

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

**GABRIELA SOUZA CARVALHO**

**SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA CONSUMIDORES  
DE MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA SOLAR FOTOVOLTAICA**

Ilha Solteira - SP  
2024

GABRIELA SOUZA CARVALHO

**SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA CONSUMIDORES  
DE MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA SOLAR FOTOVOLTAICA**

Trabalho de graduação apresentado à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira - UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Prof. Dr. Carlos Antônio Alves **Orientador**

Ilha Solteira - SP  
2024

## FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

C331s Carvalho, Gabriela Souza.  
Sistema de compensação de energia elétrica para consumidores de micro e minigeração distribuída solar fotovoltaica / Gabriela Souza Carvalho. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024  
48 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Elétrica) -  
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2024

Orientador: Carlos Antonio Alves

Inclui bibliografia

1. Fontes alternativas de energia. 2. Tarifação de energia elétrica. 3. Marco legal de geração distribuída.

  
**Amanda Sertori dos Santos**

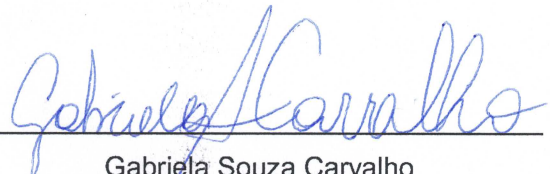
Bibliotecária - CRB/8-9061  
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao  
Usuário e Documentação  
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

**ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO**

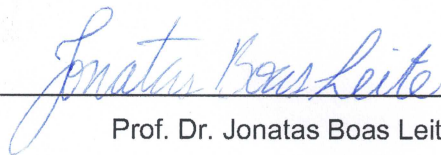
Aos oito dias do mês de janeiro do ano de dois mil e vinte e quatro, a discente **Gabriela Souza Carvalho**, matriculada sob o nº 151052441, tendo como banca examinadora o seu orientador, o *Prof. Dr. Carlos Antonio Alves*, o Prof. Dr. Jonatas Boas Leite e o Doutor Lucas do Carmo Yamaguti, apresentou o Trabalho de Graduação intitulado "**Sistema de Compensação de Energia Elétrica para Consumidores de Micro e Minigeração distribuída Solar Fotovoltaica**", obtendo a nota 8.5 (OITO VIRGULA CINCO) e conceito APROVADA.



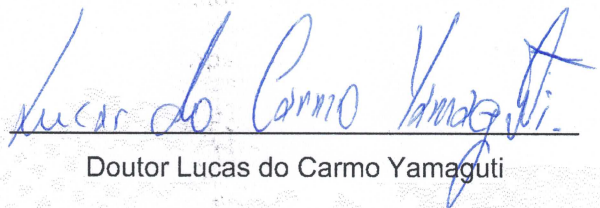
Prof. Dr. Carlos Antonio Alves  
- Orientador -



Gabriela Souza Carvalho  
- Discente -



Prof. Dr. Jonatas Boas Leite  
- Membro da Banca -



Doutor Lucas do Carmo Yamaguti  
- Membro da Banca -

## **DEDICATÓRIA**

Dedico a minha família que sempre me apoiou em todas as minhas decisões e que me ajudaram a passar por esta última etapa, e também aos meus amigos que sempre me auxiliaram quando precisei. Esta é uma conquista de todos nós.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, em primeiro lugar, à minha mãe, que foi a minha base nesse período e sempre me ajudou sem medir esforços.

Ao meu pai, que me auxiliou e assegurou que tudo ficaria bem e comemorou cada etapa vencida.

À minha irmã que sempre me ajudou nas minhas crises e nunca me deixou desistir de nada, sempre me fazendo acreditar que eu seria capaz.

Ao Prof. Dr. Carlos Alves, meu orientador, que me deu o apoio necessário para eu realizar este trabalho e tornou isso possível.

Aos meus amigos que me apoiaram durante esse período, me acompanhando e motivando.

