

## IMPACTOS DAS REGULAMENTAÇÕES DA ANEEL SOBRE O SETOR SOLAR FOTOVOLTAICO

ISABELE SILVA, A.<sup>1</sup>; MOREIRA JUNIOR, O. J<sup>2</sup>

annysisabele@gmail.com<sup>1</sup>; orlandojunior@ufgd.edu.br<sup>2</sup>;

**RESUMO** - Este artigo traz uma análise das normativas regulamentadoras da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) para a geração de energia solar fotovoltaica desde a normativa nº 482, 17 abril de 2012 até a normativa Lei 14.300, 6 de janeiro de 2022. Também foi abordado o crescimento da potência instalada de geração de energia através da fonte fotovoltaica no Brasil e a cobrança progressiva pelos custos de uso da rede de distribuição de energia elétrica.

**Palavras-chave:** Regulamentação. Geração. Fotovoltaico.

**ABSTRACT** – This article presents an analysis of the regulatory norms of ANEEL (National Electric Energy Agency) for photovoltaic solar generation, from norm number 482, April 17th, 2012, to law 14.300, January 6th, 2022. It also discusses the growth of installed power generation capacity through photovoltaic sources in Brazil. Additionally, the latest regulation 1000/2021 introduced a progressive charge for the costs of using the electric distribution network.

**Keywords:** Regulation. Generation. Photovoltaic.

## 1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica desempenha um papel fundamental na sociedade brasileira, sendo um recurso essencial que impulsiona o desenvolvimento econômico, social e tecnológico do Brasil.

A disponibilidade e acessibilidade à energia são indispensáveis para diversos aspectos do cotidiano e o funcionamento de serviços essenciais, como hospitais, escolas e meios de comunicação e até as operações industriais do país. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é o órgão responsável pela regulação e fiscalização do setor elétrico brasileiro.

De acordo com estudo feito pelo Ministério de Minas e Energia MME (2022.a), a importância no crescimento de fontes renováveis para geração de energia elétrica no Brasil reflete não apenas a necessidade de diversificação da matriz energética, mas também o compromisso com a sustentabilidade ambiental. Diante dos desafios globais relacionados às mudanças climáticas e à busca por alternativas mais limpas, o país tem se destacado no aproveitamento de recursos naturais abundantes para produção de energia renovável conforme pesquisado em BRASIL (2021).

Um estudo feito por ABSOLAR (2022), mostrou que alternativas renováveis de

geração de energia, como solar, eólica e biomassa não apenas contribuiu para a redução das emissões de gases de efeito estufa, mas também diversificou a matriz energética do país.

Em específico a geração de energia através da fonte solar fotovoltaica tem apresentado uma evolução crescente no Brasil. Como mostra MME (2024), no ano de 2023 o país alcançou uma porcentagem de 49,1% de fontes renováveis que compõem a sua matriz energética. Desse número, os modelos de Geração de Energia Centralizada (GC) e Geração de Energia Distribuída (GD), desempenham papéis cruciais na transição do Brasil para fontes de energia mais sustentáveis.

De acordo com o relatório da ABSOLAR de julho de 2023, os últimos cinco anos registraram uma significativa redução nos preços de instalação de sistemas fotovoltaicos, consolidando a energia solar como uma das opções mais competitivas no Brasil a partir de 2019 ANEEL (2023.a). A geração distribuída possui mais de 2 milhões de sistemas interconectados ao Sistema Interligado Nacional (SIN2). Em número de conexões GD, os sistemas residenciais lideram com 78,6%, seguidos por instalações comerciais e de serviços (10,8%), rurais (8,7%) e industriais (1,6%). Dos mais de 22GW de potência fotovoltaica instalada, destacam-se os sistemas residenciais com 49,5%, seguidos

por instalações comerciais e de serviços (27,8%), rurais (14,7%) e industriais (6,8%) ABSOLAR (2023).

A Figura 01 ilustra a variação dos preços dos sistemas fotovoltaicos em reais por potência instalada (R\$/Wp) de 2016 a 2023, evidenciando uma redução de mais de 50% nos sistemas de pequeno porte e de 60% nos sistemas de grande porte.

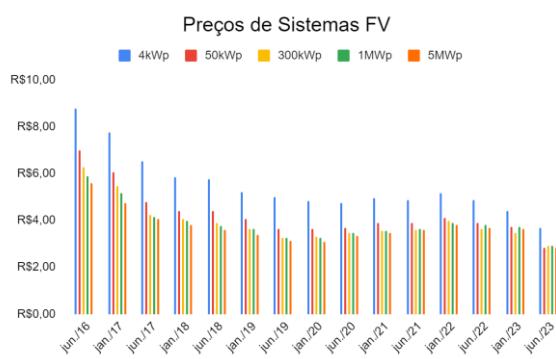


Figura 01. Variação do preço dos SFVs entre 2016 e 2023.

Fonte: Greener (2023.b)

De acordo com o relatório do Greener no segundo semestre de 2023 enfatiza uma redução média de 21% nos preços dos kits de instalação em janeiro deste ano, em comparação com o mesmo período de 2022. Esse declínio nos preços foi impulsionado por uma baixa demanda inicial em 2023, que por sua vez foi influenciada por mudanças nas regras de geração distribuída e uma diminuição no financiamento das vendas GREENER (2023.b).

