

## PANORAMA ATUAL E CENÁRIO 2025 DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL

Isabela Valpecovski Urbanetz <sup>1</sup>, Allana de Moura Netto <sup>2</sup>, Bruno Scolari <sup>3</sup>, Vicente Leite <sup>4</sup>, Jair Urbanetz Junior <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, [isabela\\_valp@hotmail.com](mailto:isabela_valp@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, [allana@alunos.utfpr.edu.br](mailto:allana@alunos.utfpr.edu.br)

<sup>3</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, [brunoengutfpr@gmail.com](mailto:brunoengutfpr@gmail.com)

<sup>4</sup> Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal, [avtl@ipb.pt](mailto:avtl@ipb.pt)

<sup>5</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, [urbanetz@utfpr.edu.br](mailto:urbanetz@utfpr.edu.br)

### RESUMO:

A energia solar fotovoltaica no Brasil teve seu crescimento impulsionado pela Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL, onde foi regulado os sistemas de micro e mini geração no sistema de compensação, e pelos leilões específicos para usinas fotovoltaicas realizadas pelo governo federal. Porém, o país ainda possui pouca representatividade da energia solar em sua matriz elétrica, cerca de 0,13%, com aproximadamente 1% da capacidade instalada de geradores de energia elétrica considerando todas as fontes, ambos os valores são referentes ao ano de 2017. Nos momentos iniciais de uma tecnologia, seu crescimento se dá de forma irregular e por existir pouca capacidade instalada, qualquer valor adicionado pode ocasionar saltos nas variações percentuais de um ano para outro, ou seja, seu crescimento ainda não segue um padrão sustentável, o que deve se regularizar em torno do ano de 2025, seguindo a tendência mundial de crescimento de aproximadamente 30% a cada ano. Como cenário para 2025, a potência total dos SFVCR no Brasil será de aproximadamente 75,6 GWp o que representará 98,3 TWh de energia elétrica produzida por esta fonte, considerando a demanda de energia elétrica estimada para 2025 de 800 TWh, resultará na contribuição de 12,3% da energia por fonte solar fotovoltaica.

**Palavras chave:** Energia Solar Fotovoltaica, Cenário Energético, Capacidade Instalada.

### ABSTRACT:

The photovoltaic solar energy in Brazil was boosted by Normative Resolution No. 482/2012 of ANEEL, which regulated the micro and mini generation systems in the compensation system, and by the specific auctions for photovoltaic plants carried out by the federal government. However, the country still has little representation of the solar energy in its electrical matrix, about 0.13%, with approximately 1% of the installed capacity of electricity generators considering all the sources, both values refer to the year 2017. In the initial moments of a technology, its growth occurs irregularly and because there is little installed capacity, any added value can cause jumps in the percentage variations from one year to another, that is, its growth still does not follow a sustainable standard, which should be regularized around the year 2025, following the worldwide trend of growth of approximately 30% each year. As a scenario for 2025, the total power of the SFVCR in Brazil will be approximately 75.6 GWp which will represent 98.3 TWh of electric energy produced by this source, considering the estimated electric energy demand for 2025 of 800 TWh, will result in the contribution of 12.3% of the energy by solar photovoltaic source.

**Key words:** Photovoltaic Solar Energy, Energy Scenario, Installed Capacity.

## 1. INTRODUÇÃO

A partir de 2012, com a Resolução Normativa nº 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a energia solar fotovoltaica passou a figurar como uma importante opção de produção de energia elétrica de forma limpa e sustentável. Especialmente, os Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica (SFVCR) possuem total aproveitamento da energia gerada por não necessitar de equipamentos armazenadores de energia, tais como as baterias. Os SFVCR utilizam a concessionária como fornecedora em horários sem produção e como armazenadora em horários de alta produtividade [1] [2].

O crescimento da utilização dos SFVCR no Brasil se deu de forma tímida nos primeiros anos, seguido de um crescimento expressivo nos anos seguintes. Este crescimento foi de tal intensidade que superou as expectativas feitas em relação a geração distribuída pela ANEEL em sua Nota Técnica nº 0056/2017-SRD. O valor real da potência instalada até o dia 31/07/2018, data de corte definida para análise do artigo, foi superior à prevista para o ano inteiro [3] [4] [5]. É importante salientar que no ano de 2017, ano da publicação da Nota Técnica, também foi ultrapassado o valor de potência instalada previsto para micro e mini geração fotovoltaica amparados pela Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL.