## RESUMO

A geração de energia solar fotovoltaica teve um ganho significativo na matriz energética brasileira, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica. Devido as dimensões continentais do Brasil, elevada irradiação solar em boa parte do território e investimentos direcionados a área de energia renovável, tem progredido e se situa entre os maiores produtores mundiais do mercado de energia solar fotovoltaica. Com a aprovação do Marco Legal de Geração Distribuída (MLGD) em 2022, foram atualizadas as regras do Sistema de Compensação de Energia Elétrica que traz vantagens e desvantagens para antigos e novos consumidores e é o principal motivador dos sistemas de Geração Distribuída. Neste trabalho é avaliado o impacto que as mudanças trazidas pelo MLDG tiveram para os consumidores, antigos e novos. São determinados alguns cenários para analisar como a não cobrança da duplicidade afeta os consumidores, e também como os novos métodos de distribuição de créditos afetam os diferentes sistemas de microgeração e minigeração distribuída. Notou-se que a alteração da cobrança na duplicidade foi benéfica para quem utiliza-se da geração distribuída, principalmente os consumidores que já utilizavam esses sistemas antes das mudanças da Lei 14.300/2022, pois esse método ocasiona em um excedente de créditos maior para o consumidor. No caso dos consumidores ingressantes neste mercado, mesmo já sendo atingidos por todas as mudanças e o aumento das tarifas, ainda terão benefícios.

**Palavras-Chave:** Fontes alternativas de energia, tarifação de energia elétrica, marco legal de geração distribuída.

## **ABSTRACT**

*The generation of photovoltaic solar energy has made significant gains in the Brazilian energy matrix, according to the National Electric Energy Agency. Brazil, due to its continental dimensions, high solar irradiation in much of its territory and investments in renewable energy, has made progress and ranks among the world's largest producers in the photovoltaic solar energy market. With the approval of the Legal Framework for Distributed Generation (MLGD) in 2022, the rules of the Electricity Compensation System have been updated, which brings advantages and disadvantages for old and new consumers and is the main motivator for Distributed Generation systems. This paper assesses the impact that the changes brought about by the MLGD have had on consumers, both old and new. Some scenarios are determined in order to analyze how not charging twice affects consumers, and also how the new credit distribution methods affect the different distributed microgeneration and minigeneration systems. It was noted that the change in double charging was beneficial for those who use distributed generation, especially consumers who already used these systems before the changes in Law 14.300/2022, as this method results in a greater surplus of credits for the consumer. For consumers entering this market, even if they are already affected by all the changes and the increase in tariffs, there will still be benefits.*

**Keywords:** *Alternative energy sources, electricity pricing, legal framework for distributed generation.*

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Matriz Elétrica Brasileira.....	18
<b>Figura 2</b> - Dados de Produção Fontes Eólicas e Fotovoltaicas, janeiro/2021 e março/2022. ....	19
<b>Figura 3</b> - Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil.....	21
<b>Figura 4</b> - Mudanças da Classificação dos Parâmetros de Potência de Acordo com a Lei 14.300/2022. ....	22
<b>Figura 5</b> - Composição Tarifária.....	27
<b>Figura 6</b> - Peso TUSD Fio B na Tarifa de Eletricidade para o grupo B. ....	35

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Compensação do Cenário I no período de 6 meses.....	38
<b>Tabela 2</b> - Compensação do Cenário II no período de 6 meses.....	40
<b>Tabela 3</b> - Compensação do Cenário III no período de 6 meses.....	42
<b>Tabela 4</b> - Compensação do Cenário IV no período de 6 meses.....	45

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIações**

<b>ABSOLAR</b>	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
<b>ANEEL</b>	Agência Nacional de Energia Elétrica
<b>CDE</b>	Conta de Desenvolvimento Energético
<b>CNPE</b>	Conselho Nacional de Política Energética
<b>CNPJ</b>	Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
<b>CPF</b>	Cadastro de Pessoa Física
<b>CUSD</b>	Contrato de Uso do Sistema de Distribuição
<b>EE</b>	Eficiência Energética
<b>EMUC</b>	Empreendimento com Múltiplas Unidades Consumidoras
<b>EFV</b>	Energia Solar Fotovoltaica
<b>GC</b>	Geração Centralizada
<b>GD</b>	Geração Distribuída
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
<b>MF</b>	Ministério da Fazenda
<b>MLGD</b>	Marco Legal da Geração Distribuída
<b>MME</b>	Ministério de Minas e Energia
<b>ONS</b>	Operador Nacional do Sistema Elétrico
<b>P&amp;D</b>	Pesquisa de Desenvolvimento
<b>PCH</b>	Pequenas Centrais Hidrelétricas
<b>PROINFA</b>	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
<b>RBD</b>	Rede Básica de Distribuição
<b>RN 482</b>	Resolução Normativa Nº 482

