

O AVANÇO NA UTILIZAÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS AO LONGO DO TEMPO PELO MUNDO E CARACTERÍSTICAS QUE INFLUENCIAM O POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA

MENEZES, Willamy dos Santos*

Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe

* willamymenezes@gmail.com

Resumo: *A importância da utilização de fontes de energias renováveis tem aumentado nas últimas décadas devido aos problemas ambientais. Além dos benefícios ambientais, o aproveitamento das energias renováveis é econômico a longo prazo e podem evitar uma crise energética no país. O objetivo desse trabalho foi mostrar que vários países ao redor do mundo, apesar de lentamente, estão aumentando e substituindo cada vez mais a utilização de fontes de energia não renováveis para fontes renováveis. Vários aspectos determinam se o local é apropriado para o aproveitamento da energia do sol, dos ventos, entre outras. Através de vários estudos e pesquisas, concluiu-se os locais mais propícios para a instalação de parques eólicos e usinas solares.*

Palavras-chave: *Evolução das energias renováveis, Energia eólica, Energia solar, Maior aproveitamento das fontes.*

1. INTRODUÇÃO

O mundo está se desenvolvendo cada vez mais, logo o consumo de energia elétrica aumenta constantemente. Porém, grande parte da energia produzida no mundo não é renovável, o que é um problema pois, como o nome já deixa explícito, essas fontes podem acabar um dia. Daí a necessidade da utilização de fontes de energia renováveis.

Energias renováveis geralmente não lançam poluentes na atmosfera e com elas não há a preocupação de que acabem um dia por utilizá-las em grande proporção. Além dos benefícios já citados, a produção de energia elétrica por fontes de energia renováveis é também econômica a longo prazo, pois não há gastos com a fonte de energia. Isto porque são energias vindas diretamente da natureza ou da terra, como a força dos ventos, a luz e o calor solar, a força da água dos rios, o movimento das ondas do mar ou o calor do magma terrestre. Diferentemente de usinas termelétricas por exemplo, que necessitam de gastos com matéria prima a todo instante.

O interesse em fontes de energias renováveis vem aumentando. As pessoas estão entendendo que o aquecimento global e a mudança climática são um problema que traz aspectos negativos e que cresce cada vez mais se não for evitado. Por isso alguns países estão aumentando a utilização de fontes de energia renováveis para a produção de energia elétrica.

As questões ambientais e a diversificação da matriz energética são os principais objetivos nas agendas políticas quando o assunto é a preocupação em investir em energias renováveis. Contudo, a consolidação de alternativas maduras tecnológicas e econômicas como fontes de energia poderia provocar notáveis benefícios econômicos tais como a diversificação das estruturas industriais, criação de emprego e aumento no PIB (VÀZQUEZ e CARREIRA, 2015).

A Polônia é um exemplo de país que já está mudando suas ideologias e criando leis que oferecem incentivos fiscais para quem fizer a instalação de pequenas usinas movidas a fontes de energia renováveis em residências com locais propícios para a instalação, podendo vender a energia elétrica produzida e receber dinheiro garantido (Bukala *et al.*, 2015). Na Europa, a utilização de energia proveniente de fontes renováveis é promovida pela União Europeia das políticas de energia (BEURSKENS *et al.*, 2011; RUSKA e KIVILUOMA, 2011; MALKKI *et al.*, 2015).

No Brasil algumas casas são construídas já com painéis solares que aquecem a água do chuveiro e são distribuídas para a população mais carente por meio de programas federais.

O objetivo desse trabalho foi mostrar locais que estão aumentando e substituindo cada vez mais a utilização de fontes de energia não renováveis para fontes renováveis. Vários estudos foram feitos em países ao redor do mundo para mostrar quais são os locais mais propícios para a construção de parques eólicos e usinas de energia solar.

2. EVOLUÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS

2.1. Energia eólica

Historicamente a humanidade aproveitou a energia dos ventos há muito tempo atrás. As primeiras documentações de moinhos de vento datam 915 d.C. na Pérsia, e eram usados para o bombeamento de água e moagem de cereais (WAGNER e MATHUR, 2012). A energia eólica é uma ótima opção de fonte energética, pois além de renovável é limpa, não lançando poluentes na atmosfera e tem um grande potencial para a produção de energia elétrica. A utilização desta fonte de energia vem crescendo cada vez mais, principalmente a partir do século XXI. De acordo com o conselho global de energia eólica o mercado de energia eólica mundial cresceu mais que 10% em 2012 comparado a 2011 (REDDY *et al.*, 2015). O estudo do vento em ambientes urbanos é de grande interesse em diversas aplicações de engenharia diferentes (VAN HOOFF e BLOCKEN, 2010; RAMPONI e BLOCKEN, 2012; BLOCKEN *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2015).