A Figura 02 ilustra o crescimento exponencial da energia solar fotovoltaica no Brasil. As instalações geradoras fotovoltaicas são representadas pela curva em verde

escuro, enquanto as unidades consumidoras (UCs) beneficiadas são representadas pela curva em azul claro.

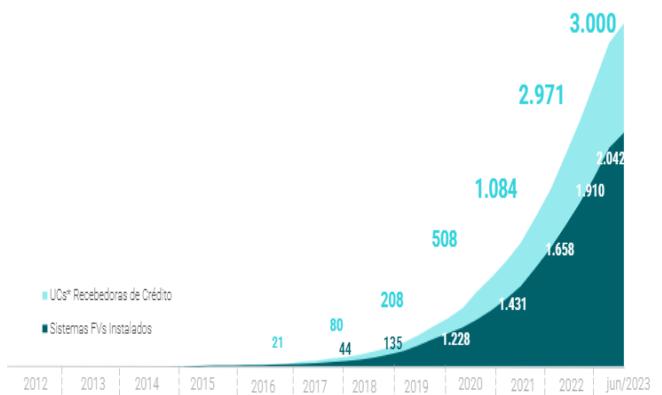


Figura 02. Número de instalações fotovoltaicas conectadas à rede.

Fonte: GREENER (2023)

Em se tratando do âmbito legacional relacionado a esta fonte de geração, no ano de 2012, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) instituiu a Resolução Normativa Nº 482, que permitiu a microgeração e minigeração distribuídas. Esse marco permitiu que consumidores pudessem gerar sua própria energia conectados ao sistema de distribuição e ainda, armazenando créditos excedentes. O crescente interesse pela fonte renovável trouxe melhorias com a normativa nº 482, BRASIL (2012). Nesta disposição foi determinado que sistemas geradores com até 75kW de potência instalada seriam considerados microgeradores de energia fotovoltaica e sistemas com potência instalada entre 75kW e 5MW seriam considerados minigeradores de energia fotovoltaica.

O termo Geração Compartilhada surgiu da Resolução Normativa Nº 687, BRASIL (2015). De acordo com a resolução, além dos consumidores que já geravam sua energia, outras modalidades seriam aceitas, como a geração em condomínios residenciais ou comerciais em um mesmo local (empreendimento com múltiplas unidades). Trouxe a possibilidade onde mais de uma unidade consumidora em diferentes locais compartilhe a geração, desde que estivessem na mesma concessão de distribuição e titularidade. Atrelado a isso, surgiu o conceito de autoconsumo remoto, que permite a geração distribuída instalada em local diferente de consumo.

Para organizar as cobranças de tarifa foi criada a divisão de grupos A e B, onde grupo A é classificado como alta tensão para consumidores que recebem energia elétrica em tensão igual ou maior que 2,3kV. Já o grupo B, composto por unidades consumidoras que recebem energia elétrica com tensão inferior a 2,3kV, chamados de baixa tensão, MME (2022.b).

A Resolução ANEEL 1059, de fevereiro de 2023, aprimora as regras da Lei 14.300. De acordo com a REN 1059 os novos consumidores, categorizados como GD II e os consumidores anteriores a vigência da Lei 14.300 GD I. Os consumidores GD II devem pagar, além da energia consumida não abatida por créditos, o maior valor monetário

entre o custo de disponibilidade e o custo parcial da TUSD Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição, Fio B ANEEL (2023.b). Para entender o custo da TUSD Fio B, é necessário entender a fatura da energia elétrica. A conta é composta pela soma da Tarifa de Energia (TE) e a (TUSD). A TE é o valor para distribuir a energia elétrica, nela também incidem encargos setoriais. A TUSD é o valor relativo ao uso da rede, da fiação propriamente dita, mais encargos e perdas ANEEL (2023c). A porcentagem de cada uma dessas tarifas na soma da conta de energia, varia dependendo do estado e da concessionária. Além disso, existem benefícios também para algumas situações, como a tarifa social. Porém, considerando um contrato convencional, as porcentagens podem, de forma aproximada, ser relacionadas ao custo total da taxa de energia ECOA (2019).

Portanto, de acordo com ECOA (2019), a TUSD Fio B representa aproximadamente 28% da tarifa paga pela energia elétrica que cobre os custos de distribuição e encargos setoriais.

Em 6 de janeiro de 2022 foi estabelecido o marco legal de geração distribuída, a lei 14.300 trouxe mudanças na cobrança do fio B (componente tarifário) da tarifa de energia elétrica. Para aqueles que possuíam sistema instalado até 7 de janeiro de 2023 teriam isenção da cobrança progressiva dos custos do uso da rede até o

ano de 2045 (GDI) e para novas unidades consumidoras cadastradas a partir daí (GDII) a cobrança dos encargos pelo uso da rede de distribuição teve início com acréscimo sobre a parcela do fio B de: (i) 15% em 2023; (ii) 30% em 2024; (iii) 45% em 2025; (iv) 60% em 2026; (v) 75% em 2027; (vi) 90% em 2028; e (vii) 100% em 2029 dados apresentado em BRASIL (2022).