<b>RN 687</b>	Resolução Normativa Nº 687
<b>SCEE</b>	Sistema de Compensação de Energia Elétrica
<b>SEB</b>	Sistema Elétrico Brasileiro
<b>SIN</b>	Sistema Interligado Nacional
<b>TE</b>	Tarifa de Energia
<b>TFSEE</b>	Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica
<b>TUSD</b>	Tarifa do Uso do Sistema de Distribuição
<b>UC</b>	Unidade Consumidora
<b>UG</b>	Unidade Geradora

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>1.1 Objetivos</b> .....	16
<b>1.2 Organização do Trabalho</b> .....	17
<b>2. A GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL</b> .....	18
<b>2.1 Cenário Energia Fotovoltaica no Brasil</b> .....	18
<b>2.2 Geração Distribuída de Energia</b> .....	21
<b>2.2.1 Microgeração Distribuída de Energia</b> .....	22
<b>2.2.2 Minigeração Distribuída de Energia</b> .....	22
<b>2.2.3 Benefícios</b> .....	23
<b>2.3 Categorias de Geração Distribuída conectadas a Rede</b> .....	24
<b>2.3.1 Geração Junto a Carga</b> .....	24
<b>2.3.2 Autoconsumo Remoto</b> .....	24
<b>2.3.3 Geração Compartilhada</b> .....	25
<b>2.3.4 Empreendimento com Múltiplas Unidades Consumidoras</b> .....	25
<b>2.4 Tarifa do Uso do Sistema de Distribuição</b> .....	26
<b>2.4.1 Perdas da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição</b> .....	27
<b>2.4.2 Encargos da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição</b> .....	27
<b>2.4.3 Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição transporte Fio A e Fio B</b> .....	28
<b>3. SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</b> .....	30
<b>3.1 Resoluções Normativas</b> .....	30
<b>3.1.1 RN 482/2012</b> .....	30
<b>3.1.2 RN 687/2015</b> .....	31
<b>3.2 Lei 14.300/2022</b> .....	31
<b>3.2.1 Potência Instalada</b> .....	32
<b>3.2.2 Mudanças no Sistema de Compensação de Energia</b> .....	32

<b>3.2.3</b>	<b>Custo de Disponibilidade.....</b>	<b>35</b>
<b>3.3</b>	<b>Consumidores não Incluídos no SCEE .....</b>	<b>36</b>
<b>4.</b>	<b>ANÁLISE DOS CENÁRIOS DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>Compensação para o Consumidor de Autoconsumo Local.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2</b>	<b>Compensação para o Consumidor Autoconsumo Remoto .....</b>	<b>38</b>
<b>4.3</b>	<b>Compensação para Consumidores de Geração Compartilhada.....</b>	<b>40</b>
<b>4.4</b>	<b>Compensação para os Consumidores EMUC.....</b>	<b>43</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>46</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>

# 1. INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) no censo demográfico de 2022, o Brasil possuía 203.080.756 de habitantes, um crescimento populacional de 6,45% desde a edição anterior da pesquisa, em 2010. Associado a este crescimento e o desenvolvimento geral do país, com a inclusão de novos consumidores de energia elétrica em todos os setores, há um aumento da demanda por energia elétrica (IBGE, 2022).

Com a crescente preocupação com a preservação do meio ambiente e a busca pela diversificação da matriz elétrica, foi impulsionada a geração de energia elétrica no mundo a partir de fontes renováveis, inclusive no Brasil.

Estas fontes, embora tenham um custo de investimento maior, com o tempo tornam-se mais competitivas com a sua expansão, resultando na redução dos custos com o ganho de escala e dos avanços tecnológicos.