O Ceará vem se consolidando como um dos protagonistas do setor de energia eólica no Brasil. Em 2013 o estado tinha 588,8 MW de potência em 19 parques eólicos o que corresponde a 32% da capacidade de geração de todas as energias do Ceará. Para 2016 é estimado uma potência de 1,82 GW com mais 31 parques eólicos que foram contratados (DIÁRIO DO NORDESTE, 2013). A energia eólica tem sido uma das prioridades do governo do Brasil, foram feitos financiamentos para 291 parques eólicos entre 2005 e 2014 por meio do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Com isso, a expectativa é que em 2023 as usinas eólicas sejam responsáveis por 11,4% da produção elétrica do país (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA, 2015).

Para a avaliação do recurso eólico no estado do Ceará, foram utilizadas as bases de dados do Atlas de potencial eólico brasileiro, feito pela empresa Camargo Schubert Engenharia Eólica e TrueWind empresa Solutions, com o apoio do Ministério de Minas e Energia do Governo Federal do Brasil, empresa Eletrobrás, o Centro de Pesquisa de energia elétrica (CEPEL) e o Centro de Referência para energia solar e eólica Sergio de Salvo Brito (CRESESB) (ESTEVES *et al.*, 2015). Eles incluem restrições geográficas, como relevo, vegetação, classes e uso do solo induzidas pela rugosidade, interações térmicas entre a superfície terrestre e a atmosfera e efeitos do vapor de água presente. E chega-se à conclusão que o Ceará possui ótimos locais para a instalação de parques eólicos.

Uma grande vantagem da energia eólica é a sua disponibilidade em quase todo o mundo. Contudo, alguns países como a Turquia, apresentam um grande potencial de energia eólica devido às suas características geográficas (BILIR *et al.*, 2015). As características do vento em determinado local são necessárias para planejar de forma eficiente e construir uma usina de energia eólica nas regiões mais propícias. Foram investigadas duas alturas diferentes (20m e 30m) para saber qual o potencial de energia eólica na região Incek em Ancara (capital da Turquia). Após várias pesquisas e observações, concluiu-se que Ancara é uma região adequada para a produção de energia eólica usando turbinas eólicas de pequena escala. E se forem apresentadas maiores necessidades de energia, um sistema híbrido usando uma turbina eólica de pequena escala e células solares pode ser considerado (BILIR *et al.*, 2015). Um sistema híbrido de energia renovável é uma opção que oferece melhores benefícios (SINHA e CHANDEL, 2015).

A exploração das energias renováveis tem se tornado de maior interesse pelo governo de Hong Kong devido à escassez de fontes fósseis indígenas e o constante aumento da degradação ambiental. A superfície terrestre limitada e o terreno montanhoso são características de Hong Kong, porém há uma abundante energia dos ventos em seu mar. Por isso há um grande investimento na construção de parques eólicos no mar de Hong Kong. Um estudo baseado em medições de 6 anos do vento no mar a partir de três estações meteorológicas mostrou que o local mais promissor para a instalação de parques eólicos no mar é o sudeste de Hong Kong, além de mostrar diversas características dos demais locais como a velocidade do vento em diferentes meses e estações do ano (SHU *et al.*, 2015).

Diversos estudos foram feitos e a cidade de Duqm do país Omã se localiza num ótimo local para a conversão da força dos ventos em eletricidade. Foi utilizado um sistema de ajuda de decisão baseado nos multicritérios estudados para gerar uma classificação da disponibilidade de campos eólicos no local (AL-YAHYAI e CHARABI, 2015).

Muitos parâmetros (variáveis de entrada) definem a produção de energia das turbinas eólicas como o ângulo de inclinação da lâmina, velocidade do rotor, raio do rotor e velocidade do vento (PETKOVIC e SHAMSHIRBAND, 2015), ou seja, quanto mais próximo de certos valores, a conversão de energia eólica para energia elétrica é maior.

