



Estudo da energia solar e análises de seus potenciais no Brasil, nordeste e no estado da Paraíba

Walmeran José Trindade Júnior¹, José Diniz Neto², José Artur Alves Dias¹, Eloise dos Passos Rodrigues²

¹Doutores do curso de Engenharia Elétrica –IFPB. e-mail: walmeran@ig.com.br

²Graduandos de Engenharia Elétrica – IFPB. Bolsista do CNPq. e-mail: josediniz@ieee.org

Resumo: O propósito deste trabalho consiste no estudo da energia solar e dos seus potenciais energéticos nacionais, regionais e principalmente locais quanto à utilização desta fonte de energia. Utilizando o *software RETScreen 4.0* foram realizadas análises dos potenciais de diversas regiões do estado da Paraíba, constatando que este estado possui grandes potenciais energéticos não apenas em termos de energia solar, mas também com outras fontes alternativas de energia. Em diversas cidades do estado paraibano a média de irradiação solar de 5,5 kWh/m²/dia, e em algumas cidades a irradiação pode chegar até 6,88 kWh/m²/dia. Comparado com dados de estados vizinhos, onde em algumas cidades a média de 5,14 e 4,74 kWh/m², mostrando uma diferença significativa. Com os resultados obtidos foi comprovado que o potencial do estado paraibano é significativa relevância, com relação a fontes alternativas de energia, e se incentivada a sua utilização podem trazer grandes benefícios sociais e científicos para a região.

Palavras-chave: Energia solar, Energias Renováveis, Potencial da Paraíba com energia solar, *RETScreen 4.0*

1. INTRODUÇÃO

Desde a revolução industrial, ocorrida no século XVIII, há uma necessidade cada vez maior de produção energética, devido às novas tecnologias desenvolvidas pelo homem. Uma das principais fontes de energia utilizada no século XXI provém de combustíveis fósseis, porém, estes possuem muitas desvantagens como, por exemplo, forte agressão ao meio ambiente e produção limitada. Uma maneira adequada de solucionar estes problemas energéticos atuais é a utilização das fontes alternativas de energia, que na maioria dos casos reduzem as agressões ao meio ambiente e são inesgotáveis.

Sabe-se que em apenas uma hora o Sol irradia sobre a Terra uma quantidade de energia maior do que o consumo global de um ano inteiro, sendo esta uma energia gratuita, renovável e não poluente (DEMONTE, 1998). O Brasil, mais especificamente o estado da Paraíba possuem um grande potencial na utilização da energia solar, pois sua posição no globo é muito favorável. Devido a insolação e ao clima, este potencial pode ser utilizado de maneiras diversas para combater as agressões aos ecossistemas e manutenção do equilíbrio natural.

A conferência geral da *UNESCO*, em sua 18ª sessão, recomendou-se que encorajasse uma ação internacional no campo dos problemas científicos fundamentais da energia, sua produção, conversão e transporte, dando especial ênfase à identificação de áreas onde são precisos avanços para gerar e usar mais eficientemente a partir das fontes existentes, e tornar viável a geração de energia em larga escala a partir de fontes renováveis e limpas, assim como fusão nuclear, energia solar, eólica, maremotriz, e geotérmica (PALZ, 2002). Torna-se muito conveniente para o país o investimento em fontes alternativas de energia, com vantagens econômicas evidentes.

Uma das aplicações da energia solar fotovoltaica, esta em sistemas rurais de eletricidade. Tal forma de geração de energia pode ter uma grande importância nestas áreas, sendo utilizado em sistemas de bombeamento.



2. MATERIAL E MÉTODOS

Este artigo é resultado de um embasamento teórico e técnico, através de livros, pesquisas realizadas em revistas. Os números das medições de potenciais energéticos das regiões estudadas foram obtidos a partir do programa disponibilizado livremente pela internet denominado *RETScreen 4.0*, os quais serviram como alicerce para verificação e comparação do potencial no que diz respeito a produção de energia limpa vinda do estado da Paraíba.