Devido às inconsistências dos estudos anteriormente citados, torna-se necessário e importante a realização de uma nova análise do estado atual e do crescimento desta fonte de energia que se encontra em constante expansão.

## 2. OBJETIVO

O presente artigo tem a finalidade de apresentar a capacidade instalada atual dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica (SFVCR) no Brasil. O estudo apresentado engloba tanto a mini e micro geração, amparadas pela Resolução Normativa nº 482/2012, quanto a geração centralizada.

A fim de caracterizar o cenário atual brasileiro são demonstrados os dados de energia produzida anualmente, quanto esta energia representa percentualmente na matriz energética brasileira e a

proporção desta fonte frente as demais fontes geradoras de energia elétrica no país.

Posteriormente, através de uma análise crítica e cuidadosa dos dados atuais e das previsões, é apresentado um possível cenário com as estimativas para os anos seguintes até o ano de 2025.

## 3. MÉTODO

Para o desenvolvimento desta pesquisa serão utilizados dados dos SFVCRs disponibilizados pela ANEEL no Banco de Informações de Geração (BIG) e nos relatórios sobre as Unidades Consumidoras com Geração Distribuída cadastradas como micro ou mini geração, além de relatórios da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) que apresentam cenários de consumo de energia elétrica no Brasil para os próximos anos.

Com base nestas informações são apresentados gráficos com os dados compilados, expondo o cenário atual da energia solar fotovoltaica no Brasil, de maneira a entender como ocorre o desenvolvimento desta tecnologia no país.

Na formação do cenário futuro é considerado uma previsão de potência instalada com base no crescimento atual. Posteriormente, para uma expectativa de produção de energia condizente com a potência esperada, sabendo-se que o *YIELD* anual no território brasileiro varia de 1.100 kWh/kWp a 1.800 kWh/kWp [6], foi atribuído um *YIELD* anual de 1.300 kWh/kWp a fim de obter um valor estimado de energia que será produzido em cada ano analisado. Estes valores, juntamente com as previsões totais de carga no Brasil nos estudos da EPE, resultarão nos percentuais da participação da energia produzida por esta fonte na demanda anual do país.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para início desta análise torna-se importante perceber que o aumento da quantidade de SFVCRs no país não ocorreu espontaneamente. Este foi impulsionado pela Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL que regulamentou o sistema de compensação de energia, similar ao *net metering*. Aliado a este fato, o aumento massivo de estudo e informação neste tema contribuiu para a criação de incentivos

governamentais e o desenvolvimento científico acerca de temas relacionados, como geração de energia limpa e sustentável. Estes progressos são extremamente relevantes para toda a sociedade brasileira.

A capacidade instalada de SFVCRs de mini e micro geração tem triplicado, como é mostrado no gráfico da Figura 1, levando-se em consideração a potência instalada desde 2012, ano em que surgiu a possibilidade de geração distribuída. Apesar da geração distribuída englobar outras fontes energéticas além da fotovoltaica, esta última é a que possui maior influência no montante de geração distribuída devido a sua baixa manutenção de operação e relativa facilidade de instalação.

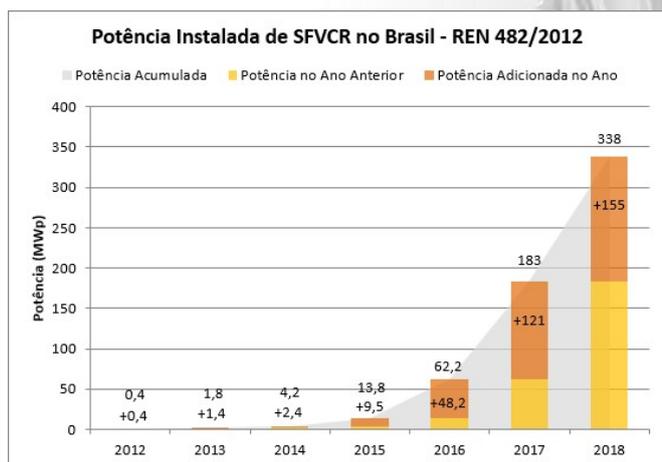


Figura 1 – Evolução da potência instalada de micro e mini geração fotovoltaica no Brasil.