Foram abordadas nesse artigo as mudanças que as normativas sofreram ao longo dos anos, a expansão de instalações residenciais e a cobrança gradativa dos custos de uso da rede, mostrando o cálculo do valor cobrado sobre a parcela do fio B na fatura de energia elétrica.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste artigo foi demonstrar como a regulamentação da ANEEL sofreu alteração ao longo dos anos, desde a implementação da normativa nº 482 de 17 de abril de 2012, até a normativa 14.300, também citada como marco legal da geração de energia elétrica através da fonte solar fotovoltaica. Um dos objetivos específicos:

- Interferência das normativas regulamentadoras da ANEEL no aumento da potência instalada de novos sistemas de geração própria de energia através da fonte solar;

- Cálculo do uso de encargos da rede de distribuição fazendo comparativo entre duas residências;
- Análise de fatores que corroboraram para o aumento no número de instalações residenciais;
- Como a RN 1000/2021 regulamenta a Lei 14.300 e o que isso interfere para novas instalações de geração de energia através da fonte solar fotovoltaica.

## 3 REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 Resolução normativa 482.

A Resolução Normativa Nº 482, ANEEL (2012), teve como principal objetivo estabelecer as condições para a microgeração e minigeração distribuída de energia elétrica no Brasil. Visou incentivar a produção descentralizada de energia por consumidores, especialmente a partir de fontes renováveis como solar, eólica, hidráulica, biomassa e cogeração qualificada. Ao definir potências específicas para micro e minigeração distribuída, a normativa instituiu um sistema de compensação de energia, permitindo que o excedente gerado fosse injetado na rede elétrica, gerando créditos que podem ser utilizados para abater o consumo em outros momentos.

A resolução também estabeleceu diretrizes para a conexão segura à rede de distribuição, a instalação de medidores

bidirecionais, além de isenções de encargos e tributos sobre a energia gerada e consumida localmente.

Essa legislação representou um marco na busca pela sustentabilidade no setor elétrico brasileiro, proporcionando um ambiente favorável para a expansão de projetos de geração distribuída, reduzindo a dependência de grandes usinas e permitindo que consumidores desempenhem também o papel de produtores de energia, alinhando-se às tendências globais de transição para fontes mais limpas e renováveis.

### *3.2 Resolução normativa 687.*

Segundo ANEEL (2015), a Resolução Normativa Nº 687 desempenhou um papel fundamental ao estabelecer as bases para o sistema de compensação de energia elétrica no Brasil.

Essa RN 687/2015 instituiu o sistema de compensação, permitindo que os consumidores possam injetar o excedente de energia gerado na rede elétrica, gerando créditos que podem ser utilizados para abater o consumo em momentos em que a geração local é insuficiente.

Adicionalmente, a normativa 687 estabeleceu uma potência máxima de 75kW para microgeração e de 5MW para minigeração, definiu como 34 dias o prazo máximo para cadastro de um sistema solar junto a concessionária, assim como 60 meses

para uso dos créditos acumulados no sistema de compensação.

Esta resolução também estabeleceu procedimentos para a conexão segura desses sistemas à rede, proporcionou isenção de encargos e tributos federais sobre a energia gerada localmente e permitiu a formação de cooperativas ou consórcios, facilitando projetos colaborativos.

### *3.3 Novo marco legal, resolução normativa Lei 14.300.*

A resolução normativa Lei 14.300, promulgada em 06 de janeiro de 2022 e que entrou em vigor em 07 de janeiro de 2023 trouxe mudanças significativas para o mercado de Geração Distribuída (GD) no Brasil, concentrando-se principalmente no sistema de compensação de créditos BRASIL (2022). Uma nova regra tarifária esteve em processo de elaboração em duas etapas: a definição das diretrizes de cálculo pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e a execução dessa conta pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

No entanto, existiram condições em que o consumidor pode perder esse direito adquirido, como no encerramento contratual da unidade consumidora, aumento da potência instalada, ou irregularidades no sistema de medição atribuíveis ao consumidor. A lei não caracteriza uma cobrança direta da energia solar, mas estabeleceu compensações pelo uso da

infraestrutura da rede elétrica, considerando os benefícios da GD ao sistema.

O Fator de Simultaneidade ( $F_s$ ) na geração solar é uma medida que indica a proporção entre a energia ativa consumida no local e a energia gerada pelo sistema fotovoltaico no mesmo instante SILVEIRA (2023). Esse fator é importante para avaliar a eficiência e a rentabilidade do sistema, pois quanto maior for o fator de simultaneidade, menor será a energia excedente injetada na rede elétrica e, consequentemente, menor será a cobrança da TUSD Fio B.

Para estimar o fator de simultaneidade, é preciso conhecer o perfil de consumo da unidade consumidora e a curva de geração do sistema fotovoltaico. A Equação 1 demonstra o cálculo do fator de simultaneidade SILVEIRA (2023).

