



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Potencial/Aproveitamento de Energia Solar e Eólica no Semiárido Nordeste: Um Estudo de Caso em Juazeiro – BA nos Anos de 2000 a 2009

Glauciene Justino Ferreira da Silva¹, Thiago Emmanuel Araújo Severo²

¹ Mestrado em Geografia, Universidade Federal da Paraíba-UFPB. E-mail: glauc.geo@gmail.com;

² Mestrado em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN.

Artigo recebido em 27/09/2012 e aceito em 19/10/2012

RESUMO

Com a escassez dos recursos naturais cada vez mais crescente, tem-se intensificado a busca por novas alternativas de gerar energia limpa, segura e que atenda as necessidades da população. Nesse contexto, a utilização da energia solar e eólica surge como uma opção viável para modificar a forma como se gera energia. Visto à localização privilegiada do semiárido brasileiro, a procura pela utilização de fontes renováveis para a produção de energia elétrica viabiliza estudos e diagnósticos para se conhecer o potencial eólico e solar da região. Partindo desse pressuposto, esse trabalho procurou demonstrar o potencial de energia solar e eólica de Juazeiro-BA, por meio de dados meteorológicos. Esta região possui ventos com maiores velocidades nos meses de agosto (247,4 km/dia) e setembro (241,6 km/dia), mantendo uma média de 195,8 km/dia ao longo dos 10 anos analisados. Os valores de irradiação solar mostram que é possível um aproveitamento médio de 2285,653 Wh/m².dia considerando-se apenas a irradiação direta.

Palavras chave: Energias Limpas, Radiação Solar, Vento

Potencial/Usage of Wind and Solar Energy in the Northeastern Semi-arid: A Study in Juazeiro-BA Between 2000 and 2009

ABSTRACT

The scarcity of natural resources are increasingly growing, and has intensified the search for new alternatives to generate clean and safe ways to attend the needs of the population. The use of solar and wind based energy comes into scene as a viable and intelligent option to change the way energy is generated. Seen the privileged location of the Brazilian semi-arid, there's a demand for the use of renewable sources of energy and studies to measure the potential of wind and solar energy in this region. Under this study aimed to demonstrate the potentials of solar and wind power in Juazeiro-BA through meteorological data. This region harbors winds with higher velocities in the months of August (247.4 km / day) and September (241.6 km / day), maintaining an average of 195.8 km / day over the 10 analyzed years. The values of solar radiation shows that it is possible to use an average of 2285.653 Wh / m². Day considering only the direct irradiation.

Keywords: Clean energy, Solar Radiation, Wind

1. Introdução

No atual nível de desenvolvimento científico, econômico e cultural da humanidade está cada vez maior o consumo de energia. E para atender essa demanda cresce a utilização de derivados do petróleo, da energia nuclear e de outras fontes de

energia não limpas.

O crescimento do consumo de energia mais que triplicou após a Revolução Industrial e estudos recentes mostram uma tendência de crescimento da demanda energética em consequência da melhoria de qualidade de vida nos países em desenvolvimento. Essa tendência de crescimento indica que, provavelmente, na

* E-mail para correspondência: glauc.geo@gmail.com (Silva, G. J. F.).

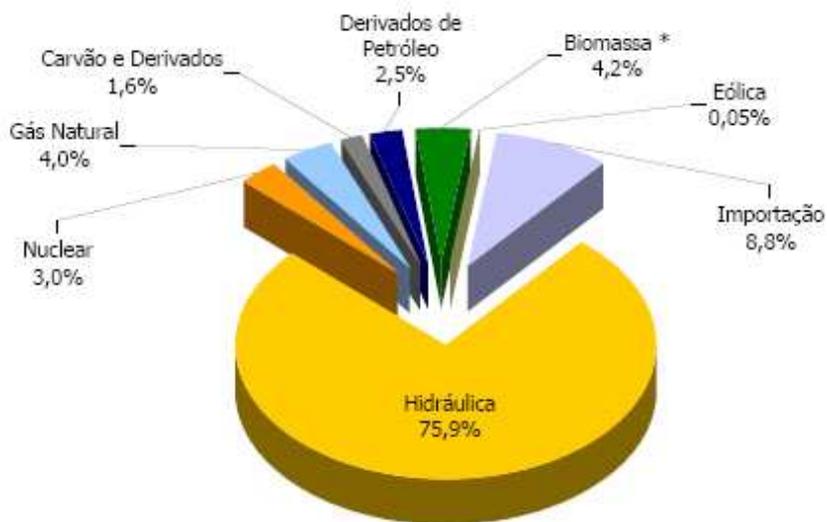
segunda década deste século, o consumo de energia nos países desenvolvidos seja ultrapassado pelo consumo nos países em desenvolvimento (Goldemberg & Vilanueva, 2003 apud Martins et al., 2007).