Os principais meios utilizados na produção deste trabalho foram:

- Livros acadêmicos;
- Monografias;
- *Software RETScreen*

3. A ENERGIA SOLAR, SUAS APLICAÇÕES E SEUS POTENCIAIS

A energia solar pode ser descrita como sendo a energia produzida pelo sol, que é convertida em energia útil para todos os seres terrestres.

O aproveitamento da energia gerada pelo sol, inesgotável na escala terrestre de tempo, tanto quanto fonte de calor quanto fonte de luz, é hoje, sem sombra de dúvidas, umas das alternativas energéticas mais promissoras para enfrentarmos o desafio do novo milênio. E quando se fala em energia deve-se lembrar que o sol é responsável da origem praticamente todas as outras fontes de energia. Em outras palavras, as fontes de energia são, em última instância, derivadas da energia do sol (CRESESB, 2006).

3.1 PRINCIPAIS APLICAÇÕES DA ENERGIA SOLAR

As aplicações da energia solar utilizadas podem ser das seguintes formas:

- *Fototérmica*: explora-se a capacidade de determinado corpo para o armazenamento de calor, a partir do momento que o mesmo recebe a incidência da radiação solar. Utilizam-se coletores solares para o aquecimento ou resfriamento de determinado material ou ambiente.
- *Fotovoltaica*: A transformação de radiação solar em energia elétrica, através da excitação de elétrons de alguns materiais na presença de luz solar. Denominado de efeito fotovoltaico, foi descoberto por Edmond Becquerel em 1839.

É a partir do efeito fotovoltaico que são projetados e desenvolvidos os painéis solares. As principais aplicações da energia solar fotovoltaica são:

- I. Eletrificação rural: luz, TV, Rádio, telecomunicações, bombeamento de água;
- II. Eletrificação de cercas;
- III. Iluminação exterior;
- IV. Sinalização;
- V. Proteção Catódica;
- VI. Náutica;
- VII. Satélites e naves espaciais;

3.2 O POTENCIAL ENERGÉTICO NACIONAL, REGIONAL E ESTADUAL

Uma das principais desvantagens da utilização da energia solar, é a necessidade de radiação solar por uma determinada quantidade de tempo. O Brasil, por ser um país tropical, em sua maioria territorial, tem vantagem na utilização de várias fontes alternativas de energia. Dentre elas pode-se destacar a energia solar, e entre suas regiões e estados, o nordeste e a *Paraíba*, respectivamente, são grandes beneficiados deste tipo de energia.

O atlas solarimétrico do Brasil traz informações da estimativa de radiação solar incidente no país, resultante da interpolação e extrapolação de dados obtidos em estações solarimétricas espalhadas em todo o território nacional. Devido, ao reduzido número de estações experimentais e às variações climáticas locais e regionais, este atlas faz estimativas da radiação solar tomando como referência imagens de satélites.



De acordo com o material disponibilizado pela ANEEL, o Brasil destaca-se em índices de radiação solar. Dentre seus estados, a Paraíba apresenta uma média anual de 5900-6100 Wh/m². É possível observar esses índices mais adiante na Figura 1.

O sol fornece anualmente, para a atmosfera terrestre, 1,5 x 10¹⁸ kWh de energia. Trata-se de um valor considerável, correspondendo a 10000 vezes o consumo mundial de energia neste período. Este fato vem indicar que, além de ser responsável pela manutenção da vida na Terra, a radiação solar constitui-se numa inesgotável fonte energética, havendo um enorme potencial de utilização por meio de sistemas de captação e conversão em outra forma de energia (térmica, elétrica, e entre outras) (CRESESB, 2006).