#### ***Equação 1:***

$$\text{Fator de simultaneidade} = \frac{\text{Autoconsumo}}{\text{Energia gerada}}$$

Onde:

- Autoconsumo (kWh): energia gerada e consumida dentro da propriedade, sem passar pelo medidor bidirecional.
- Energia gerada (kWh): energia produzida pelo sistema fotovoltaico.

#### ***3.4 Definição de GDI e GDII.***

Para um melhor entendimento do assunto abordado neste trabalho, foi necessário definir dois termos de extrema importância, Geração Distribuída I (GDI) e

Geração Distribuída II (GDII). O termo GDI se refere a projetos de geração de energia solar fotovoltaica protocolados pela concessionária de energia elétrica até o dia 07/01/2023, considerados também como “direito adquirido”. Já projetos protocolados a partir de 08/01/2023 foram considerados GDII ANEEL (2023.d).

#### ***3.5 Medidor bidirecional.***

O medidor bidirecional é a peça-chave para o registro da energia injetada na rede. Diferente do medidor tradicional, que só registra a energia que entra na rede da unidade consumidora (UC), o medidor bidirecional registra o fluxo em ambos os sentidos, tanto energia injetada como consumida.

O código 03 destacado na figura 03 é utilizado para referenciar o valor de energia consumida pela UC. Já o código 103 destacado na figura 04 é utilizado para referenciar o valor de energia injetada pela UC.



Figura 03. Medidor bidirecional com dados de consumo.

Fonte: Imagem do autor.



Figura 04. Medidor bidirecional com dados de energia injetada na rede da concessionária.

Fonte: Imagem do autor

### *3.6 Aumento no número de instalações fotovoltaicas no Brasil.*

Segundo dados do PORTAL SOLAR (2025), o Brasil acrescentou mais 5,25GW de potência instalada de energia solar fotovoltaica à matriz energética, dados computados até junho do ano de 2025. Com esse avanço, o país chegou a marca de 41GW de potência instalada em geração distribuída, para a fonte solar fotovoltaica. Um aumento significativo considerando que em 2012, quando a Resolução Normativa nº 482 foi implementada, o país possuía cerca de 7MW de sistemas fotovoltaicos instalados.

Esse crescimento exponencial pôde ser atribuído a uma combinação de fatores, um deles foi aumento significativo na importação de módulos fotovoltaicos no ano de 2022, causado pela redução no valor desses produtos que chegou a uma redução de cerca de 12% GREENER (2023.a).

O aumento no valor da fatura de energia foi outro fator crucial para o

crescimento do número de instalações fotovoltaicas no Brasil, principalmente de sistemas residenciais, que correspondeu a 79% das instalações fotovoltaicas no ano de 2022 GREENER (2023.b).

Casarini (2023), relacionou os principais fornecedores de módulos solares que forneceram ao Brasil em 2022. O autor citou que, entre os 51 fabricantes de módulos fotovoltaicos atuando no segmento, os 20 maiores foram responsáveis pelo fornecimento de mais de 80% dos equipamentos em operação no País. As empresas com maior participação foram a Canadian, com 18,72%, Jinko Solar (11,14%), Risen (9,25%), Trina (8,71%) e BYD (7,45%). Podemos observar que, todas são empresas multinacionais, as quatro últimas sendo empresas chinesas.

### *3.7 Cobrança progressiva do uso da rede de distribuição.*

A Lei 14.300 de 6 de janeiro de 2022 é uma norma federal e para descrever os pormenores dessa norma existem resoluções normativas específicas. Uma delas é a REN 1000/2021, criada pela ANEEL, que regulamenta a Lei 14.300, ANEEL (2021).

O artigo 655-C desta resolução direciona os encargos cobrados na fatura de energia, mostrando as disposições transitórias, uma delas que definiu os grupos GDI e GDII. Assim como a disposição transitória que permite ao

grupo GDI estar isento da cobrança do uso de encargos da rede até 2045.

Com a implementação da resolução 1000/2021, a dinâmica da compensação de energia e a cobrança do fio B mudaram significativamente. A nova legislação introduziu um sistema de transição para a cobrança dos encargos de uso do sistema de distribuição, caracterizados GDI e GDII.

Na fatura de energia elétrica, pode-se observar a discriminação de diferentes componentes tarifários. Embora o termo "fio B" nem sempre apareça explicitamente, ele está incluído na parte da tarifa que cobre os serviços de distribuição.

A fatura de energia elétrica é dividida em várias partes, tais como:

- Custo de Energia: Relacionado ao preço da energia gerada;
- Encargos Setoriais: Taxas adicionais que incluem diversos encargos regulatórios;
- Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD): Esta parte da fatura inclui os custos de distribuição, onde está embutido o "fio B";
- Tributos: Impostos e taxas governamentais.

O "fio B" é um componente essencial da tarifa de energia elétrica, representando os custos de distribuição da energia desde as subestações de transmissão até o consumidor final. Entender esse termo e sua

funcionalidade foi essencial para realizar o estudo deste artigo.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Embasamento teórico

Com base nos dados da ANEEL (2025.b) foi elaborado pelo autor o gráfico 01 a fim de demonstrar o crescimento da potência instalada de geração de energia distribuída (GD) através da fonte renovável solar fotovoltaica, do ano de 2012 até junho de 2025 no Brasil. O gráfico 01 serviu de embasamento para estudos desenvolvidos no decorrer do artigo.