Como um dos resultados do crescimento e popularização da energia solar fotovoltaica foi instituída a Lei 14.300/2022 que estabelece o Marco Legal da Microgeração e Minigeração Distribuída (MLGD), o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social, alterando as leis nº 10.848, de 15 de março de 2004 e 9.427, de dezembro de 1996 (Lei 14.300/2022).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é a responsável por propor políticas e diretrizes gerais para regulação do setor, promover procedimentos licitatórios para a contratação de concessionárias e permissionárias de serviço público, gerir contratos de concessão ou de permissão, dirimir as divergências entre entes, fixar os critérios para cálculo do preço de transporte, fixar as multas administrativas, estabelecer tarifas para suprimento de energia elétrica, e, ainda, aprovar as regras e os procedimentos de comercialização de energia elétrica (Lei 14.300/2022).

Desse modo o setor ficou submetido a fiscalização e ao controle estatal, com a Resolução Normativa – RN nº 482, de 17 de abril de 2012, também chamada de “Lei de Incentivo a Energia Solar” que estabeleceu condições gerais para acesso de

microgeração e minigeração distribuída e criou o sistema de compensação de energia correspondente que poderia ser submetida a revisões” (CAMARGO, 2018, p.14).

Assim, após intensas discussões entre os envolvidos nessa área de geração de energia, chegou-se ao acordo que deu origem ao MLGD. Em resumo, há a possibilidade legal de haver a descentralização da geração de energia elétrica, com que mais oportunidades e formas para geração da mesma, conectada ao sistema de distribuição.

A lei normatiza como os créditos de energia elétrica excedente não compensado por unidade consumidora participante do SCEE no ciclo de faturamento em que foi gerado, que será registrado e alocado para uso em ciclos de faturamento subsequentes, ou vendido para a concessionária ou permissionária em que está conectada a central consumidora-geradora.

Define-se como excedente de energia elétrica, a diferença positiva entre a energia elétrica injetada e a energia elétrica consumida por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída de titularidade de consumidor-gerador, apurada por posto tarifário a cada ciclo de faturamento, cedida a título de empréstimo gratuito e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa ou contabilizada como crédito de energia de unidades consumidoras participantes do sistema.

Visto que a microgeração e minigeração distribuída se fortaleceram como uma crescente e importante oportunidade para diversos negócios, é realizado esse trabalho com o intuito de trazer maior clareza de informações a comunidade e as mudanças geradas com a sua aprovação, trazidas pela Lei 14.300/2022 publicada com novos conceitos e programas de incentivo ao consumidor, com foco de abordagem no SCEE.

## **1.1 Objetivos**

Este trabalho tem como escopo analisar o mercado brasileiro de energia fotovoltaica focado na área de microgeração e minigeração distribuída e a legislação vigente e apresentar uma avaliação do sistema de compensação de créditos de energia elétrica para o consumidor de energia fotovoltaica em diferentes cenários.

Adicionalmente pretende-se fazer uma análise comparativa dos impactos da Lei 14.300/2022 com a RN ANEEL 482 no sistema de compensação de créditos.

## **1.2 Organização do Trabalho**

Os próximos capítulos são focados na geração de energia fotovoltaica no Brasil, as suas características, subdivisões e as mudanças feitas na mesma com seu avanço.

O Capítulo 2 é sobre a energia fotovoltaica no Brasil, suas características, seu crescimento, suas subdivisões e as mudanças ocorridas nesse setor desde que o mesmo surgiu e ganhou mais espaço na Matriz Elétrica Brasileira.

O SCEE é o tema no Capítulo 3, e nele é explicado como o mesmo funciona e as mudanças que ocorreram devido a resoluções normativas e leis que foram criadas para regulamentar esse setor.

Como foco do Capítulo 4 estão os diferentes cenários de compensação de energia e o modo que eles afetam os consumidores, como também é discutido os melhores sistemas para cada tipo de consumidor. Em seguida são mencionadas as conclusões em relação aos cenários e as mudanças ocorridas nesse setor.