As fontes predominantes utilizam petróleo ou energia gerada por hidroelétricas. No primeiro caso, a distribuição geográfica do petróleo pelo mundo é desigual. A maior parte das reservas está localizada no Oriente Médio (60%), contribuindo com 35% da produção atual. Na América Latina, 70% das reservas estão na Venezuela e na África, 80% na Nigéria. Mesmo que o Brasil consiga produzir 78,5% da energia consumida no país, 21,5% ainda é importado, e o petróleo onera em muito a Balança Comercial brasileira. Considerando os valores da importação líquida de petróleo e a importação total do país, verifica-se que os gastos em divisas com importação de petróleo correspondem a 8,34% da pauta de importações brasileiras. No segundo caso, dado o caráter disperso da

população rural nordestina, elevam-se os custos de eletrificação e de manutenção da rede de distribuição pela ausência de escala (Giampietro, 2004).

Além dos onerosos custos relacionados à utilização dos derivados do petróleo o fato de ser uma fonte de energia não renovável que leva milhares de anos para se formar na natureza, faz com que seu emprego seja repensado.

O consumo per capita brasileiro cresce 2,2%, e a questão a ser analisada é para onde irá o setor elétrico brasileiro, ou melhor, de onde serão tirados os recursos necessários para o suprimento de energia no país. O Brasil adotará um modelo centralizador, excludente, poluidor, como é o caso das energias fósseis, ou se utilizará combustíveis alternativos que não agredem o meio ambiente, dando acesso a toda a população, em qualquer localidade do território nacional, sem poluição (Giampietro, 2004). A matriz energética brasileira em 2009 (Figura 1).



Nota: * Inclui lenha, bagaço de cana-de-açúcar, lixívia e outras recuperações.

Figura 1. Matriz energética brasileira em 2009.

A utilização e exploração de fontes não renováveis de energia resultam em crescentes impactos para a biodiversidade e riqueza de ambientes naturais influenciando em pequena ou grande escala, o balanço biogeoquímico das interações locais e globais. Não obstante dessa realidade o Semiárido brasileiro e o seu bioma mais característico, a Caatinga, também passa por um extenso processo de devastação ambiental provocado pela ocupação territorial e pelo uso insustentável dos seus recursos naturais (Leal et al., 2003). Algumas estimativas apontam que a Caatinga é o terceiro bioma brasileiro mais perturbado (IBGE, 2000).

O crescimento populacional e as demandas dos novos padrões de vida estabelecidos pelas novas tecnologias e pelo desenvolvimento informacional caracterizaram a forma de usar a energia. A disponibilidade de novas tecnologias proporcionou subsídios para o almejado “desenvolvimento”, assim como para um processo de urbanização e globalização que perdurou durante várias décadas. A utilização de combustíveis fósseis foi uma das formas mais abrangentes de produção de energia em larga escala, e esta fonte energética foi, também, protagonista no processo de urbanização e no avanço técnico-industrial até os dias atuais.

Mediante mecanismos diversificados de extração de energia emergiram múltiplas tecnologias, permitindo que o homem obtenha energia de diversas fontes, como por

exemplo: das águas, de combustíveis fósseis e de usinas nucleares, da biomassa, entretanto, a custo de recursos naturais não renováveis e muito onerosos (Severo et al., 2009).

Diante do impacto evidente causado pela utilização de energias fósseis, podem-se buscar alternativas de obter energia gerando o mínimo possível de impacto ao meio. A energia obtida através de fontes sustentáveis que não liberam resíduos e não degradam as características originais do meio é denominada energia limpa. Estas são alternativas mais inteligentes e viáveis para o desenvolvimento sustentável de centros urbanos e rurais, visto que seu impacto é quase nulo comparado com outras formas de obtenção de energia.

O Brasil, que tem em torno de 95% de seu território na região intertropical do planeta e dimensões continentais, é considerado uma potência em energia solar, principalmente, o semiárido nordestino, aonde esta fonte energética natural vem possibilitando a integração de considerável população, antes isolada e/ou impossibilitada de usufruir de qualquer outra fonte de energia, aos benefícios da vida (Filho et al., 2007).