2.2. Energia solar

A energia solar é uma energia proveniente da luz e do calor sol. Ela é uma ótima opção de fonte de energia, não lança poluentes na atmosfera e é renovável. Principalmente em países

tropicais, onde o sol é mais quente e brilha quase o ano inteiro. Como uma energia limpa, a energia solar possui grande potencial de aplicação. Atualmente, a energia solar térmica é amplamente utilizada na geração de energia em casa e no exterior (MILLS, 2004) principalmente para o aquecimento da água do chuveiro. É fato que houve um aumento na geração renovável de energia, particularmente painéis solares fotovoltaicos nos países desenvolvidos e emergentes (BONFIGLIO *et al.*, 2015) que são cada vez mais utilizados em casas, universidades, estacionamentos e usinas solares.

A quantidade de luz solar que atinge uma certa área na superfície da terra depende primeiramente do tempo e localização e secundariamente de outras condições atmosféricas (nebulosidade, nevoeiro, matéria particulada, poluição fotoquímica, etc.). A dependência horária e local pode ser calculada usando uma análise trigonométrica básica da posição do sol ao longo do horizonte (BOZNAR *et al.*, 2015). Porém, as condições atmosféricas formam um filtro não linear complexo para a luz solar que atinge uma certa área. Todos estes mecanismos resultam em ciclos diurnos complexos. Por causa do ciclo solar diurno usinas de energia solar não geram energia a uma taxa constante durante todo o dia, que faz com que seja necessário eventualmente comprar energia elétrica adicional a partir de fontes convencionais (BOZNAR *et al.*, 2015). Porém o país não precisa depender apenas desse tipo de energia, esta é apenas uma forma de produção de energia alternativa, quanto maior sua produção melhor será para o ambiente e a população mundial.

A UFRJ instalou vários painéis solares em seu estacionamento, utilizando assim boa parte da energia elétrica da universidade provinda da energia solar. Um grande avanço em questão de sustentabilidade no Brasil que, apesar de ser um país tropical, não tira proveito total do seu grande potencial para a utilização da energia solar. Porém em constante evolução nesse quesito.

Um país europeu com grande potencial de fontes de energias renováveis é a Croácia. O seu potencial de energia solar ultrapassa muito do que é aproveitado no presente, e também as futuras necessidades energéticas. Em janeiro, mesmo a parte continental da Croácia, recebe o dobro de energia do que o norte da Europa recebe. Na parte sul e central da costa recebe 3-5 vezes mais que o norte da Europa, ou duas vezes mais que a Europa Central. As autoridades locais deveriam assumir papel central e responsabilidade na tarefa de instalar usinas solares em seu território. Eles têm autonomia para regular a situação no local (LUTTENBERGER, 2015).

A Nigéria é um país onde a produção de energia elétrica é muito baixa, o que leva quase todas as casas do país utilizarem energia elétrica produzida a partir de geradores de que utilizam fontes fósseis de energia como o petróleo. Para reverter essa situação e melhorar a qualidade de vida dos Nigerianos, o investimento e o aproveitamento da energia solar é um bom caminho.

Um estudo mostrou diversos aspectos sobre o uso de energia elétrica na Nigéria (AYODELE e OGUNJUYIGBE, 2015): a prestação de iluminação tem maior impacto na qualidade de vida dos Nigerianos em comparação com outros meios de uso da eletricidade. E o custo do ciclo de vida de um sistema de energia solar para o nível 1 (apenas para a iluminação) é de \$10.600. Com o aumento no uso desse tipo de energia diminuirão os custos com manutenção de combustível além de melhorar a qualidade ambiental.

Há um material que pode ser utilizado nos painéis solares para uma maior conversão de energia solar em energia elétrica. Esse material é o grafeno, que é um material constituído de uma camada de grafite de espessura de um átomo com uma estrutura hexagonal Figura 1 (CARVALHO, 2014). Ele é um material que pode revolucionar o futuro. O grafeno é feito de nanotubos de carbono que têm um alto coeficiente de absorção de luz com um espectro muito amplo, apresentando excelentes propriedades elétricas e mostrando bom potencial para a conversão de calor solar (YANG *et al.*, 2008). Eles são leves, flexíveis, transparentes e muito resistentes, o que é importante para outras aplicações (YANG *et al.*, 2013) como a sua utilização na criação de novos modelos de smartphones e tablets.