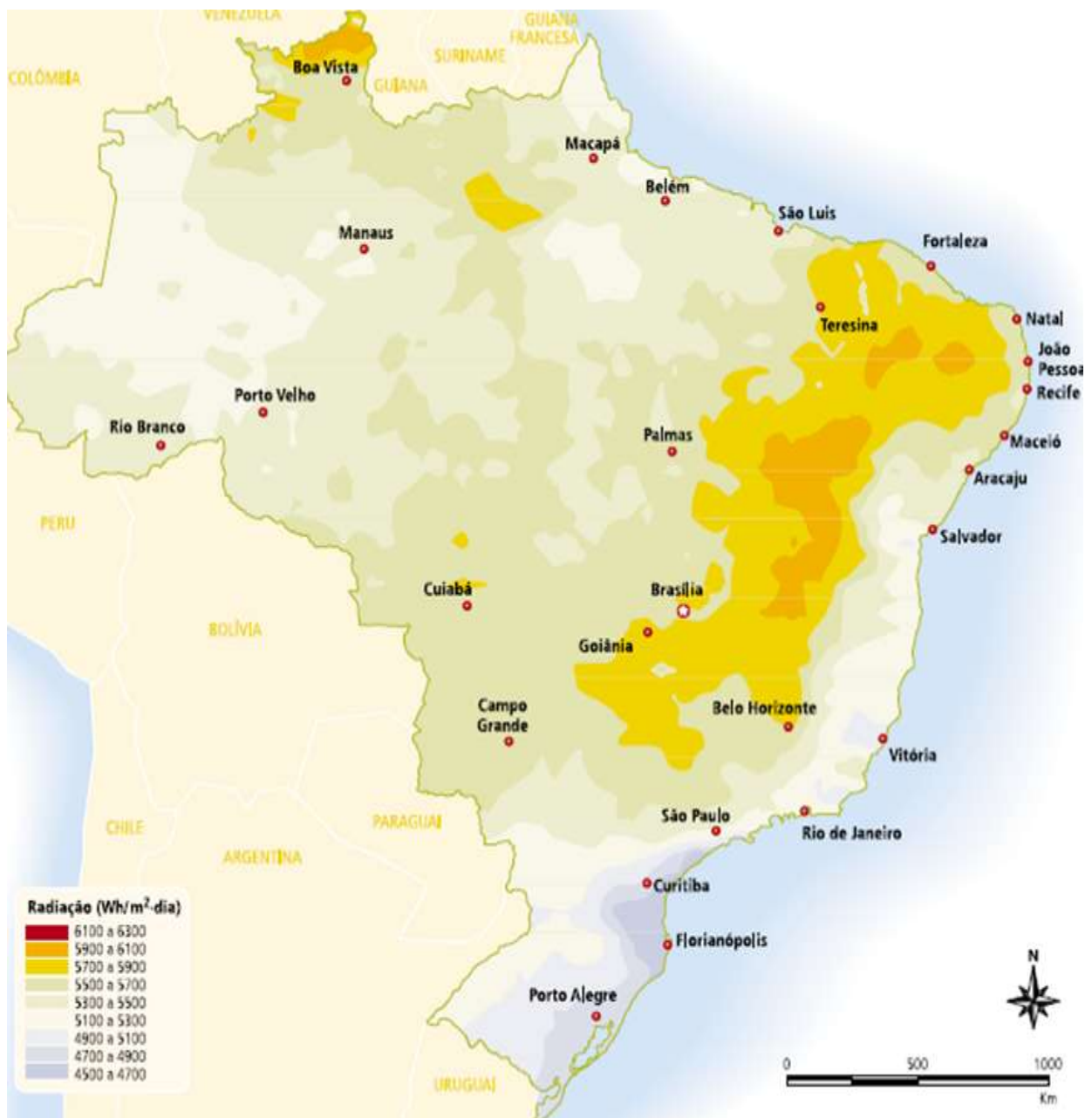


Figura 1 - Média anual de radiação solar (Wh/m²) (INMET,1998).

