Silva JA. Energia eólica: O uso de energias renováveis nas plataformas de petróleo. *Rev de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense*, v.2, n.1, p.55-61, 2012.
- [07] Runcos,F, *et al.* Geração de Energia Eólica – Tecnologias Atuais e futuras. WEG Máquinas, 2000.
- [08] Pinto M. Fundamentos de Energia Eólica. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- [09] CEMIG – COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Alternativas Energéticas: Uma visão da Cemig. Belo Horizonte, 2012.
- [10] Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica. 3ª. ed., Brasília, Aneel, 2008.
- [11] RVO – NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY. Topics. Disponível em: <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzaam-energie-opwekken/windenergie-op-land/techniek/werking>. Acesso em 25 de jun. 2016.
- [12] Kemerich PDC, *et al.* Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo. *Rev Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v.20, n.1, p.241-247, 2016.
- [13] Lage ES, Processi LD. Panorama do setor de energia eólica. *Rev BNDES*, v.1, n.39, p.183-206, 2013.
- [14] Gatino ACL, *et al.* Energia Eólica no Brasil: Aspectos de desenvolvimento. In: Anais da IX Mostra Científica do Ceuca. Cachoeirinha. Rio Grande do Sul: CESUCA, 2015.
- [15] GWEC – GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. Global wind report: Annual market update 2011. Disponível em: <http://www.gwec.net>. Acesso em 03 de outubro de 2016.
- [16] ABEEÓLICA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. Releases. Disponível em: <http://www.portalabeeolica.org.br/in dex.php/releases-menu/10-releases/5034-brasil-chega-%C3%A0-marca-de-10-gw-d e-energia-e-%C3%B3lica-em-capacidade-instalada.html>. Acesso em 30 de setembro de 2016.
- [17] Weschenfelder F, Schaeffer L. Situação Atual e Perspectivas da Produção de Energia Elétrica a Partir da Geração Eólica no Brasil. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ldtm/publicacoes/Artigo%20SENAFOR%20fran%20W%202013.pdf>. Acesso em 03 de out. 2016.
- [18] IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Renewables Information 2016. Disponível em: http://www.iea.org/bookshop/728-Renewables_Information_2016. Acesso em 10 set. 2016.
- [19] GWEC – GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. Global wind report: Annual market update 2015. Disponível em: <http://www.gwec.net>. Acesso em 08 de outubro de 2016.
- [20] EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Plano Decenal de Expansão de Energia 2024 (PDE 2024). Disponível em: <http://www.epe.gov.br/PDEE/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202024.pdf>. Acesso em 16 set. 2016.
- [21] Rangel MS, Borges PB, Santos IFS. Análise comparativa de custos e tarifas de energias renováveis no Brasil. *Rev Brasileira de Energias Renováveis*, v.5, n.3, p.269-277, 2016.