### 4.2 Apresentação dos dados

Através do banco de dados da ANEEL (2025), foi utilizado o arquivo “Quantidade de empreendimentos de geração de energia em operação” com os valores de potência instalada para empreendimentos de geração de energia da classe residencial em operação até a data do arquivo (06 de junho de 2025). Este documento comportava todos os meios de geração de energia sustentável: hidrelétrica, termoelétrica, eólica, fotovoltaica. Porém, foram analisados apenas os dados de geração de energia fotovoltaica, a qual é tratada neste artigo.

### 4.3 Instalações residenciais

O gráfico 01 apresenta os dados extraídos do site da ANEEL (2025) e foi elaborado a fim de mostrar o comparativo da potência de instalações residenciais em

relação ao número total de potência instalada de geração de energia através da fonte solar fotovoltaica.

#### *4.4 Cálculo de custos dos encargos de uso da rede de distribuição*

Para melhor entendimento de como funciona a cobrança progressiva do uso da rede de distribuição foram apresentados no tópico 3 os itens que compõem a fatura de energia e como é calculado o custo do fio B, utilizando o valor da TUSD do ano de 2025 para explicitar o cálculo da porcentagem de cobrança do fio custo do fio B, que é progressiva no caso 45% para o ano de 2025.

Comparando o custo de fatura GD para uma mesma classe, neste caso residencial, foi feita uma análise das possíveis formas de diminuição dos impactos de cobrança da TUSD. No exemplo foi considerado o ano de 2025 onde a porcentagem de acréscimo no fio B corresponde a 45%. Um estudo de caso foi realizado entre duas residências, no ano de 2025, considerando o período de um mês. A primeira supostamente injetou 300kWh de energia na rede, a segunda supostamente injetou 100 kWh de energia com uma tarifa de 1,14 R\$/kWh na rede da concessionária. Com essas suposições foi possível demonstrar qual o valor de custo do fio B em reais (R\$) para cada um dos casos e também comparar em qual situação os impactos de cobrança da TUSD teria maior impacto financeiro.

## 5 ANÁLISE E RESULTADOS

### *5.1 Classe residencial*

Entre as classes de geração distribuída: rural, industrial, comercial e serviços, poder público, serviço público e iluminação pública, uma que se destaca é a residencial. Utilizando dados de BRASIL (2025.b) o gráfico 01 foi elaborado a fim de demonstrar a potência instalada de geração distribuída comparando a classe residencial com a potência total instalada no país a partir de 2012 quando a resolução 486 foi editada e atualizada pela resolução 687 da ANEEL em 2015, até o ano de 2025 quando a Lei 14.300 foi a última atualização na regulamentação.

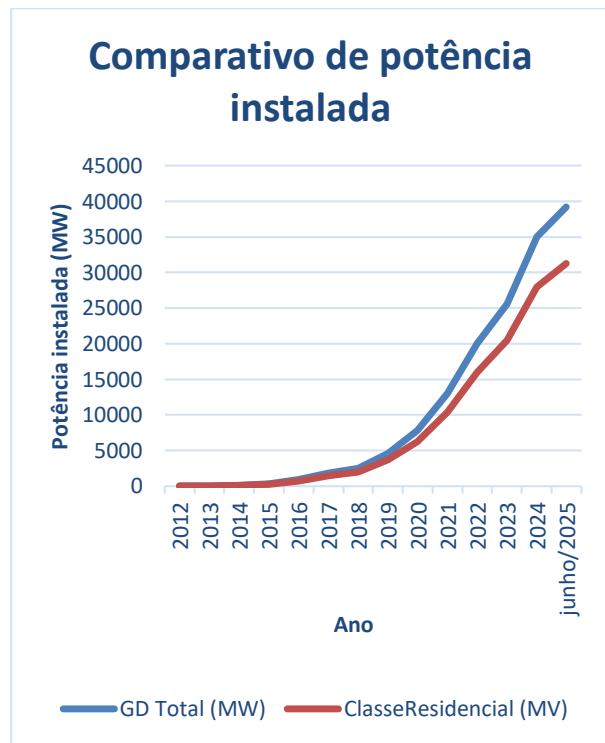


Gráfico 01. Dados de potência instalada de energia fotovoltaica no Brasil comparativo com a classe residencial.

Fonte: BRASIL (2025.b)

No ano de 2012, a resolução normativa 482 incentivou a geração descentralizada de energia elétrica através da fonte solar fotovoltaica, como foi mostrado no item 4.1. No mesmo ano a potência instalada de consumo residencial no Brasil era cerca de 8MW, como mostra o gráfico 01.

Em 2015, com a resolução normativa 687 houveram algumas mudanças como no limite de minigeração distribuída, de 1MW para 5MW, as novas modalidades de GD como geração em condomínio e a geração compartilhada. Redução no prazo para aprovar o projeto junto a concessionária, de 82 para 34 dias. A potência instalada na classe residencial era cerca de 240MW, de acordo com o gráfico 01.