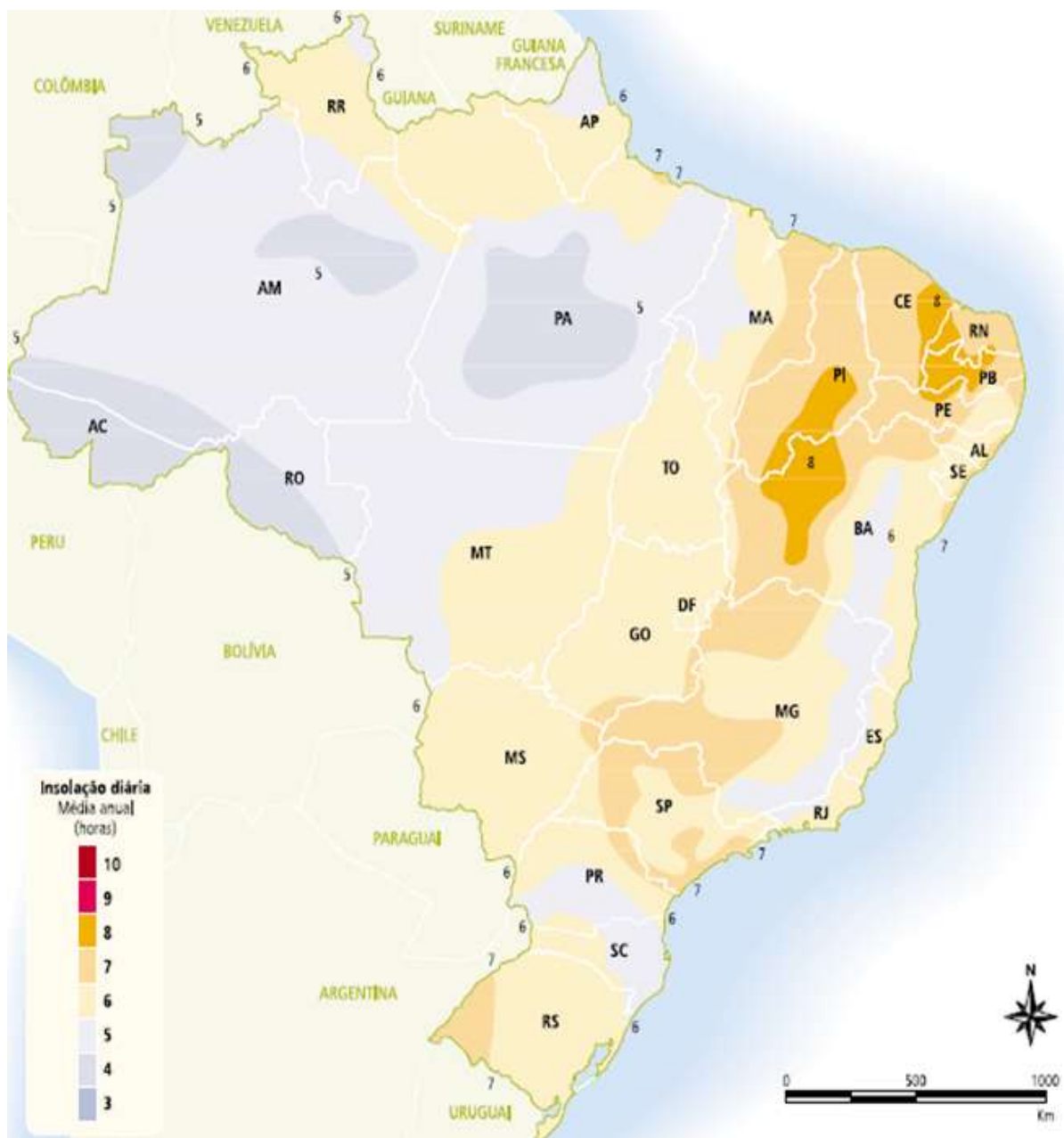


Figura 2 - Média anual de insolação diária no Brasil (horas) (UFPE,2000).

