

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: ANÁLISE DA PARTICIPAÇÃO DOS ESTADOS NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Antonio Otto Neves Filho

Engenheiro mecânico especialista em Engenharia de Petróleo e Gás, mestrando em Sustentabilidade em Recursos Hídricos pela Universidade Vale do Rio Verde (UninCor), Três Corações, MG, Brasil
eng.antonio@outlook.com

Alisson Souza de Oliveira

Doutor em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas - Universidade Federal de Lavras (UFLA), Prof. Dr. na Universidade Vale do Rio Verde (UninCor), Três Corações, MG, Brasil
prof.alisson.oliveira@unincor.edu.br

RESUMO

Um fato que se destaca quanto a matriz energética brasileira, é sua diversidade. Ainda que ocorra um domínio das modalidades que utilizam da água como força motriz, vem ganhando destaque e espaço no mercado e na geração de energia a de origem solar. O objetivo deste estudo é analisar a participação de cada Estado na matriz nacional de energia elétrica por meio da energia solar fotovoltaica. Para tal, foram apurados os dados abertos disponibilizados pela ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, sobre a capacidade de geração do Brasil nos empreendimentos em operação. Observa-se que a posição geográfica privilegiada do Brasil favorece que as regiões nordeste e norte sejam potenciais geradores de energia solar fotovoltaica, além disso, a maioria dos Estados da Federação tem participação nesta modalidade.

Palavras chave: Geração de energia. Energia limpa. Matriz energética

PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY: ANALYSIS OF STATE PARTICIPATION IN BRAZILIAN ENERGY MATRIX

ABSTRACT

One fact that stands out regarding the Brazilian energy matrix is its diversity. Although there is a domain of the modalities that use water as a driving force, it has gained prominence and space in the market and in the generation of solar energy. The aim of this study is to analyze the participation of each state in the national matrix of electric energy through photovoltaic solar energy. To this end, the open data provided by ANEEL - National Electric Energy Agency, on Brazil's generation capacity in the projects in operation were calculated. It is observed that the privileged geographical position of Brazil favors that the northeast and north regions are potential generators of photovoltaic solar energy, and most of the states have participation in this modality.

Keywords: Power Generation. Clean energy. Energy matrix

1 INTRODUÇÃO

Dentre as fontes energéticas em atual expansão mercadológica no Brasil, destaca-se a energia solar fotovoltaica.

Seu crescimento para o público final, isto é, geração para consumo próprio das residências e pontos comerciais, cresce continuamente no país. Quando observado a grandes níveis de produção, das unidades fiscalizadas e regulamentadas pela ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, o Brasil já se mostra como usuário em expansão e com condições para tal.

Associar desenvolvimento sustentável com crescimento econômico continua sendo um desafio; uma alternativa que vem em expansão é a energia solar fotovoltaica, a qual o Brasil tem aptidão para o desenvolvimento deste nicho industrial energético; mas para tal, necessitasse de um ambiente propício a tal projeção, tendo assim o sucesso como em outros países (SILVA e CARMO, 2017).

Machado e Miranda (2015) dão ênfase ao fato de que a energia emanada do sol em apenas uma hora ser superior ao consumo anual da Terra e que os módulos comerciais atualmente serem capazes de aproveitar apenas 15% do que captam; e ainda assim, tem custos elevados. Deve-se atentar ao fato de conforme a condição climática, tal como um dia chuvoso ou nublado, ainda ocorre a conversão de energia solar em elétrica, entretanto, a eficiência é reduzida quando posta em comparação com um dia ensolarado.

Logo, regiões com climas mais secos são de maior interesse para a geração de energia solar fotovoltaica, assim a potencialidade do Brasil deve-se, em grande parte, ao fato de ter-se grande nível de incidência de raios solares ao longo do ano.

Como indicam Tiba e Fraidenraich (2000) no atlas solarimétrico do Brasil; essa incidência é mais intensa e contínua ao longo do ano na região nordeste principalmente, tendo também a região norte um nível alto, porém menor que a sua região vizinha.

De tal modo, este trabalho objetiva avaliar como os Estados da União colaboram na geração de energia solar fotovoltaica para a matriz energética brasileira, de modo que seja possível também avaliar as influências regionais, aferindo se a potencialidade de geração está sendo exploradas pelas mesmas dada as características geográficas e econômicas do Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Por meio do BIG – Banco de Informações de Geração, disponibilizado pela ANEEL, onde encontram-se disponíveis e atualizados os dados de capacidade de geração energética do Brasil, utilizou-se dos dados da tabela Empreendimentos em Operação, atualizada até agosto de 2019.

Nesta mesma tabela, no item UFV (Central Geradora Solar Fotovoltaica), que contém um hiperlink, para os dados das usinas em operação, onde encontram-se separadas por código de identificação, nome da usina, data de operação, potência outorgada (kW), potência fiscalizada (kW), destino da energia, proprietário e município/estado.