Com todo esse potencial para geração de energia solar o país perde diariamente em não investir nessa alternativa energética, limpa, segura e abundante em todo o território. Isto permitira a expansão de diversos setores da economia brasileira e principalmente daqueles diretamente relacionados com a produção de energia. O

potencial de irradiação se mostra bastante (Figura 2).
distribuído em todo território brasileiro

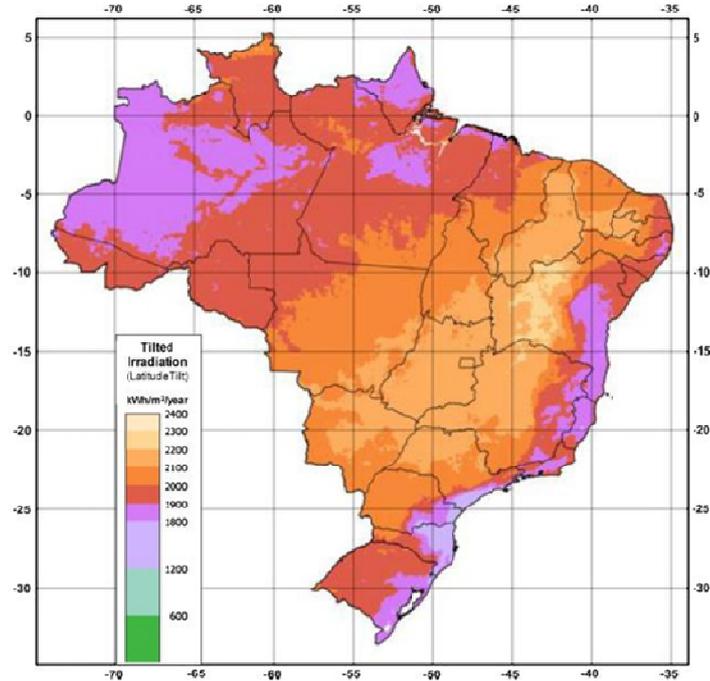


Figura 2. Potencial de irradiação do território brasileiro.

A energia solar, por exemplo, é uma das alternativas mais viáveis para o Semiárido brasileiro, visto que as regiões semiáridas do Nordeste apresentam uma média diária de aproximadamente 8 horas de irradiação solar, o que corresponde a um potencial de cerca de 5800 Wh/m².dia, segundo a ANEEL.

O aproveitamento da energia cinética contida nas massas de ar em movimento também é uma alternativa plausível para o Semiárido Nordestino. De acordo com Medeiros et al.(2009) a obtenção de energia eólica se dá por meio da conversão da energia cinética de translação em energia de rotação, com o emprego de turbinas eólicas, também denominadas aerogeradores, para a geração de eletricidade, ou cata-ventos e moinhos, para

trabalhos mecânicos como bombeamento de água.

Apesar de não estar inserida entre as energias comerciais, estima-se que o potencial brasileiro para a geração de energia eólica é da ordem de 143 GW (mais de 10 Itaipus), salientando que todo o parque gerador do Brasil produz 96 GW. A região Nordeste, com 75 GW, é considerada uma das regiões mais bem servida de ventos do Planeta e tem um ciclo alternado com o ciclo das chuvas, que proporciona condições ideais para a geração complementar sazonal do sistema de abastecimento (Cerqueira, 2007 apud Queires & Tiryaki, 2008).

Em comparação com outras fontes de energia como a hidrelétrica, a energia eólica é

mais eficiente, tendo em vista que a velocidade dos ventos são maiores que o

fluxo de rios utilizados para a geração do primeiro tipo de energia (Figura 3).

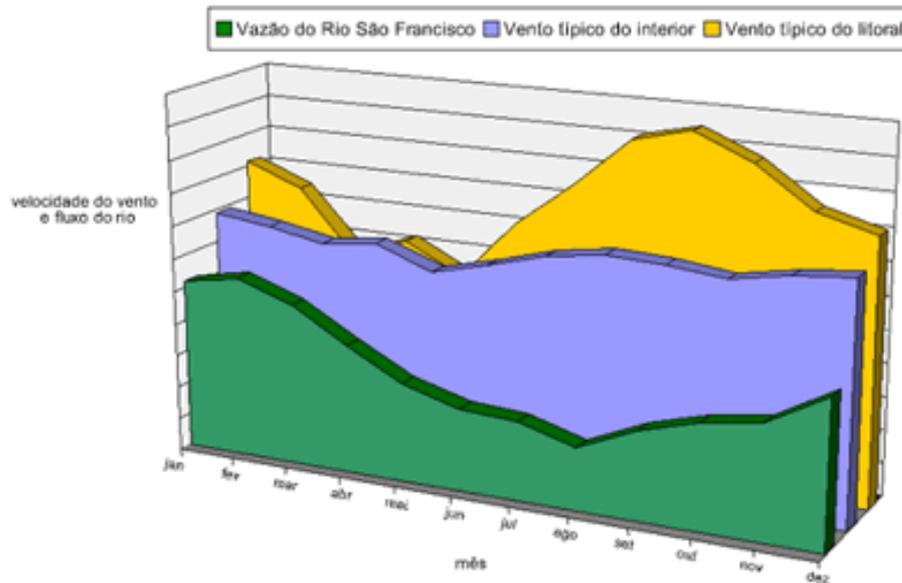


Figura 3. Comparação entre a vazão do Rio São Francisco e a velocidade do vento no interior e no litoral.