A partir dos mapas das figuras 1 e 2 é notório o destaque da região nordeste para o índice de radiação solar e insolação diária. Dentre todos os estados é possível perceber que a Paraíba está com um dos maiores índices de insolação, e radiação, em uma média anual, tendo em média 8 horas de insolação diária em grande parte do seu território e uma radiação solar média de até 6,88 kWh/m²/dia. Observa-se também que outros estados como o Ceará, Tocantins e Bahia possuem números similares, porém, no estado paraibano obtêm-se resultados mais satisfatórios.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O *software RETScreen* de análise de projetos de energia limpa é o mais avançado *software* de suporte à tomada de decisão no setor de energia limpa. Este é um *software* totalmente livre de custos disponibilizado pelo governo do Canadá. Ele permite aos tomadores de decisão e profissionais do setor avaliar se um determinado projeto de energia renovável, eficiência energética ou cogeração



possui viabilidade financeira. Seja o projeto é viável ou não, *RETScreen* ajudará o tomador da decisão a compreendê-lo: rapidamente, inequivocamente, com um formato de fácil utilização e um custo relativamente reduzido.(RETSCREEN INTERNATIONAL, 2012).

RETScreen contribui para uma redução substancial da emissão de gases causadores do efeito de estufa uma redução conservadora estimada em 20 milhões de toneladas por ano em 2013. Nesta data, estima-se que *RETScreen* tenha ajudado a incentivar a instalação de pelo menos 24 GW de capacidade de energia limpa em todo o mundo, atingindo um valor de aproximadamente \$41 bilhões (RETSCREEN INTERNATIONAL, 2012).

O *software RETScreen* reduz significativamente os custos (tanto financeiros como temporais) associados à identificação e acesso a potenciais projetos energéticos. Estes custos, que se manifestam nas fases pré-viabilidade, viabilidade, desenvolvimento e engenharia, podem construir barreiras substanciais à implantação de tecnologias de energias renováveis e eficiência energética. Ajudando a quebrar essas barreiras, *RETScreen* reduz os custos associados à implantação de projetos no terreno e à negociação de soluções em energia limpa (RETSCREEN INTERNATIONAL, 2012).

Utilizando este *software*, foi realizado um mapeamento do estado da Paraíba, com relação ao seu elevado potencial em energia solar, em cidades escolhidas estrategicamente do estado. Para cobrir diversas mesorregiões do estado paraibano, mostrando que a Paraíba possui um imenso potencial energético. Observe na tabela 1, os principais potenciais da cidade de Campina Grande:

Tabela 1. Potencial da cidade de Campina Grande

	Temp. do ar (°C)	Hum. rel. do ar (%)	Rad. Solar diária (kWh/m ² /d)	Vel. do vento (m/s)
Jan	25,6	72,3	5,83	3,4
Fev	25,8	72,6	5,86	3,2
Mar	25,6	75,7	5,60	2,9
Abr	25,1	79,6	5,03	3,2
Mai	24,7	80,2	4,65	3,3
Jun	24,0	80,2	4,14	3,6
Jul	23,5	78,6	4,3	3,8
Ago	24,0	72,2	4,96	3,9
Set	25,0	67,0	5,58	4,1
Out	25,8	64,6	6,06	4,1
Nov	26,0	65,9	6,10	4,0
Dez	25,8	68,9	5,93	3,8
Med. Anual	25,1	73,2	5,33	3,6
Fonte	NASA	NASA	NASA	NASA

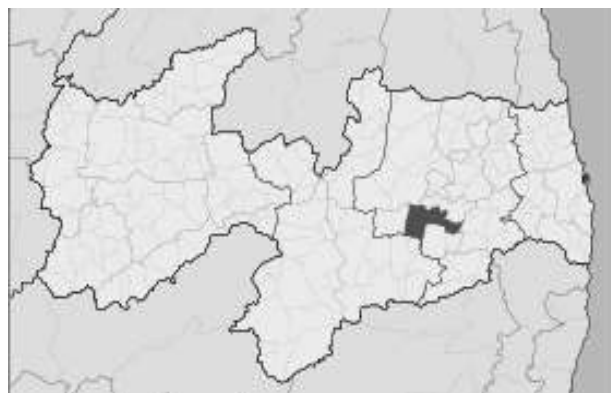


Figura 3 - localização de Campina Grande.