2.1 Confecção da Tabela 1

Com os dados da página inicial do BIG, ordenou-se pela PF - potência fiscalizada (kW) os modais energéticos brasileiros. Calculou-se, a participação por unidade geradora na produção nacional. O cálculo deu-se em dividir a PF de cada componente pela PF total nacional, e o valor decimal encontrado multiplicado por cem, gerando-se assim o percentual. A média de potência por unidade de cada modal (em kW), dividiu-se a PF de cada modalidade pela quantidade de unidades em funcionamento das mesmas.

2.2 Confecção da Tabela 2

Coletadas todas as informações e transcritas para planilha eletrônica, inicialmente converteu-se manualmente a separação por município para Estados da Federação. Excluíram-se as informações de código, nome da usina, data de operação e proprietários.

Separou-se por regiões e seus estados componentes, nos quais ordenou-se pelo valor da potência (assim mencionada pelos valores de outorgadas serem iguais aos das fiscalizadas), deste modo também foram obtidos o quantitativo de unidades de UFV por Estados.

Com os dados triados e separados, calculou-se a participação de cada estado e região na produção nacional. O cálculo baseou-se em dividir o valor específico de cada componente pelo total nacional, e o valor decimal encontrado multiplicado por cem, gerando-se assim o

percentual. Para a confecção da média de potência por unidade estadual (em kW), dividiu-se o valor da potência pela quantidade de unidades em cada estado.

2.3 Confecção da Tabela 3

Agrupou-se os dados confeccionados e filtrados para as tabelas 1 e 2 de modo a classificar por região, onde somou-se por estado, a quantidade de UFV, potência (kW), participação nacional e média de potência.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 1 que o modal energético principal do Brasil é a hidrelétrica que tem como participação a fração menor das CGH (Central Geradora Hidrelétrica) e PCH (Pequena Central Hidrelétrica) que somada as usinas hidrelétricas, denotam que a potência (fiscalizada total) por meio hidráulico no Brasil é de 105.895.072 kW; a eólica é o segundo e a solar o terceiro modais, respectivamente, amplamente difundidos como fontes geradoras no país; isto faz com que 123.146.993 kW sejam de origem sustentável.

Atualmente a energia solar corresponde a 1,31% da matriz brasileira com 2.545 unidades de Central Geradora Solar Fotovoltaica (UFV) implantadas. A energia solar já supera as CGH e as usinas termonucleares. Quanto a potência fiscalizada, o modal solar está a 2,4 vezes de empatar com as PCH. Ainda com relação a potência fiscalizada, as centrais geradoras solar fotovoltaica, usinas termonucleares e a central geradora undi-elétrica são as únicas a que entregam a totalidade do que foi outorgado; as demais fontes apresentam valores inferiores, devendo-se isto em partes a força motriz delas (Tabela 1).

Conforme a Tabela 2, pode-se verificar que o estado com maior geração de energia elétrica por meio de UFV no Brasil até agosto de 2019 é a Bahia, com Minas Gerais na segunda posição e com o Piauí que retém a maior média de produção por unidade de centrais, em terceiro lugar.

Explorando os dados por estado disponibilizados pela ANEEL (2019), o Ceará que possui oito plantas geradoras, é o estado que possui as centrais com maiores capacidades instaladas,

onde quatro plantas tem potência de 33.000,0 kW cada, outras três de 27.000,0 kW e uma de 5.000,0 kW.

O Pará lidera com maior número de UFV, em contradição, responde pela menor média de geração de energia (Tabela 2). Esse fato deve-se por suas unidades terem potência de 1 kW em 2328 unidades, 2 kW em 56 outras instalações e 3 kW para as 17 restantes.

Na Tabela 2, visualiza-se que Mato Grosso do Sul possui a menor participação, com uma central apenas e está com baixa potência associada quando comparada, em nível estadual, com Rondônia, que também possui uma única unidade, porém já com 20,48 kW. Tocantins, e Amapá apesar de possuírem uma unidade cada, essas têm grandes valores de potência associada.

Extraí-se também da Tabela 2 e 3 que das 26 unidades da federação onde apenas Acre, Alagoas, Goiás, Roraima, Sergipe, não possuem iniciativas de UFV, retratando assim a participação integral dos Estados das regiões sul e sudeste. No restante do país, duas unidades da federação por região, (incluindo o Distrito Federal), não participam possuem UFV, assim, 77,8% dos estados participação.

A região nordeste responde em larga vantagem pela produção de energia elétrica via o modal solar. Em segundo lugar, com pouco a mais que a metade do valor do nordeste, segue a região sudeste, já as demais não alcançam juntas nem um por cento (Tabela 3). Esse fato está ligado possivelmente a grande incidência solar nessas regiões, principalmente o nordeste; já para a sudeste, alia-se isto a um maior potencial econômico.