Vale também ressaltar que a energia eólica é, sem dúvida, uma das fontes alternativas de energia com exploração mais bem sucedida atualmente. Uma razão para este fato é a política de incentivo feita por vários países, assegurando a compra da energia eólica produzida, ainda que ela não ofereça preços competitivos. A Alemanha e a Dinamarca foram pioneiras neste procedimento, seguido por vários países, inclusive pelo Brasil, com a criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA). Além disso, pode se destacar o avanço tecnológico, tanto em pesquisa quanto em desenvolvimento, fazendo com que ocorra uma rápida redução no custo de utilização desta forma de geração (Queires & Tiriyaki, 2008).

Estas energias limpas já são, há muito

tempo, utilizadas pelas comunidades rurais do Semiárido em diversas atividades. A irradiância solar é utilizada de forma artesanal na secagem de grãos e de outros materiais. A energia dos ventos é empregada em tarefas como o bombeamento de água através de estruturas conhecidas como cata-ventos. Existe, entretanto, a possibilidade de utilizar estas fontes em ampla escala para a geração de energia elétrica, visto o seu grande potencial nesta região.

Precisa-se, portanto, identificar as potencialidades desta região de maneira local, no que diz respeito à potencialidade de geração de energias limpas: eólicas e solar. Proporcionando assim, subsídios para a implantação de tecnologias mais limpas e inteligentes, que gerem menos impacto para os Biomas locais e proporcionem qualidade

de vida para os habitantes desta região. De forma, que contribua com as políticas ambientais que buscam diminuir os impactos causados pelo aquecimento global e com isso evitar que áreas já fragilizadas ambientalmente e socialmente vulneráveis sejam prejudicadas com as mudanças climáticas.

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho caracterizar os potenciais eólicos e de irradiância solar na região de Juazeiro – Semiárido do estado da Bahia, através de dados da estação meteorológica de Mandacaru em Juazeiro-BA.

2. Material e Métodos

2.1 Caracterização da área de estudo

O município de Juazeiro-BA (Figura 4) está localizado a 09° 24' 42''S de latitude e 40° 29' 55''W de longitude e 371 metros de

altitude (CPRM, 2005). Apresenta clima é do tipo BSw^h, segundo a classificação de Köppen. Inserido em uma região semiárida, a estação chuvosa ocorre entre os meses de novembro e março. A temperatura média anual é de 24,2 °C, podendo atingir a máxima de 43,6 °C e a mínima de 20,3 °C. O relevo da região é formado por pediplano sertanejo, várzeas e terraços aluviais.

A região semiárida onde situa-se o município é caracterizada pela abundância de energia solar disponível e de acordo com o Atlas do Potencial de energia eólica desenvolvido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), sendo também um dos locais com maior média de ventos, fatores estes que viabilizam a análise do potencial do desenvolvimento destas alternativas de captação de energia nesta região.



Figura 4. Localização do município de Juazeiro-BA.

2.2 Análise e organização dos dados

Para análise do potencial de energia eólica e solar da área em estudo, foram escolhidos dados da Estação Agrometeorológica de Mandacaru - Juazeiro-BA, disponibilizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

As estações meteorológicas são utilizadas para capturar variáveis climáticas através de sensores e equipamentos meteorológicos. A partir das informações coletadas foi possível obter dados diários, mensais e anuais no período de 2000 a 2009. Os dados referentes à radiação solar global, velocidade do vento e temperatura da última década serviram de base para as análises realizadas. Os dados se mostraram contínuos e ausentes de falhas no que diz respeito ao levantamento das informações pela estação meteorológica.

Para a realização o tratamento estatístico dos dados e elaboração de gráficos foi utilizado uma planilha Excel 2007.

Os dados das variáveis de radiação solar global, insolação e velocidade do vento foram organizados em três tabelas na planilha Excel de acordo com a média mensal de cada ano da década analisada.

Para a estimativa do potencial de energia solar em um local é necessário o conhecimento de alguns parâmetros como a quantidade de irradiação solar que esse determinado local recebe por unidade de área e tempo.

Os dados solarimétricos são

apresentados habitualmente sob a forma de energia coletada ao longo de um dia, produzindo uma média mensal ao longo de anos. Os valores para a radiação direta utilizados nesta análise estão disponíveis em Langley por dia. Esta medição se configura como unidade de medição importante, sendo uma das mais utilizadas. Um langley/dia (Ly/dia) é equivalente a $11,622 \text{ Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{dia}) = 0,48425 \text{ W}/\text{m}^2$ (Abreu et. al., 1999).