## 2. A GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL

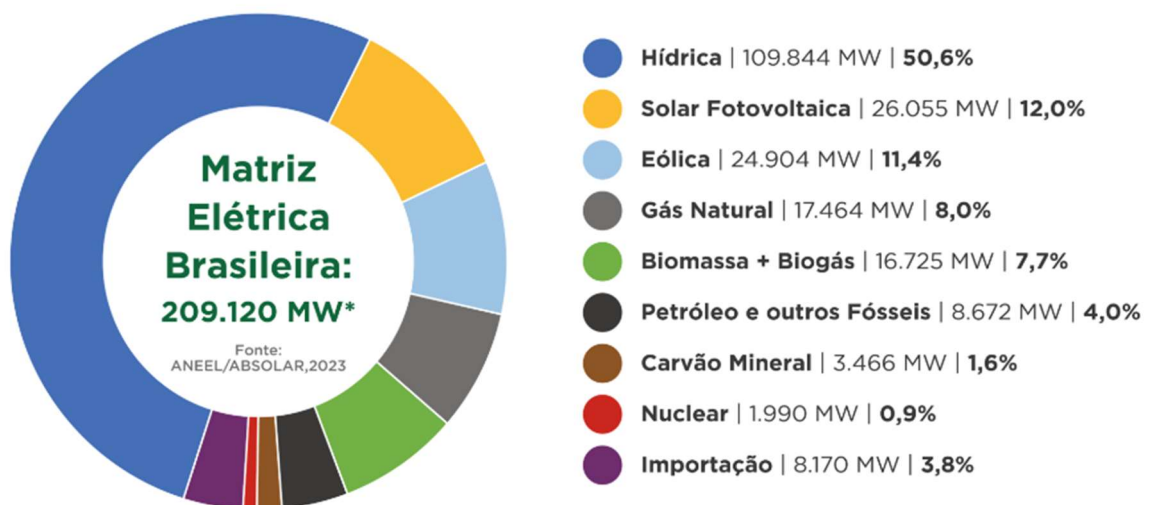
A energia solar no Brasil vem crescendo e seus diversos benefícios econômicos e ambientais estão ajudando a impulsionar o crescimento desta fonte de energia renovável. A seguir são apresentados alguns dos principais tópicos envolvendo o cenário atual, a legislação básica, classificação e tarifação destes sistemas.

### 2.1 Cenário Energia Fotovoltaica no Brasil

O Brasil é classificado por ter uma matriz energética elétrica predominantemente limpa, com participação histórica expressiva de fontes renováveis. Segundo dados disponibilizados pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), em torno de 85% da energia gerada e utilizada pela sociedade brasileira é produzida a partir das fontes renováveis: hidráulica, eólica, biomassa e solar (GOV, 2023).

A maior parte é produzida em usinas hidrelétricas, mas nos últimos anos, a geração de energia eólica, produzida pelo vento, e a solar vem ganhando destaques. Na Figura 1 pode-se observar a matriz energética brasileira segundo a ANEEL e a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR).

Figura 1 - Matriz Elétrica Brasileira.



Fonte: ANEEL/ABSOLAR (2023)