De 2015 até 2022 a potência instalada de consumo residencial saltou para um número de 16.000MW, ganhando maior visibilidade no país, a geração fotovoltaica expandiu significativamente, se destacando entre as fontes renováveis.

No ano de 2023, as novas instalações passaram a se enquadrar nas normas da Lei 14.300, no entanto, a potência instalada para essa fonte renovável subiu cerca de 128%, chegando a 20.480MW. O crescimento continuou, em junho de 2025 a classe residencial somou 31.260MW de potência instalada no país. Esse estudo foi realizado com base no banco de dados da Agência Nacional de Energia Elétrica, BRASIL (2025.a).

## 5.2 Balanço de energia.

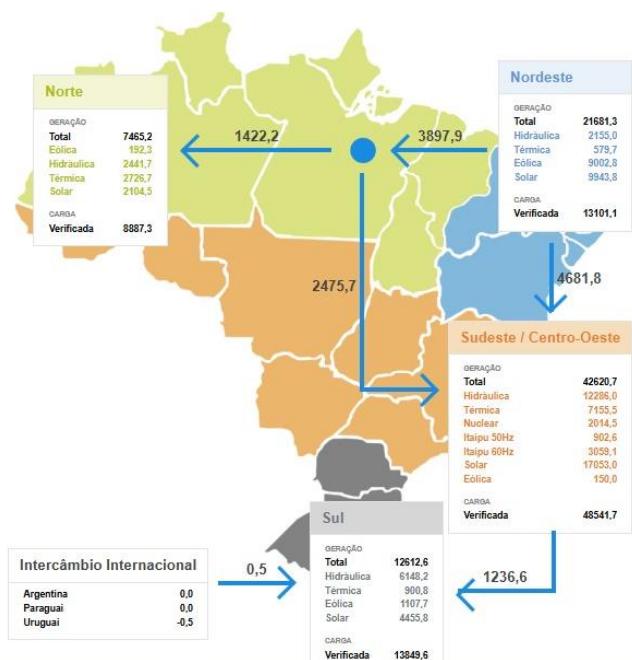


Figura 05. Balanço de energia.

Fonte: ONS (2025).

Utilizando o banco de dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico, ONS (2025), como pode ser visto na figura 05, foi demonstrada a potência instalada de energia elétrica gerada pela fonte solar fotovoltaica no Brasil separado por regiões. Os dados coletados em agosto de 2025 demonstram a geração de energia do país de todas as fontes (Hidráulica, Térmica, Eólica e Solar) porém a ênfase se dá nos números de geração a partir da fonte solar. Apesar de abordar todas as classes de consumidores e a geração distribuída e centralizada é um importante comparativo de como a geração solar fotovoltaica tem se destacado no país.

Com o gráfico pode-se observar que a região Norte com 2.104,5MW de geração, região Nordeste com 9.943,8MW, regiões Centro Oeste e Sudeste com 17.053MW de

geração e região Sul 4.455,8MW de potência instalada. Esses dados demonstram que o setor de geração solar fotovoltaico está com maior número nas regiões Centro Oeste e Sudeste, compondo 50% do total.

### *5.3 Cobrança pelo uso da rede de distribuição*

Com a regulamentação RN1000/2021 sobre a lei 14.300, algumas alterações ocorreram na cobrança da fatura de energia. Com os grupos GDI e GDII definidos, passou-se a cobrar os encargos de uso da rede para o grupo GDII. A tabela 1 foi utilizada para realização dos cálculos de custo do TUSD na fatura de energia.

Tabela 1. Valor percentual de fio B até o ano 2029.

Ano	Percentual Fio B
2023	15%
2024	30%
2025	45%
2026	60%
2027	75%
2028	90%
2029	100%

Fonte: BRASIL (2022).

O cálculo de custo desses encargos foi feito na parcela do fio B, onde a cobrança passou a ser progressiva, começando com o percentual de 15% em 2023 e finalizando com 100% em 2029, como mostra a tabela 1.

Para o ano de 2025 foi estabelecido 45% de cobrança sobre o fio B. O cálculo feito foi

multiplicar o valor do TUSD para o grupo escolhido pelos 45% referente ao ano de 2025.

Conforme a resolução homologatória nº 3.441/2025, BRASIL (2025.c) o valor determinado para TUSD de uma residência subclasse B1 (residencial, modalidade branca) é de 0,81 R\$/kWh. O valor do fio B no ano de 2025 sendo R\$0,32. Foram realizado cálculos com base nesta resolução afim de comparar o valor pago de encargos para duas residências.

Através da equação 2 identificamos o valor a ser pago por kW injetado na rede:

### *Equação 2:*

$$0,32 * 45\% = R\$ 0,144 \quad (2)$$

No primeiro exemplo considerando uma residência GDII onde o consumo mensal foi 1000kW/h em um determinado mês e foi injetado 300kW/h de energia ativa na rede da concessionária, o cálculo de encargos pagos neste mês foi de R\$109,35 segundo a equação (3).

### *Equação 3:*

$$300 * 0,144 = R\$43,20 \quad (3)$$

A mesma linha de raciocínio foi utilizada para calcular mês a mês no período de um ano (12 meses) conforme a tabela 2.