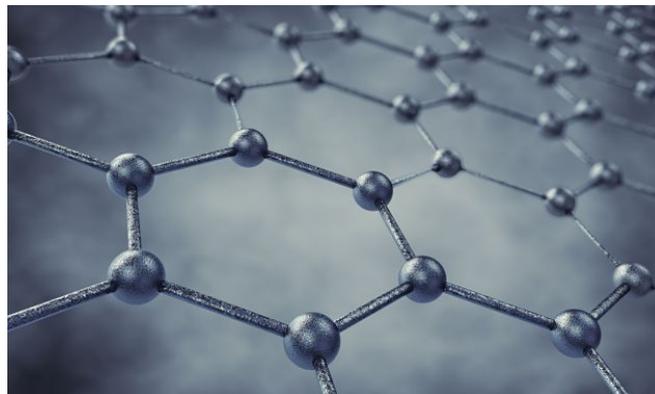


Figura 1 - Ilustração da estrutura química do grafeno (CARVALHO, 2014)

3. DIFERENTES VISÕES A RESPEITO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS

A energia solar e eólica são as fontes energéticas renováveis mais vistas positivamente pelas pessoas. Em uma entrevista feita na cidade Palermo (Itália) quando era perguntado se o aproveitamento da tecnologia de diferentes fontes de energias renováveis era positivo ou negativo, 54% dos entrevistados responderam positivamente a respeito da energia solar e 46% responderam positivamente sobre a energia eólica. Quando foram perguntados sobre a energia

nuclear 8% viram seu efeito como positivo, enquanto 68% responderam que haveriam efeitos negativos em seu aproveitamento Figura 2 (PELLIZZONE *et al.*, 2015).