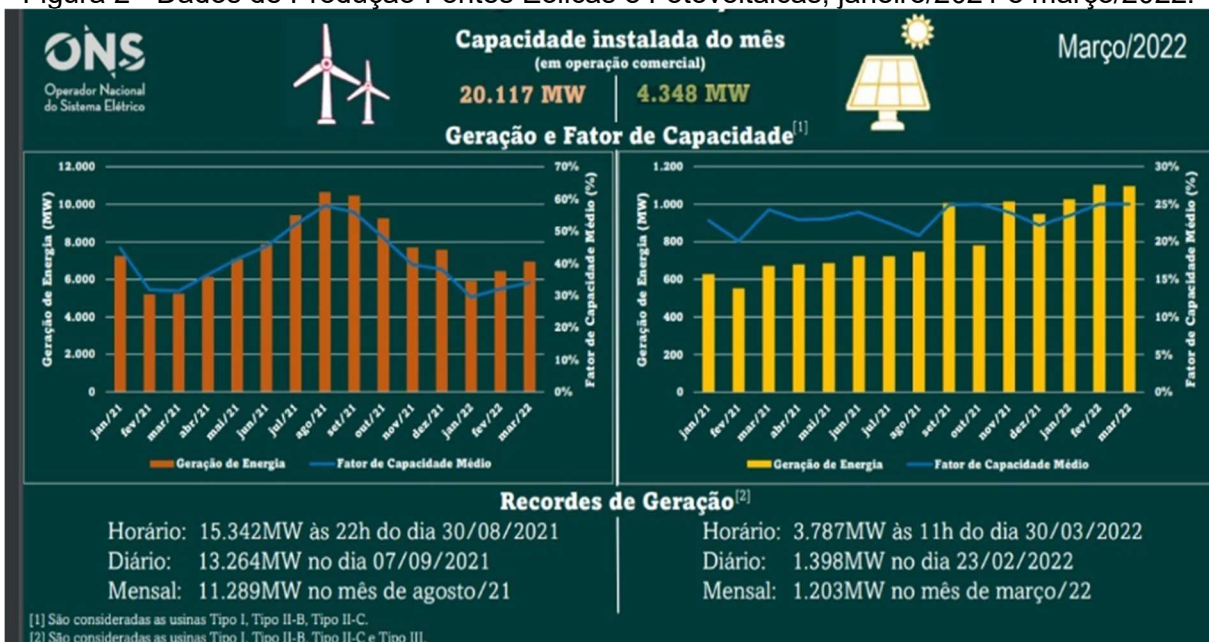
As energias renováveis pertencentes a matriz energética brasileira são: hídrica, solar fotovoltaica, eólica, biomassa e biogás; e elas correspondem a 81,7% da totalidade da matriz. Enquanto as não renováveis: gás natural, petróleo, carvão mineral e nuclear; correspondem a 14,5% da mesma. O que se mostra algo positivo, pois nota-se o bom aproveitamento dos recursos que tem-se disponíveis (ANEEL/ABSOLAR, 2023).

A ONS divulga em tempo real todos os dados de produção de todas as fontes de energia, sejam usinas eólicas e fotovoltaicas conectadas no Sistema Interligado Nacional (SIN).

O SIN compõe-se de um sistema hidro-termo-eólico de produção e transmissão de energia elétrica conectando uma grande parte do Brasil e é constituído por quatro subsistemas: Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e Norte. Efetivamente ele integra a diferentes fontes de produção de energia e possibilitam o suprimento do mercado consumidor.

Na Figura 2 é ilustrado um histórico de geração média e do fator de capacidade das fontes eólicas e fotovoltaicas no período de 15 meses, entre janeiro de 2021 e março de 2022 e os recordes de geração do SIN (ONS, 2022).

Figura 2 - Dados de Produção Fontes Eólicas e Fotovoltaicas, janeiro/2021 e março/2022.



Fonte: ONS (2022)

Pode-se observar que 2022 teve um percentual maior de geração de energia eólica, se comparado ao mesmo período de 2021. Destaca-se também para os recordes de produção solar em base horária, registrado em 30 de março, com 3.787 MW e, em base mensal, com 1.203 MW (ONS, 2022).

Entre os diferentes tipos de energia renovável, a energia solar fotovoltaica está disponível em abundância, principalmente no Brasil por ser um país tropical onde a incidência solar é constante quase o ano todo, fazendo assim com que possua alto potencial de aplicação na geração de energia.