Fonte: Dados compilados pelos autores com base em [4].

Por sua vez, nas usinas de geração centralizada o aumento da potência instalada é mais irregular, dado que está vinculado a existência dos leilões de energia por parte do governo federal. Ocorreu um grande aumento destas usinas no ano de 2017, resultando em um impacto na potência total superior ao da geração distribuída. Esta mudança abrupta no ano de 2017 está explicitada no gráfico da Figura 2.



Figura 2 - Evolução da potência instalada na geração fotovoltaica centralizada no Brasil.

Fonte: Dados compilados pelos autores com base em [5].

Com a junção destes dois gráficos pode-se obter a situação atual desta fonte de energia, observada no gráfico da Figura 3. O valor da capacidade adicionada de SFVCRs apresentado para o ano de 2018 refere-se até a data de 31/07/2018, resultando em uma potência instalada total no Brasil, até esta data, de 1,65 GWp.

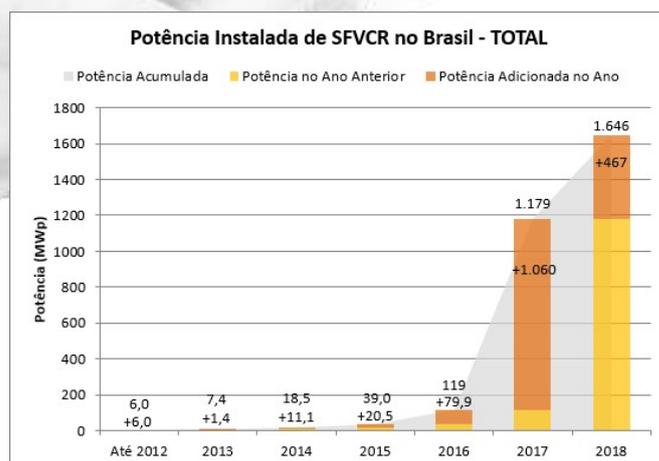


Figura 3 - Evolução da potência instalada fotovoltaica no Brasil.

Fonte: Dados compilados pelos autores com base em [4] e [5].

Segundo [4], a potência total instalada no Brasil, englobando todas as fontes geradoras de energia elétrica, é de 159,97 GW. Considerando a potência instalada de SFVCRs, esta resulta em aproximadamente 1% em relação a potência instalada de fontes geradoras

de energia elétrica conectadas ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

Um conceito importante a ser definido neste momento do estudo é a diferenciação de percentual de potência instalada e percentual de energia fornecida para a matriz elétrica. Em 2017, a quantidade ofertada de energia elétrica no SIN foi de 624,3 TWh. Deste valor, 832 GWh foi gerado pelos sistemas fotovoltaicos, o que representou aproximadamente 0,13% do total [7].

O ano de 2018, apesar de estar ainda em curso, também apresenta um aumento considerável no valor da potência fotovoltaica adicionada.

A Figura 4 apresenta a participação percentual da energia elétrica disponibilizada no Brasil no ano de 2017 por tipo de fonte.

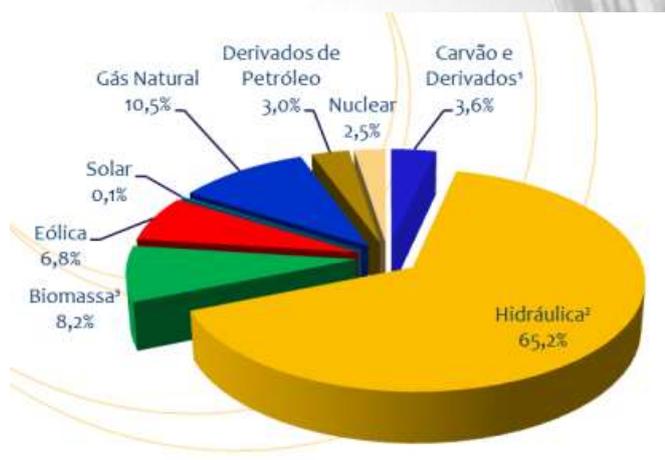


Figura 4 – Distribuição percentual da energia elétrica no Brasil por tipo de fonte.  
Fonte: [7]

Como observado na Figura 4, o percentual de utilização da energia solar fotovoltaica ainda é pouco significativo na matriz elétrica brasileira em relação à outras fontes, tais como hidráulica e térmica. Com isto, a energia solar fotovoltaica possui grande potencial de crescimento no país.