Para calcular a energia refletida na superfície, que compreende a radiação direta, difusa e refletida, foi utilizada a teoria de Stefan-Boltzmann, que diz que corpos com mais de 0 K emitem calor. Manipulando a formula é possível utilizar a temperatura do ar para inferir o quanto de energia esta sendo refletida na superfície.

A lei de Stefan-Boltzmann estabelecida através da equação 1:

$$E = (W/m^2) = \epsilon \sigma T^4 \quad (1)$$

onde σ é a constante de Stefan-Boltzmann, T é a temperatura do corpo negro e ϵ é a emissividade, neste caso para uma superfície perfeitamente absorvedora (corpo negro ideal).

Posteriormente foram realizadas análises estatísticas para os valores entre o intervalo estudado A média mensal e desvio padrão da irradiação solar global que incide sobre o município em cada mês da última década.

Para o melhor entendimento da variabilidade da irradiação solar global

incidente foi realizado o cálculo da média, e desvio padrão para todos os anos do intervalo. Isso possibilita uma análise dos anos com maior e menor média de irradiação em comparação com a média da década.

Com base nessas observações e valores encontrados foram elaborados gráficos com as ferramentas da planilha Excel, para a visualização das informações apresentadas.

Sabe-se que a insolação vem a ser o número de horas de brilho solar. Sendo possível estimar a radiação solar global a partir de dados de insolação, a nível diário, onde não ha dados disponíveis daquele parâmetro. Por isso, o estudo da variabilidade sazonal e anual da insolação é de grande importância para estimar o potencial de energia solar de uma região.

No que diz respeito aos dados da insolação média mensal (horas) em Juazeiro, os mesmos foram organizados conforme a metodologia utilizada para a variável irradiação solar. Da mesma forma, foram realizadas análises estatísticas para essa variável, bem como a elaboração de gráficos com as médias e o desvio padrão mensais e anuais para a década de 2000.

Para estimar o potencial eólico de uma local, se deve obter estimativas de alguns parâmetros, como o perfil da velocidade do vento. Pois, só serão viáveis projetos em regiões que tenham, em boa parte do ano, ventos acima da velocidade mínima necessária para gerar energia.

A análise estatística dos dados da velocidade média do vento em Juazeiro-BA foi realizada com o auxílio de uma planilha Excel, seguindo a mesma metodologia utilizada para as demais variáveis desse estudo. Os valores da velocidade média, e do desvio padrão calculados foram utilizados para elaboração de gráficos.

3. Resultados e Discussão

As regiões tropicais e intertropicais possuem posição privilegiada para a captação de energia solar, uma vez que se localizam em latitudes próximas ao equador, região geográfica da terra que recebe maiores quantidades de radiação solar. O semiárido encontra-se distribuído em regiões geográficas de baixa latitude, onde o regime energético solar é mais homogêneo ao longo dos ciclos sazonais. O município de Juazeiro – BA está localizado em uma latitude de 9°, e o seu regime solar ao longo dos anos 2000 a 2009 flutuou entre 4 e 10,7 horas diárias de insolação, tendo valores médios de 8 horas/dia para os 10 anos analisados (Figura 5).

O mês de junho é marcado pelos menores valores de horas de sol disponíveis na década analisada, enquanto que os meses de outubro e novembro possuem os dias com maiores horas de insolação, entretanto, mesmo em períodos com menor exposição à luz solar a radiação média recebida nos meses de maio, junho e julho ultrapassam os 300 langleys por dia, marcando 340,6, 320,8 e

338,1 ly/dia respectivamente.

O mês com menor entrada de energia na região foi junho, com uma média de 6,8 horas de insolação. Apesar desta janela reduzida de horas diárias de entrada de

energia, durante este mês a entrada de energia solar por irradiação direta foi de aproximadamente 155,4 W/m² (Figura 6), o equivalente a 1805,56 Watts/hora para cada metro quadrado.