Tabela 6: Empreendimentos geradores de energia elétrica em operação no Brasil

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	Participação na matriz brasileira	Média de potência por quantidade (kW)
Central Geradora Undi-elétrica	1	50	50	0,00003%	50
Central Geradora Hidrelétrica	710	740.148	739.962	0,45%	1.042
Usina Termonuclear	2	1.990.000	1.990.000	1,20%	995.000
Central Geradora Solar Fotovoltaica	2.545	2.175.428	2.172.428	1,31%	854
Pequena Central Hidrelétrica	425	5.271.549	5.232.476	3,15%	12.312
Central Geradora Eólica	615	15.106.789	15.079.493	9,09%	24.520
Usina Termelétrica	3.019	42.365.496	40.825.067	24,60%	13.523
Usina Hidrelétrica	217	102.532.178	99.922.634	60,21%	460.473
Total	7.534	170.181.638	165.962.110	100%	N/A

N/A: Não se aplica

Fonte: O autor, baseado nos dados da ANEEL (2019).

Tabela 7: Potência classificada por região/estado das UFV no Brasil

Região e Estado	Potência por estado (kW)*	Unidades por estado	Participação nacional	Média de potência unidade estadual (kW)	
Nordeste	Bahia	640.428,00	25	29,4392%	25.617,12
	Piauí	270.000,00	9	12,4114%	30.000,00
	Ceará	218.000,00	8	10,0210%	27.250,00
	Rio Grande do Norte	117.105,00	6	5,3831%	19.517,50
	Paraíba	108.400,00	4	4,9829%	27.100,00
	Pernambuco	39.000,00	3	1,7928%	13.000,00
	Maranhão	51,93	2	0,0024%	25,97
Sudeste	Minas Gerais	524.505,68	26	24,1105%	20.173,30
	São Paulo	234.656,00	17	10,7867%	13.803,29
	Rio de Janeiro	3.689,90	8	0,1696%	461,24
	Espírito Santo	770,63	2	0,0354%	385,32
Norte	Tocantins	5.000,00	1	0,2298%	5.000,00
	Amapá	4.039,20	1	0,1857%	4.039,20
	Pará	2.491,00	2401	0,1145%	1,04
	Amazonas	176,04	14	0,0081%	12,57
	Rondônia	20,48	1	0,0009%	20,48
Sul	Santa Catarina	3.999,93	3	0,1839%	1.333,31
	Paraná	172,06	4	0,0079%	43,02
	Rio Grande do Sul	60,43	6	0,0028%	10,07
Centro-Oeste	Mato Grosso	2.860,00	3	0,1315%	953,33
	Mato Grosso do Sul	1,38	1	0,0001%	1,38

*Potência outorgada converte-se integralmente em potência fiscalizada, por este motivo os dados foram unificados.

Fonte: O autor, baseado nos dados da ANEEL (2019).

Tabela 8. Dados de produção por região ordenados da maior para menor geradora

Região	Nordeste	Sudeste	Norte	Sul	Centro-Oeste
Quantidade de UFV	57	53	2.418	13	4
Potência (kW)	1.392.984,93	763.622,21	11.726,72	4.232,42	2.861,38
Participação na parcela nacional	64,0327%	35,1022%	0,5391%	0,1946%	0,1315%
Média de potência (kW)	142.510,59	34.823,14	9.073,29	1.386,40	954,71

UFV: Central Geradora Solar Fotovoltaica

Fonte: O autor.

4 CONCLUSÕES

O Brasil tem privilégio geográfico para a geração de energia solar fotovoltaica bem como território disponível para alocar as centrais geradoras. A região nordeste tem as características necessárias, caso ocorram incentivos e investimentos no setor para que sua produção aumente,

e assim, essa fonte limpa e abundante de energia possa ter maior participação na matriz energética nacional.

Agrega-se ainda o fato da expansão domiciliar dos painéis para auto-geração e abastecimento, os quais os dados não são compilados pela ANEEL, e por tal motivo não se encontram quantitativamente neste estudo, mas que deverão ter relevância nas próximas décadas, com adoção de incentivos fiscais e redução nos valores de aquisição e implantação dos painéis.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Capacidade de Geração do Brasil**. 2019. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

MACHADO, Carolina T.; MIRANDA, Fabio S. Energia Solar Fotovoltaica: uma breve revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 126-143, 2015.

TIBA, Chigueru; FRAIDENRAICH, N. Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados solarimétricos. Recife. **Ed. Universitária da UFPE**, 2000.

SILVA, Rayssa Guimarães; CARMO, Marlon José do. Energia Solar Fotovoltaica: uma proposta para melhoria da gestão energética. **InterSciencePlace**, v. 12, n. 2, 2017.

Recebido em 25/11/2019.

Aceito em 12/12/2019.