Observe na tabela 2, as principais potenciais energéticos da cidade de Guarabira:

Tabela 2. Potencial da cidade de Guarabira

	Temp. do ar (°C)	Hum. rel. do ar (%)	Rad. Solar diária (kWh/m ² /d)	Vel. do vento (m/s)
Jan	25,9	74,0	5,76	3,5
Fev	26,1	74,0	5,81	3,2
Mar	26,0	76,6	5,51	2,7
Abr	25,7	79,2	5,03	3,1
Mai	25,5	78,5	4,76	3,5



Jun	25,1	77,5	4,32	4,1
Jul	24,6	75,3	4,56	4,4
Ago	25,1	69,6	4,16	4,5
Set	25,6	66,7	5,68	4,8
Out	25,0	66,1	6,10	4,6
Nov	26,0	68,2	6,05	4,6
Dez	25,9	71,2	5,86	4,1
Med. Anual	25,6	73,1	5,38	3,9
Fonte	NASA	NASA	NASA	NASA

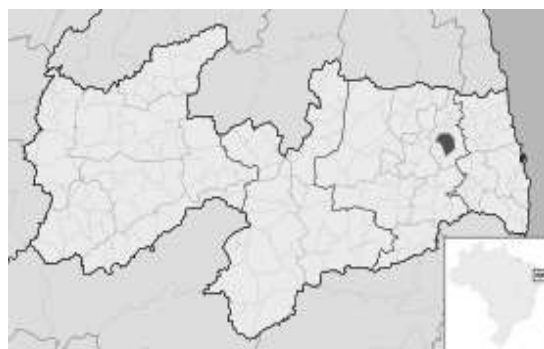


Figura 4 - Localização de Guarabira.

Observe na tabela 3, as principais potenciais da cidade de João Pessoa:

Tabela 3. Potencial da cidade João Pessoa

	Temp. do ar (°C)	Hum. rel. do ar (%)	Rad. Solar diária (kWh/m ² /d)	Vel. do vento (m/s)
Jan	25,8	75,0	5,36	3,8
Fev	25,2	75,0	5,72	3,6
Mar	28,2	81,0	5,50	3,3
Abr	25,5	79,0	5,03	3,5
Mai	27,0	81,0	5,06	3,6
Jun	26,2	81,0	4,28	4,0
Jul	23,7	87,0	4,56	4,1
Ago	25,4	75,0	5,39	4,3
Set	27,5	67,0	5,69	4,4
Out	27,7	73,0	6,42	4,5
Nov	27,0	74,0	6,61	4,4
Dez	24,1	74,0	6,33	4,2
Med. Anual	26,1	76,9	5,50	4,0
Fonte	NASA	NASA	NASA	NASA



Figura 5 - Localização de João Pessoa.

Observe na tabela 4, as principais potenciais energéticos da cidade de Patos:

Tabela 4. Potencial da cidade de Patos

	Temp. do ar (°C)	Hum. rel. do ar (%)	Rad. Solar diária (kWh/m ² /d)	Vel. do vento (m/s)
Jan	26,6	59,5	6,08	3,1
Fev	26,5	61,0	6,19	2,8
Mar	25,9	66,1	5,83	2,4
Abr	25,4	69,0	5,49	2,9
Mai	25,1	67,3	5,10	3,2
Jun	24,4	66,7	4,72	3,8
Jul	23,8	65,2	4,95	4,2



Ago	24,4	59,3	5,85	4,3
Set	25,8	54,0	6,55	4,4
Out	27,0	50,2	6,88	4,2
Nov	27,4	50,6	6,70	4,1
Dez	27,3	53,4	6,42	3,6
Med. Anual	25,8	60,2	5,89	3,6
Fonte	NASA	NASA	NASA	NASA



Figura 6 - Localização de Patos.