Tabela 2. Cálculo dos custos de encargos pagos por utilização da rede de distribuição.

Mês referência	kW injetado	Custo
Janeiro	300	R\$ 43,20
Fevereiro	315	R\$ 45,36
Março	302	R\$ 43,49
Abril	304	R\$ 43,78
Maio	355	R\$ 51,12
Junho	360	R\$ 51,84
Julho	345	R\$ 49,68
Agosto	330	R\$ 47,52
Setembro	312	R\$ 44,93
Outubro	303	R\$ 43,63
Novembro	301	R\$ 43,34
Dezembro	297	R\$ 42,77
<b>Somatório</b>	<b>3824</b>	<b>R\$ 550,66</b>

Fonte: Autor.

No segundo exemplo foi considerado uma residência com menores valores de energia injetada na rede de distribuição. Conforme a tabela 3 esses valores foram acompanhados mês a mês em um período de 12 meses.

Tabela 3. Cálculo dos custos de encargos pagos por utilização da rede de distribuição.

Mês referência	kW injetado	Custo
Janeiro	100	R\$ 14,40
Fevereiro	102	R\$ 14,69
Março	111	R\$ 15,98
Abril	104	R\$ 14,98
Maio	120	R\$ 17,28
Junho	128	R\$ 18,43
Julho	130	R\$ 18,72
Agosto	115	R\$ 16,56
Setembro	103	R\$ 14,83
Outubro	101	R\$ 14,54
Novembro	104	R\$ 14,98
Dezembro	98	R\$ 14,11
<b>Somatório</b>	<b>1316</b>	<b>R\$ 189,50</b>

Fonte: Autor.

Observando este segundo caso, o valor pago pelos custos de uso da rede de

distribuição foi inferior ao comparado no primeiro exemplo, como mostra a equação 4.

#### **Equação 4:**

$$100 * 0,144 = R\$ 14,40 \quad (4)$$

Os valores apresentados demonstram o custo de injetar energia excedente na rede da concessionária. Com esse estudo foi observado que quanto menos kW for injetado na rede, menor será o custo cobrado dos encargos sobre esse kW injetado.

Por fim, a última atualização na regulamentação, Lei 14.300 traz como benefício o direcionamento de um sistema dimensionado corretamente, a regulamentação afirmou assim como as anteriores (REN 482 e REN 687) a responsabilidade de dimensionamento do sistema de geração por parte das empresas que prestam esse serviço, causando um impacto de custo para a energia que for gerada e não for consumida.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo analisou a evolução da geração distribuída de energia solar no Brasil entre 2012 e junho de 2025, evidenciando um crescimento expressivo impulsionado pelas regulamentações da ANEEL.

Em 2012, com a Resolução Normativa nº 482, o país contava com apenas 8 MW de potência instalada. Em 2015, o valor aumentou para 240 MW e, em 2022, atingiu

20GW, demonstrando o início da consolidação da fonte fotovoltaica.

No ano 2023, o total chegou a 25,6 GW. Já em 2024, sob a influência da Lei nº 14.300 e da RN 1000/2021, a potência instalada atingiu 35GW, representando aumento de 36,72% em relação ao ano anterior.

Em junho de 2025, o país atingiu 39,2GW, dos quais 31,26GW eram da classe residencial, responsável por 79% da capacidade nacional de geração distribuída solar fotovoltaica. Esse avanço de 12% sobre 2024 ocorreu mesmo com o aumento da cobrança do fio B para 45%.

O desempenho evidencia que, apesar dos custos progressivos, a energia solar manteve-se economicamente atrativa. Assim, a regulamentação da ANEEL mostrou-se essencial para equilibrar o crescimento sustentável do setor e consolidar o protagonismo da geração fotovoltaica no Brasil.

Além da análise sobre as regulamentações, o estudo do cálculo do custo de uso da rede de distribuição fazendo comparativo entre duas residências mostrou como um sistema bem dimensionado, com menos excedente de energia injetada reflete em um custo menor pelo uso da rede de distribuição.

## **REFERÊNCIAS**

ABSOLAR. A energia solar é um caminho para reduzir o aquecimento global? 20 abr. 2022 Disponível em:  
<https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-e-um-caminho-para-reduzir-o-aquecimento-global/>. Acesso em: 19 ago. 2023. (São Paulo).

ABSOLAR. Infográfico: Panorama da solar fotovoltaica no Brasil e no mundo. 7 jul. 2023. ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. Disponível em:  
<https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em: 19 nov. 2024. (São Paulo).

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica: Geração. 25 maio 2023a. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em:  
<https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/relatorios-e-indicadores/geracao>. Acesso em: 22 ago. 2023.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica: empreendimentos-em-operacao. 3 jun. 2025. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em:  
<https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/empreendimentos-em-operacao>. Acesso em: 14 jul. 2025.

ANEEL. RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL No 1.059, DE 7 DE FEVEREIRO DE 2023. 7 fev. 2023.b. Disponível em:

<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20231059.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2023.