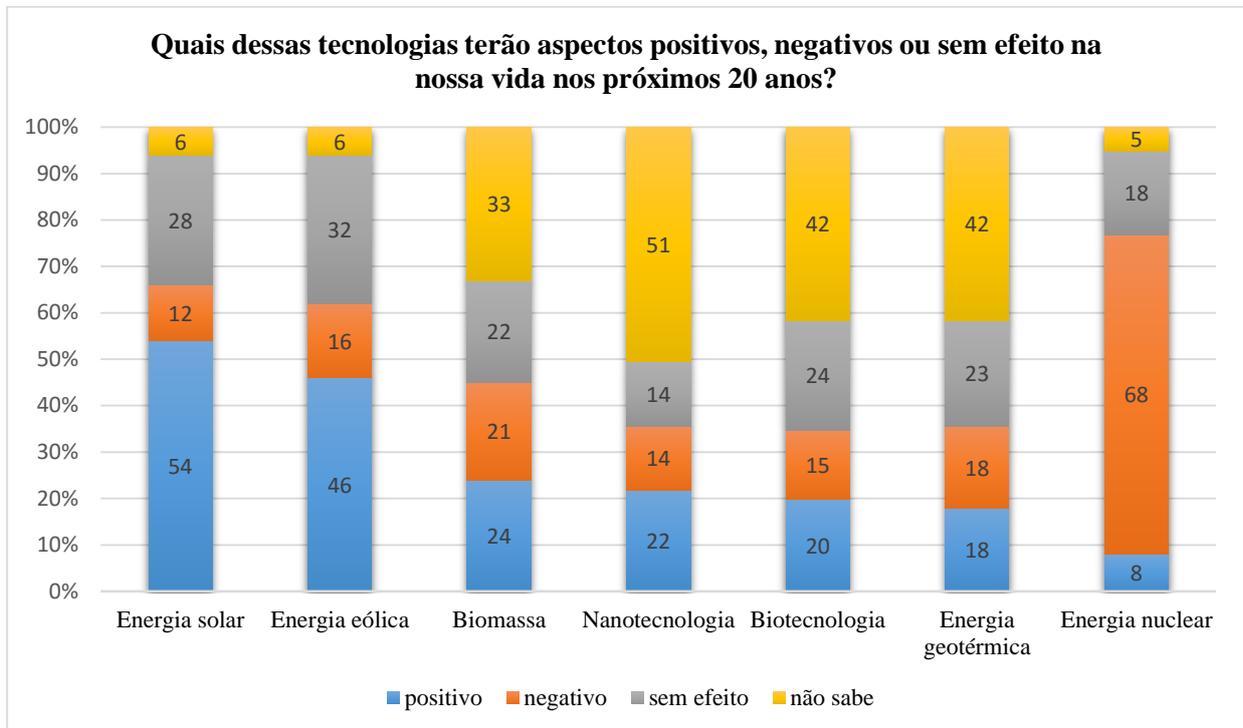


Figura 2 – Visão das pessoas em relação ao aproveitamento de tecnologias (PELLIZZONE *et al.*, 2015)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi mostrado que houve uma evolução no uso de fontes de energias renováveis pelo mundo, pois a população mundial está mais preocupada com as questões ambientais e as autoridades estão investindo cada vez mais na construção de parques eólicos, usinas e painéis solares, entre outros meios de produção de energia por meio de fontes renováveis. Os diversos estudos apresentados tinham o objetivo de encontrar os locais mais propícios para construção de parques eólicos e usinas solares em determinados locais.

Foram expostas características que mostram o que influencia o potencial e um melhor aproveitamento da geração de energia elétrica a partir dos ventos – velocidade do vento, e características da turbina eólica como: ângulo de inclinação da lâmina, velocidade do rotor e raio do rotor - e características que influenciam o potencial da energia solar – local, horário, e características climáticas como: nebulosidade, nevoeiro, matéria particulada, poluição

fotoquímica, etc. –, estudando e observando esses parâmetros em determinado local de um país descobre-se quais os melhores locais para a instalação de parques eólicos e de usinas e painéis solares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Al-Yahyai, S.; Charabi, Y.; Assessment of large-scale wind energy potential in the emerging city of Duqm (Oman). *Renewable and Sustainable Energy Reviews* v.47, p.438-447, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. Governo anuncia R\$ 186 bilhões em geração e transmissão de energia. 2015. Disponível em: [http://www.portalabeeolica.org.br/index.php/noticias/3801-governo-anuncia-r\\$-186-bilh%C3%B5es-em-gera%C3%A7%C3%A3o-e-transmiss%C3%A3o-de-energia.html](http://www.portalabeeolica.org.br/index.php/noticias/3801-governo-anuncia-r$-186-bilh%C3%B5es-em-gera%C3%A7%C3%A3o-e-transmiss%C3%A3o-de-energia.html). Acessado em agosto de 2015.

Ayodele, T.R.; Ogunjuyigbe, A.S.O. Increasing household solar energy penetration through load partitioning based on quality of life: The case study of Nigeria. *Sustainable Cities and Society* v.18, p.21-31, 2015.

Beurskens, L.W.M.; Hekkenberg, M.; Vethman, P. Renewable Energy Projections as Published in the National Renewable Energy Action Plans of the European Member States. Covering all 27 EU Member States. Energy research Centre of the Netherlands ECN-E--10-069, 2011.

Bilir, L.; Imir, M.; Devrim, Y.; Albostan A. An investigation on wind energy potential and small scale wind turbine performance at Incek region – Ankara, Turkey. *Energy Conversion and Management* v.103, p.910-923, 2015.

Blocken, B.; Janssen, W.D.; van Hooff, T. CFD simulation for pedestrian wind comfort and wind safety in urban areas: general decision framework and case study for the Eindhoven University campus. *Environ. Model. Softw.* v.30, p.15–34, 2012.

Bonfiglio, A.; Delfino, F.; Invernizzi, M.; Procopio, R.; Serra, P. An approximate methodology to verify the compliance of large photovoltaic power plants to system operator steady-state requirements. *Electric Power Systems Research* v.127, p.80-92, 2015.

Boznar, M. Z.; Grašić, B.; Mlakar, P.; Soares, J.; Oliveira, A. P.; Costa, T. S. Radial frequency diagram (sunflower) for the analysis of diurnal cycle parameters: Solar energy application. *Applied Energy* v.154, p.592-602, 2015.

Bukala, J.; Damaziak, K.; Karimi, H. R., Kroszczyński, K.; Krzeszowiec, M.; Malachowski, J. Modern small wind turbine design solutions comparison in terms of estimated cost to energy output ratio. *Renewable Energy* v.83, p.1166-1173, 2015.

Carvalho, Caio. Grafeno: conheça o material que vai revolucionar a tecnologia do futuro. 2014. Disponível em: <http://canaltech.com.br/materia/produtos/grafeno-conheca-o-material-que-vai-revolucionar-a-tecnologia-do-futuro-25436/>. Acessado em setembro de 2015.

DIÁRIO DO NORDESTE. Ceará terá 209% a mais de potência eólica até 2016. 2013. Disponível em: <http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/negocios/ceara-tera-209-a-mais-de-potencia-eolica-ate-2016-1.107898>. Acessado em agosto de 2015.