A partir da data de 31/07/2018 os valores ilustrados correspondem a um possível cenário para a energia solar fotovoltaica no Brasil.

O aumento da energia solar fotovoltaica no Brasil, como se pode observar nos gráficos das Figuras 1, 2 e 3, que relatam o cenário atual, ainda não segue um padrão fixo ou um crescimento sustentável. Observa-se grandes

variações nos percentuais de crescimento ao longo dos anos, tanto nos sistemas de geração distribuída como nas usinas. Este fato é mais visível na geração centralizada, pois quando são construídas usinas de grande porte, como de 2016 para 2017, a quantidade adicionada de potência tem um grande salto em relação ao ano anterior.

Essa característica de crescimento irregular, aparentemente imprevisíveis da energia solar fotovoltaica no Brasil pode ser explicada devido a esta tecnologia ter sido recentemente regulamentada. Nos momentos iniciais, qualquer valor adicionado de potência causa grande variação no valor total. Por isso, ocorrem os saltos observados nos gráficos, que correspondem a variações percentuais acentuadas de um ano para outro.

Porém, em âmbito mundial, a tecnologia já segue estabelecida e com crescimento estável. O percentual adicionado da potência instalada anualmente segue em torno de 30% em relação ao valor anterior [8]. A tendência é que ao longo dos anos os países nos quais a tecnologia ainda está iniciando atinjam esse percentual de crescimento sustentável.

Particularmente, no Brasil, o percentual de crescimento ainda é bem elevado por ter baixa potência instalada em seu território. Porém, a medida em que a energia solar fotovoltaica no Brasil vai ganhando representatividade frente ao parque energético, seu crescimento passará a se estabilizar, seguindo a tendência mundial. Desta forma, é esperado que o percentual diminua gradativamente para os anos seguintes, até chegar em 2025. No gráfico da Figura 5 é mostrado o valor estimado de potência instalada no Brasil até 2025 e o quanto seria adicionado anualmente.

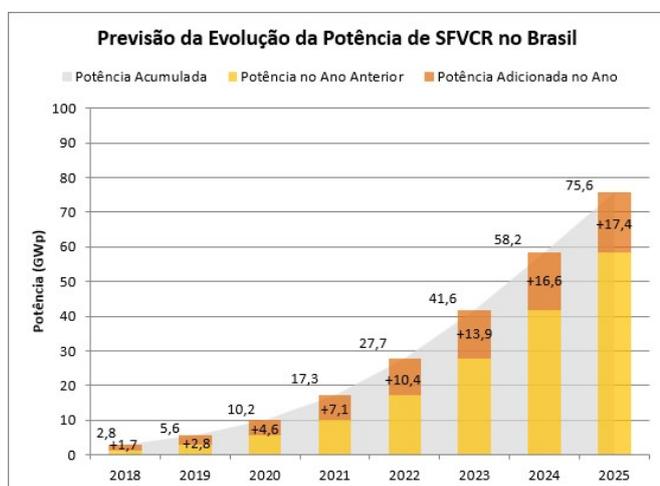


Figura 5 – Cenário de previsão da evolução do total de SFVCR no Brasil no horizonte 2025.  
Fonte: Autoria própria.

No gráfico da Figura 5 é projetada uma potência instalada no Brasil para os SFVCRs de 75,6 GWp em 2025. Com isso, utilizando-se um *YIELD* médio de 1.300 kWh/kWp.ano atribuído neste estudo, obtém-se o valor de energia a ser produzida naquele ano, resultando em 98,3 TWh de energia elétrica.