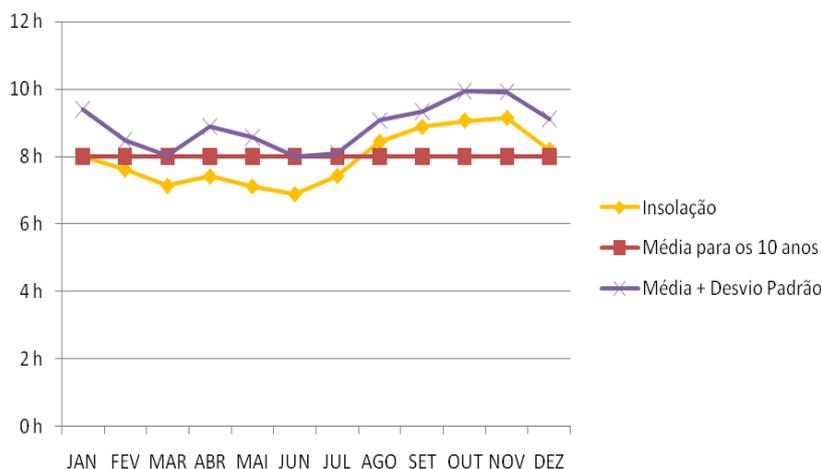


Figura 5. Insolação mensal média no período de 2000 a 2009 em Juazeiro – BA

Por outro lado, o mês com a maior entrada de energia foi novembro, com uma média de 9,14 horas de insolação e uma radiação média de 225,3 W/m² por irradiação direta (Figura 6), o que equivale aproximadamente a 2618,96 Watts/hora para cada metro quadrado. A curva de irradiação direta média ao longo da década analisada,

medida em Watts/m² (Figura 6), mostra que apesar das variações sazonais, a entrada direta de irradiação nesta região varia moderadamente, sendo possível um aproveitamento médio de 2285,653 Watts/hora para cada metro quadrado considerando-se apenas a irradiação direta.

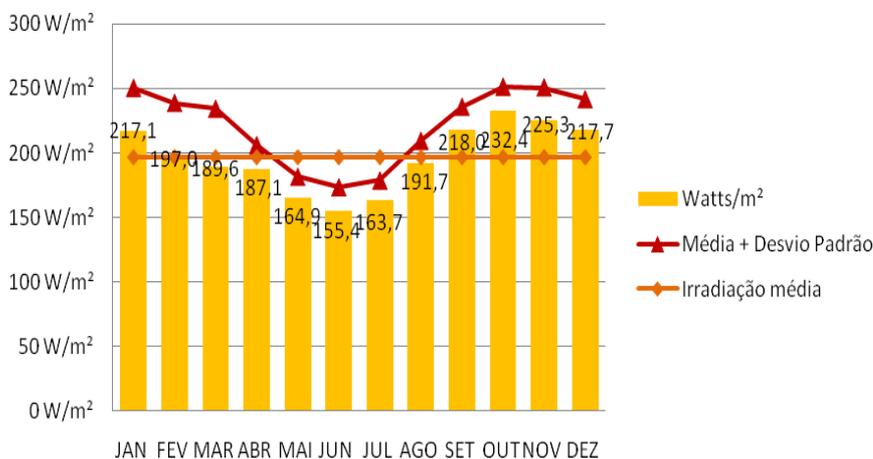


Figura 6. Irradiação média (em Watts/m²) em Juazeiro – BA no período de 2000 a 2009

De acordo com Severino (2008), os níveis de radiação solar em um plano horizontal sofrem influência de vários fatores, incluindo as variações sazonais, em razão da alteração da inclinação do eixo de rotação da Terra e “as características da região em que o plano se encontra, tais como a latitude, as condições meteorológicas e a altitude” (Severino, 2008). A incidência total de energia proveniente da irradiação solar está distribuída entre a irradiação direta e a difusa, assim como pela que foi refletida pela superfície. Neste sentido, a cobertura da

superfície influencia na quantidade de energia refletida, ou albedo.

Portanto, além da radiação direta, podemos estimar os valores de energia que movimentam e aquecem a atmosfera. A partir da lei de Stefan-Boltzmann podemos inferir a quantidade de energia emitida pelas superfícies dos corpos a partir da sua temperatura. A partir destes resultados, o cálculo do regime radioativo total na superfície (organizados mensalmente) de Juazeiro – BA ao longo dos 10 anos analisados pode ser visto na Figura 7.



Figura 7. Regime radioativo na superfície medido em Watts por metro quadrado em Juazeiro – BA para o período de 2000 a 2009.

A região de Juazeiro-BA tem um regime de ventos bem definido, com as maiores velocidades percebidas entre o inverno (junho-agosto) e primavera (setembro-novembro), conforme pode-se notar na Figura 8, que mostra o comportamento médio da velocidade do vento a 2,0 m de altura em relação à superfície do

solo. Ainda é possível notar que maio e fevereiro são os meses com os menores valores 19,4 e 19,6 km/dia respectivamente. Os valores máximos alcançados pela velocidade do vento foram em agosto 247,4 km/dia e setembro com 241,6 km/dia. Com gráfico foi possível verificar a sazonalidade da velocidade média mensal do vento.