Esteves, N.B.; Sigal, A.; Leiva, E.P.M.; Rodríguez, C.R.; Cavalcante, F.S.A.; Lima, L.C. Wind and solar hydrogen for the potential production of ammonia in the state of Ceara-Brazil. *International Journal of Hydrogen Energy* v.40, p.9917-9923, 2015.

Luttenberger, L. R. The barriers to renewable energy use in Croatia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* v.49, p.646-654, 2015.

Malkki, H.; Alanne, K.; Hirsto, L. A method to quantify the integration of renewable energy and sustainability in energy degree programmes: a Finnish case study. *Journal of Cleaner Production* v.106, p.239-246, 2015.

Mills D. Advances in solar thermal electricity technology. *Sol Energy* v.76, p.19–31, 2004.

Pellizzone, A.; Allansdottir, A.; Franco, R.; Muttoni, G.; Manzella, A. Exploring public engagement with geothermal energy in southern Italy: A case study. *Energy Policy* v.85, p.1-11, 2015.

Petkovic, D.; Shamshirband, S. Soft methodology selection of wind turbine parameters to large affect wind energy conversion. *Electrical Power and Energy Systems* v.69, p.98-103, 2015.

Ramponi, R.; Blocken, B. CFD simulation of cross-ventilation for a generic isolated building: impact of computational parameters. *Build. Environ.* v.53, p.34–48, 2012.

Reddy, S.S.; Bijwe, P.R.; Abhyankar, A.R. Optimum day-ahead clearing of energy and reserve markets with wind power generation using anticipated real-time adjustment costs. *Electrical Power and Energy Systems* v.71, p.242-253, 2015.

Ruska, M.; Kiviluoma, J. Renewable Electricity in Europe. Current State, Drivers, and Scenarios for 2020. VTT Tiedotteita e Research Notes 2584, Espoo, Finland, 2011.

Shu, Z.R.; Li, Q.S.; Chan, P.W. Investigation of offshore wind energy potential in Hong Kong based on Weibull distribution function. *Applied Energy* v.156, p.362-373, 2015.

Silva, F. T.; Peralta, C.; Garcia, O. L.; Navarro, J.; Cruz, I. Effect of roof-mounted solar panels on the wind energy exploitation on high-rise buildings. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* v.145, p.123-138, 2015.

Sinha, S.; Chandel, S.S. Review of recent trends in optimization techniques for solar photovoltaic–wind based hybrid energy systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* v.50, p.755-769, 2015.

van Hooff, T.; Blocken, B. On the effect of wind direction and urban surroundings on natural ventilation of a large semi-enclosed stadium. *Comput. Fluids* v.39, p.1146–1155, 2010.

Vázquez, P. V.; Carreira, M.C.S. Socioeconomic impact of wind energy on peripheral regions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* v.50, p.982-990, 2015.

Wagner, HJ; Mathur, J. Introduction to wind energy systems: basics, technology and operation. Springer Science & Business Media, 2012.

Yang, Z.; Ci, L.; Bur, J.A.; Lin, S.; Ajayan, P.M. Experimental observation of an extremely dark material made by a low-density nanotube array. *Nano Letters* v.8, p.446–451, 2008.

Yang, Z.; Liu, M.; Zhang, C.; Tjiu, W.W.; Liu, T.; Peng, H. Carbon nanotubes bridged with graphene nanoribbons and their use in high-efficiency dye-sensitized solar cells. *Angewandte Chemie International Edition* v.52, p.3996–3999, 2013.

ADVANCE IN THE USE OF RENEWABLE ENERGY OVER THE TIME AROUND THE WORLD

MENEZES, Willamy dos Santos*

Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe

* willamymenezes@gmail.com

Abstract: *The importance of the renewable energy resource use has increasing in the last decades due the environmental problems. Besides the environmental benefits, the use of renewable energy is economic in the long run and can avoid a energy crisis in the country. The aim of this study was show that several countries around the world, although slowly, are increasing and replacing more and more the use of non-renewable energy resources to renewable resources. Various aspects determine whether the site is suitable for the harnessing energy from the sun, wind, among others. Through several studies and researchs, it was concluded the most favorable sites for the installation of wind farms and solar power plants.*

Keywords: *Evolution of renewable energy, Wind energy, Solar energy, Better use of resources.*