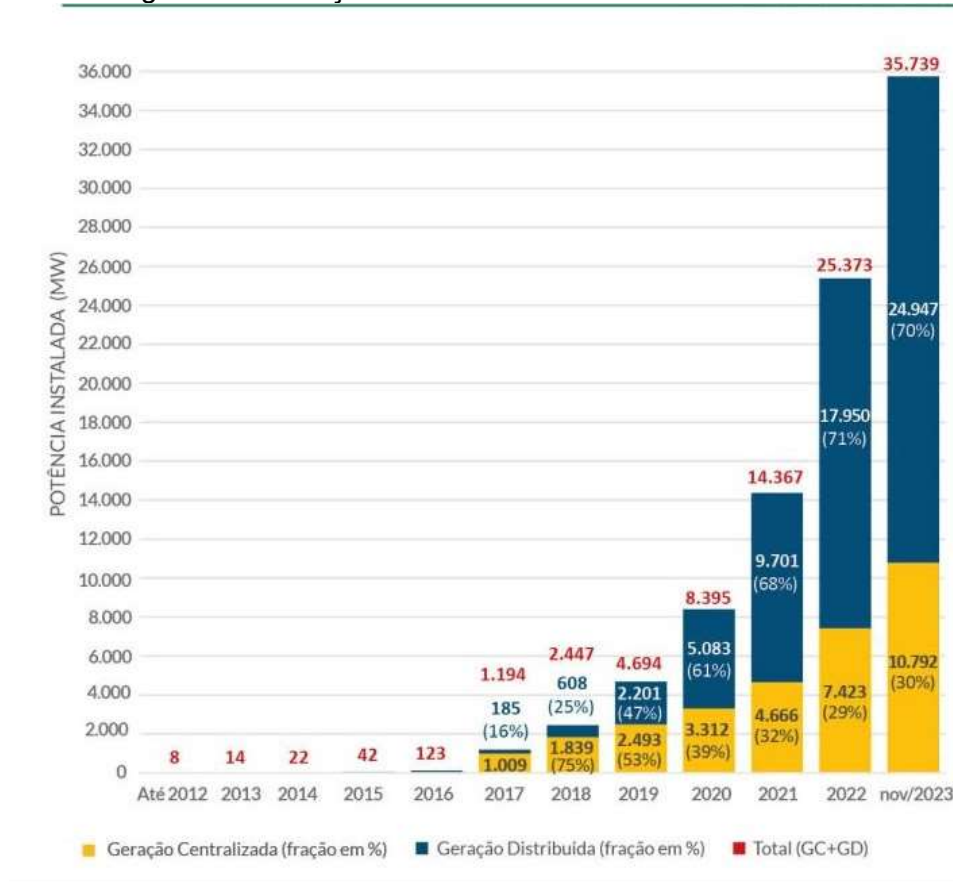
Como comparativo, no local menos ensolarado no Brasil é possível gerar mais eletricidade solar do que no local mais ensolarado da Alemanha, que é um dos países referência no setor de energia solar fotovoltaica. A incidência de energia solar no Brasil diária varia entre 4.444 Wh/m<sup>2</sup> a 5.483 Wh/m<sup>2</sup> segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar (LABREN,2017).

Por já possuir uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo, a melhor integração da energia solar fotovoltaica vem para complementar, aproximando a geração do consumidor e reduzindo assim perdas com transmissão.

Essa aproximação da geração ao consumo pode ser melhor observada no âmbito da energia solar fotovoltaica distribuída (pequeno porte). Outro que tem ganho maior representatividade na matriz energética Brasileira é a energia solar fotovoltaica centralizada, correspondente ao uso de grandes usinas distantes de áreas de consumo e que requer o transporte da energia por linhas de transmissão.

A ANEEL e a ABSOLAR realizam estudos periódicos avaliando o crescimento do setor fotovoltaico no Brasil levando em consideração a representatividade dentro da matriz energética, crescimento anual, projeções futuras, geração de empregos, contribuições fiscais e benefícios ambientais. Na Figura 3 pode-se observar a constante evolução da fonte solar fotovoltaica no Brasil.

Figura 3 – Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil.



Fonte: ANEEL/ABSOLAR (2023)

Desde 2017 tem tido um avanço significativo nessa área. O aumento da potência instalada de 2022 para 2023 foi de 6.471 MW na Geração Distribuída (GD) e 3.008 MW para Geração Centralizada (GC), podendo notar que houve um investimento maior na primeira devido as suas vantagens.

## 2.2 Geração Distribuída de Energia

A geração distribuída é uma parte de geração de energia elétrica caracterizada pela proximidade dos geradores com os consumidores e é uma estratégia de geração descentralizada, que emprega geradores de pequeno porte e se contrapõe ao modelo tradicional de geração centralizada. Na geração distribuída existem pequenos geradores instalados próximo aos centros de consumo ou no mesmo local onde a energia é consumida. Os geradores distribuídos operam em paralelismo com a rede elétrica tradicional. Isso significa que o consumidor é alimentado simultaneamente pela rede elétrica e pelo seu gerador próprio.