Observe na tabela 5, as principais potenciais da cidade de Sousa:

Tabela 5. Potencial da cidade de Sousa

	Temp. do ar (°C)	Hum. rel. do ar (%)	Rad. Solar diária (kWh/m ² /d)	Vel. do vento (m/s)
Jan	27,0	62,6	5,66	2,9
Fev	26,6	65,5	5,76	2,6
Mar	25,9	71,1	5,52	2,3
Abr	25,8	71,2	5,30	2,8
Mai	26,1	65,8	5,16	3,2
Jun	26,2	59,9	5,06	4,0
Jul	26,0	56,0	5,33	4,4
Ago	26,9	49,2	6,05	4,5
Set	28,1	45,4	6,50	4,7
Out	29,0	43,8	6,65	4,4
Nov	29,0	46,0	6,36	4,3
Dez	28,4	52,1	6,01	3,4
Med. anual	27,1	57,3	5,78	3,6
Fonte	NASA	NASA	NASA	NASA

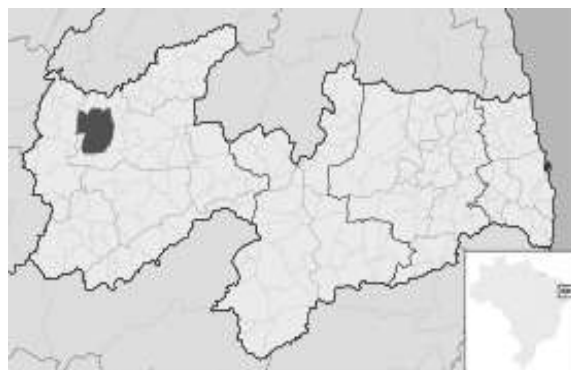


Figura 7 - Localização de Sousa.

De acordo com os dados fornecidos pelo *software RETScreen* nos meses de outubro, novembro e dezembro acontecem os maiores índices de radiação solar em quase todas as cidades analisadas. Estes números passam de 6 kWh/m²/d durante este período. Dentre os resultados se destaca a cidade de Patos com um índice médio de 6,88 kWh/m²/d no mês de outubro, seguido de Sousa com 6,65 e João Pessoa com 6,61 kWh/m²/dia.

Em comparação com outros estados nordestinos, os índices na cidade de Camacan-BA foram de 4,74 kWh/m²/dia, as cidades de Bacabal-MA e Caruaru-PE obtiveram uma média anual de 5,14 kWh/m²/dia.



5. CONCLUSÕES

O software RETScreen forneceu o suporte necessário para realizar um mapeamento rápido e preciso nas áreas de estudo deste artigo, além de proporcionar custo zero na pesquisa. Através dos números obtidos pelo programa é possível perceber o grande potencial energético do Brasil, mais precisamente de algumas regiões da Paraíba. Observa-se que nas cidades analisadas os maiores índices de radiação solar encontram-se no intervalo entre os meses de outubro e dezembro. No entanto, mesmo no período de menores índices o estado ainda possui um potencial considerável para produção de energia, se comparado com diversos estados na região e no país.

Com esta média de radiação e insolação apresentados nas principais cidades do estado da Paraíba é importante chamar atenção para produção de energia solar, sobretudo a utilização desta para alimentação de sistemas de bombeamento para o abastecimento de água à locais de difícil acesso. Desta forma, além do desenvolvimento tecnológico no campo de energias renováveis trazemos também uma possível solução a problemática da seca em alguns lugares.

Além de trazer avanços na área tecnológica para lugares pouco conhecidos e pouco explorados, o aproveitamento da radiação solar para produção de energia elétrica nestas regiões ressalta a idéia de aproveitar dos recursos naturais para proporcionar o conforto desejado à população com o menor impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

- CRESESB. **Energia Solar, Princípios e Aplicações**. Rio de Janeiro, 2006.
- DEMONTI, R. **Sistema de Co-Geração de Energia a Partir de Paineis Fotovoltaicos**. UFSC. Santa Catarina, 1998.
- INMET; LABSOLAR. **Atlas e irradiação solar no Brasil**. Brasília, 1998.
- PALZ, W. **Energia Solar e Fontes Alternativas**. Editora Hemus. Curitiba, 2002.
- REETSREEN INTERNATIONAL. **What is RETScreen?** Natural Resources Canada, 2012.
- UFPE. **Atlas Solarimétrico do Brasil**. Editora da UFPE, 2000.