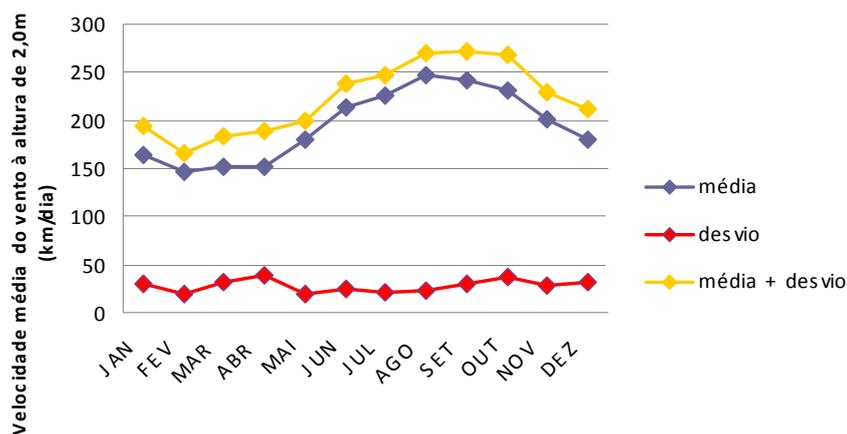


Figura 8. Velocidade média mensal do vento em Juazeiro – BA para o período de 2000 a 2009

É possível notar a velocidade média do vento em cada ano do período em estudo, como também os anos em que essa velocidade ficou abaixo ou acima da média da década (Figura 9). Nos anos de 2001 e 2002 a média da velocidade do vento foi de 218,0 e 212,5 km/dia respectivamente, esses valores são bem acima da média da década de 194,3 km/dia valor que pode ser verificado pela linha vermelha no gráfico. Os anos que obtiveram os menores valores abaixo da

média foram 2009 e 2008, mesmo assim, a média da velocidade dos ventos para esses anos foi de 150,2 e 165,5 km/dia. O que caracteriza a área como uma região em que o vento alcança velocidades intensas o que proporciona um elevado potencial para a geração de energia eólica. É preciso lembrar que existem outros parâmetros fundamentais para determinar o potencial de energia eólica de uma região como por exemplo o relevo e a rugosidade.

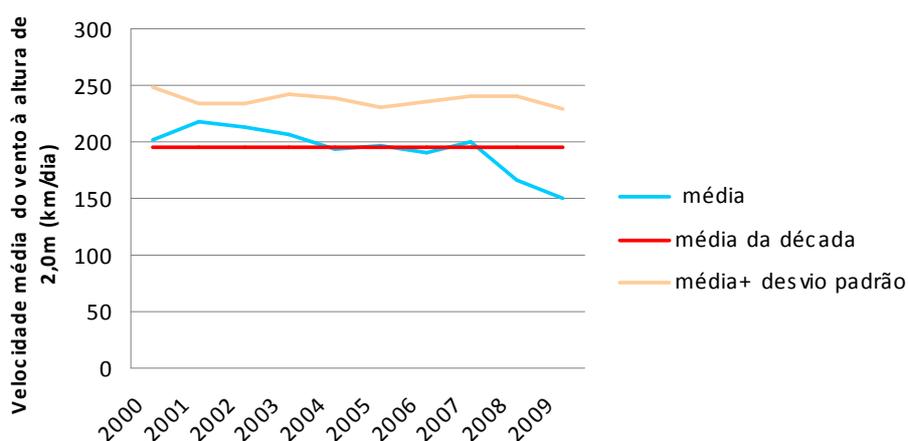


Figura 9. Velocidade média do vento em Juazeiro – BA para o período de 2000 a 2009

4. Considerações Finais

A região apresenta grandes potencialidades para a geração de energia

solar. Esta potencialidade está relacionada com a grande entrada de irradiação solar na região, que por estar em regiões de baixa

latitude não possui bruscas mudanças na quantidade de energia ao longo do ano. Foi observado que a energia proveniente da radiação direta pode ser aproveitada e apresenta uma média anual satisfatória para a utilização na geração de energia elétrica. Observa-se, também, que a energia solar difusa e refletida em espectros de ondas longas configura-se como uma alternativa viável e de ampla capacidade para a geração de energia, que pode ser aproveitada a partir da geração de vapor para conseqüentemente gerar energia elétrica. A quantidade de energia produzida é suficiente para suprir as necessidades básicas diárias da população.

De acordo com os resultados obtidos, a velocidade dos ventos fator de fundamental importância para a geração de energia eólica, é significativamente alto em Juazeiro-BA. O município está localizado em um área com regime de ventos bem definidos e que não apresenta grandes obstáculos para implantação de aerogeradores. Observa-se que mesmo com queda no valor da velocidade encontrado em alguns anos da década isso não representa um problema, pois esse fato não diminui a capacidade da geração de energia do local. A utilização dos ventos para a geração de energia ainda é baixo, mesmo diante do grande potencial apresentando pela região semiárida.