Segundo [9], a estimativa da energia elétrica que será demandada pelo país em 2025 será em torno de 800 TWh. Se deste montante de energia, 98,3 TWh for produzida pela energia solar fotovoltaica, isso representará 12,3% do total de energia elétrica demandada no país naquele ano, uma parcela expressiva, porém factível de ser atingida. Entretanto, com o aumento expressivo de demanda, a produção de energia também deve aumentar na mesma proporção. Devido ao seu grande potencial de crescimento, a energia solar fotovoltaica deve ser considerada como uma opção extremamente viável de fornecimento de energia elétrica.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do desenvolvimento deste trabalho foi possível caracterizar o panorama atual e criar um cenário com a previsão até o ano de 2025 dos SFVCRs no Brasil.

Atualmente, nota-se que a capacidade instalada de SFVCRs de mini e micro geração tem aumentado de

maneira regular, enquanto que nas usinas de geração centralizada o aumento da potência instalada é mais descontínuo. Portanto, o crescimento da energia solar fotovoltaica no Brasil, representado pela soma das capacidades de SFVCRs de mini e micro geração e usinas de geração centralizada, ainda não segue um padrão fixo ou um crescimento sustentável. Esse cenário é justificado por tratar-se de uma tecnologia nova e recentemente regulamentada.

Outro aspecto relevante deste estudo, foi identificar que as previsões de crescimento dos SFVCRs no Brasil divulgadas pelos órgãos oficiais brasileiros foram superadas, principalmente nos anos de 2016 e 2017, ano em que não só atingiu a marca de 1 GWp de capacidade instalada, como também neste mesmo ano foi adicionado mais de 1 GWp como observa-se no gráfico da Figura 3.

No que diz respeito à previsão do crescimento de SFVCR no Brasil, espera-se que com o amadurecimento dessa tecnologia o crescimento da potência instalada torne-se relativamente estável. Apesar da pouca expressividade da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira atual, essa fonte possui grande potencial de crescimento no país. A previsão realizada indica que a energia proveniente dessa fonte poderá alcançar em torno de 12,3% da energia elétrica total demandada em 2025 no Brasil.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] TONIN, F. S. Caracterização de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica na Cidade de Curitiba. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Energia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, 2017.
- [2] SCOLARI, B.; URBANETZ JR, J. Panorama dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica amparados pela REN nº482/2012 da ANEEL no Brasil. VII Congresso Brasileiro de Energia Solar - VII CBENS, Gramado, 2018.
- [3] Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), 2017a. Nota Técnica nº 0056/2017-SRD/ANEEL - Atualização das Projeções de Consumidores Residenciais e Comerciais com microgeração solar fotovoltaicos no horizonte 2017-2024, Brasília. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/documents/656827/15234696/Nota+T%C3%A9cnica\\_0056\\_PROJE%C3%87%C3%95ES+GD+2017/38cad9ae-71f6-8788-0429-d097409a0ba9](http://www.aneel.gov.br/documents/656827/15234696/Nota+T%C3%A9cnica_0056_PROJE%C3%87%C3%95ES+GD+2017/38cad9ae-71f6-8788-0429-d097409a0ba9)>. Acesso em: 05/08/2018.
- [4] Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), 2017b. Outorgas e Registros de Geração: Unidades Consumidoras

com Geração Distribuída. Disponível em: <  
<http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/gd.asp>>. Acesso em:  
10/08/2018.

- [5] Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), 2017c. Banco de Informações de Geração (BIG). Disponível em :<  
<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 10/08/2018.
- [6] PEREIRA, E. B., MARTINS, F. R., GONÇALVES, A. R., COSTA, R. S., LIMA, F. J. L., RUTHER, R., ABREU, S. L., TIEPOLO, G. M., PEREIRA, S. V., SOUZA, J. G. Atlas Brasileiro de Energia Solar. São José dos Campos, 2017.
- [7] MME, Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional 2018: Relatório Síntese: Ano Base 2017. Disponível em < <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-397/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%202018-ab%202017vff.pdf>> Acesso em: 12/08/2018.
- [8] REN21, Renewables 2018 - Global Status Report. Disponível em < [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652\\_GSR2018\\_FullReport\\_web\\_final\\_.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652_GSR2018_FullReport_web_final_.pdf)> Acesso em: 06/08/2018.
- [9] TIEPOLO, G. M., PEREIRA, E. B., URBANETZ JR. J., PEREIRA, S. V., GONÇALVES, A. R., LIMA, F. J. L., COSTA, R. S., ALVES, A. R. Atlas de Energia Solar do Estado do Paraná. Curitiba, 2017.