ANEEL. RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA ANEEL No 3.181, DE 4 DE ABRIL DE 2023. 4 abr. 2023.c. Disponível em:  
<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20233181ti.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2025.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica: empreendimento-gd-informacoes-tecnicas-fotovoltaica.csv. 25 ago. 2023.d. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em:  
<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20233181ti.csv>. Acesso em: 29 ago. 2024.

ANEEL. RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012. 17 abr. 2012. Disponível em:  
<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2024.

ANEEL. RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 687, DE 24 DE NOVEMBRO DE 2015. 24 nov. 2015. Disponível em:  
<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2023.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica: Resolução normativa nº1000. 7 dez. 2021. Disponível em:  
<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Relatório de energia renovável: panorama e perspectivas. Brasília, 2012. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2025.

BRASIL. LEI No 14.300, DE 6 DE JANEIRO DE 2022 - DOU - Imprensa Nacional. 7 jan. 2022. Portal da Imprensa Nacional do Brasil. Diário Oficial da União. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.300-de-6-de-janeiro-de-2022-372467821>. Acesso em: 28 ago. 2024. (Brasília).

BRASIL. Brasil é referência no campo da energia limpa e renovável. Portal Gov.br, Brasília, 18 out. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/10/brasil-e-referencia-no-campo-da-energia-limpa-e-renovavel>. Acesso em: 24 set. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Relação de empreendimentos de geração distribuída. Dados Abertos da ANEEL, Brasília, 12 ago. 2025.a. Disponível em: <https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/relacao-de-empreendimentos-de-geracao-distribuida>. Acesso em: 16 ago. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, que

estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica. Brasília, DF: ANEEL, 2015. Disponível em:

<https://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Empreendimentos em operação. Dados Abertos da ANEEL, Brasília, 3 jun. 2025.b. Disponível em: <https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/empreendimentos-em-operacao>. Acesso em: 16 ago. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Resolução Homologatória nº 3.441, de 2 de abril de 2025.c. Estabelece as tarifas da Energisa Mato Grosso do Sul – Distribuidora de Energia S.A. a partir de 8 de abril de 2025. Brasília, DF: ANEEL, 2025. Disponível em: <https://biblioteca.aneel.gov.br/acervo/detalhe/232566>. Acesso em: 28 ago. 2025.

CASARIN, R. Ranking lista principais fornecedores de painéis solares do Brasil em 2022. 4 jan. 2023. Portal Solar. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/noticias/mercado/geracao-distribuida/ranking-lista-principais-fornecedores-de-paineis-solares-do-brasil-em-2022>. Acesso em: 9 nov. 2024.

ECOA. Energia solar deve crescer 44% no Brasil em 2019, com impulso de geração distribuída. ECOA, São Paulo, 12 mar. 2019. Disponível em: <https://ecoa.org.br/energia-solar-deve-crescer-44-no-brasil-em-2019-com-impulso-de-geracao-distribuida/>. Acesso em: 12 set. 2025.

GREENER: A Evolução do Mercado Fotovoltaico no Brasil pelos dados do Estudo Estratégico de Geração Distribuída. 28 fev. 2023.a. Disponível em: [GREENER. Estudo Estratégico: Geração Distribuída 2023 | Mercado Fotovoltaico 1º Semestre: Greener, 2023b. Disponível em:<https://www.greener.com.br/estudo/estudo-estrategico-geracao-distribuida-2022-mercado-fotovoltaico-2-semestre/>. Acesso em: 09 nov. 2024.](https://www.greener.com.br/a-evolucao-do-mercado-fotovoltaico-no-brasil/#:~:text=A%20queda%20de%20pre%C3%A7os%2C%20liderada,milh%C3%A3o%20de%20instala%C3%A7%C3%A3o%20e%C3%AD%20pa%C3%ADs. Acesso em: 29 ago. 2024.</a></p></div><div data-bbox=)

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Protagonismo do Brasil em fontes renováveis. 09 fev. 2022.a. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/aneel-reforca->

protagonismo-do-brasil-em-fontes-renovaveis-no-energyear-2022 Acesso em: 16 ago. 2024.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Fontes renováveis. 20 jun. 2024 Disponível em: [https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/fontes-renovaveis-tingem-49-1-na-matriz-energetica-brasileira](https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/fontes-renovaveis-atingem-49-1-na-matriz-energetica-brasileira) Acesso em: 05 out. 2024.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA: Micro e mini geração distribuída. 10 fevereiro 2022.b Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida>. Acesso em: 22 ago. 2024.

SILVEIRA, G. Lei 14.300: O que é e como calcular o fator de simultaneidade? 19 jan. 2023. Canal Solar. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/lei-14-300-o-que-e-e-como-calcular-o-fator-de-simultaneidade/>. Acesso em: 9 nov 2024.

PORTAL SOLAR. Brasil acrescenta 5,25GW de energia solar no 1º semestre de 2025. Portal Solar, São Paulo, 24 ago. 2025. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/noticias/mercado/brasil-acrescenta-5-25-gw-de-energia-solar-no-1o-semestre-de-2025> . Acesso em: 10 ago. 2025.

Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Balanço de Energia. Disponível em:

<https://www.ons.org.br/paginas/energia-agora/balanco-de-energia> . Acesso em: 29 ago. 2025.