O município de Juazeiro como tantos outros localizados na região semiárida do Brasil sofre com as condições impostas pelo clima e com a falta de políticas que

proporcionem um convívio benéfico com as condições naturais da região. A alternativa de utilização da energia solar e eólica significaria atrair para o município investimentos financeiros que seriam de grande importância para a economia local, geração de empregos, e conseqüentemente melhoras na condição de vida da população.

Pode-se citar, ainda, alguns benefícios para o meio ambiente, como a diminuição das emissões de gases poluentes e da queima de combustíveis fósseis, ações que ajudariam a combater o aquecimento global e possíveis variações climáticas.

Diante dos resultados apresentados, a região de Juazeiro – BA apresenta valores suficientes para a geração de energia solar e eólica durante todo o ano. Neste sentido, as potencialidades destas fontes de energia devem ser mais exploradas na região, visto que o custo/benefício ao longo prazo é reduzido, e os impactos ambientais em sua instalação e utilização são mínimos quando comparados à outras formas de obtenção de energia, como o represamento de águas, por exemplo.

6. Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Federal da Paraíba e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte pelo apoio ao desenvolvimento desta pesquisa.

7. Referências

Budin, M. S. (2011). A matriz energética

brasileira mitos e realidade. EcoDebate - Cidadania & Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.ecodebate.com.br/2009/11/23/a-matriz-energetica-brasileira-mitos-e-realidade-artigo-de-sulema-mendes-de-budin/>. Acesso em: 24/08/2011

CPRM. (2003). Diagnóstico do Município de Juazeiro–Bahia. Salvador: CPRM/PRODEEM.

Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sergio de Salvo Brito. (2011). Energia Eólica – Princípios e Aplicações. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/> Acesso em: 07/07/2011.

ELETROBRÁS. (2011). Dados sobre o cenário energético brasileiro. Disponível em: <http://www.eletrabras.org.br>. Acesso em: 12/06/2011.

Giampietro, U.; Racy, J. C. (2004). Viabilidade econômica da Energia Solar nas áreas rurais do nordeste brasileiro. In: Jovens Pesquisadores.

Leal, I. R.; Tabarelli, M; Silva, J. M. (2003). C.920030. Ecologia e Conservação da Caatinga. Pernambuco: Editora Universitária da UFPE, P.806

Medeiros, S. S. et. al. (2009). Energia Eólica: um estudo sobre a percepção ambiental no município de Currais Novos/RN. Natal, Holos, Ano 25, Vol. 3.

Martins, F. R.; Pereira, E. B; Silva, S. A. B.; Yamashita, C. S.; Chagas, R. C. (2007).

Mapeamento dos Recursos de Energia Solar no Brasil Utilizando Modelo de Transferência Radiativa Brasil-Sr. In: I Congresso Brasileiro de Energia Solar ABENS - Associação Brasileira de Energia Solar, Fortaleza, Abr.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Balanço Energético Nacional. (2002). Secretaria de Energia. Departamento Nacional de Política energética. Coordenação-Geral de Informações Energéticas. Disponível em: <http://www.mme.org.br>. Acesso em: 16 jun. 2011.

Queires, G. D.; Tiryaki, G. F. (2008). A regulação econômica na geração de energia eólica no Nordeste do Brasil: Situação atual e tendências. Unifacs, Salvador.

Salles, J. C.; Schiavini, I. (2007). Estrutura e composição do estrato de regeneração em um fragmento florestal urbano: implicações para a dinâmica e a conservação da comunidade arbórea. Acta Botanica Brasilica, v. 21, p. 223-233.

Santos, E. C.; Souza, L. C.; Souto, J. S. (2007). Energia Solar na Fruticultura Irrigada Familiar. In: Tecnologia e Ciência Agropecuária, João Pessoa, v.1, n.2, p.1-17.

Severo, T. E. A.; Lima, J. R. F. ; Noia, N. P.; Silva, M. J. B. A. (2009). As cadeias reativas verdes. ed. Campina Grande: Gráfica Adilson. P. 95

Severino, M. M. (2008). Avaliação técnico-econômica de um sistema híbrido de geração

distribuída para atendimento a comunidades isoladas da Amazônia. Tese de doutorado. Universidade de Brasília – UNB.

Viana, T. S.; Rüther, R.; Martins, F. R.;

Pereira, E. B. (2011). Assessing the potential of concentrating solar photovoltaic generation in Brazil with satellite-derived direct normal irradiation. *In: Solar Energy*, n.85, v.3, p.486-495.