### 2.2.1 Microgeração Distribuída de Energia

Microgeração distribuída são sistemas conectados à rede de distribuição de energia elétrica renovável de pequena potência, com potências iguais ou de até 75 kW segundo a resolução normativa RN 482/2012 da ANEEL recentemente alterada pela RN 687/2015.

Esses sistemas são normalmente instalados para produzir energia suficiente para alimentar uma casa, um edifício, algum comércio. Podendo ser instalados na própria residência como sistemas integrados arquitetonicamente como nos sistemas fotovoltaicos, onde geralmente são instalados nos telhados ou como coberturas de garagens nos jardins para melhor aproveitamento de espaço.

### 2.2.2 Minigeração Distribuída de Energia

Minigeração distribuída são sistemas conectados à rede de geração de energia elétrica renovável de média potência, com potências acima de 75 kW até de 5 MW pela resolução normativa REN 482/2012 da ANEEL recentemente alterada pela REN 687/2015. A Figura 4 representa as mudanças de acordo com a Lei 14.300/2022 na qual até janeiro de 2023, eram classificados como minigeração distribuída sistemas entre 75 kW e 5 MW. Após a data, o limite será de até 3 MW, mesmo que a instalação possua sistema de armazenamento. A mudança não se aplica para fontes despacháveis (biomassa, pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), por exemplo) que seguem com o limite de 5 MW.

Figura 4– Mudanças da Classificação dos Parâmetros de Potência de Acordo com a Lei 14.300/2022.



Fonte: Energês (2022)

### **2.2.3 Benefícios**

Esse sistema de geração tem vantagens nos âmbitos econômico, ambiental e social tornando assim ele uma escolha viável.

#### **2.2.3.1 Redução de perdas**

Com a descentralização da geração, a energia pode ser produzida no próprio local onde vai ser consumida ou perto dos centros de consumo. Evitando assim a necessidade de transportar a energia a longas distâncias, o que reduz perdas, tornando o sistema elétrico mais eficiente, e evita também altos investimentos em linhas de transmissão.

#### **2.2.3.2 Ampliação de investimentos**

Por esse método ocorre o incentivo aos consumidores de diversas categorias empresas a produzir sua própria energia. O investimento é feito com capital próprio ou financiado, evitando a necessidade de investimento do governo ou grandes investidores para a construção de grandes usinas. Como resultado é obtida uma economia de até 95% na conta de luz; proteção contra o aumento da tarifa tida como inflação energética; e uma diminuição na cobrança de bandeiras tarifárias.

#### **2.2.3.3 Expansão da matriz energética**

Com aumento da demanda pode ser permitida a rápida expansão da oferta de eletricidade no país, o que leva à redução do custo e ao aumento da disponibilidade de energia elétrica no país.

#### **2.2.3.4 Energia Limpa**

Assim ocorre o incentivo ao uso de fontes limpas e alternativas, tornando a geração de eletricidade mais ambientalmente correta e menos prejudicial para o meio ambiente.

#### **2.2.3.5 Geração de Empregos**

Ao incentivar a instalação de centenas de milhares de pequenos geradores de energia elétrica, a geração distribuída incentiva investimentos, cria empregos locais e movimentam diversos setores da economia, desde a fabricação até a instalação dos sistemas.

## **2.3 Categorias de Geração Distribuída conectadas a Rede**

Até a publicação da RN 687/2015 a ANEEL permitia somente uma modalidade no segmento de GD, a de geração junto à carga. Após a publicação da mesma foram criadas três novas opções para a ampliação do acesso dos consumidores ao segmento.

A GD envolve hoje quatro modalidades distintas: a geração junto a carga; o autoconsumo remoto; a geração compartilhada; e o Empreendimento com Múltiplas Unidades Consumidoras (EMUC) conhecida também como geração de condomínio.

### **2.3.1 Geração Junto a Carga**

Esta é a categoria mais antiga e ainda é a mais comumente utilizada pelos brasileiros que fazem parte da GD, após a criação da Lei 14.300/22, essa modalidade antes chamada de “geração junto à carga” passou por uma modificação na nomenclatura, e agora ela é denominada de Autoconsumo Local (Art. 1º Lei 14.300/22 e Art. 2º REN 1.000/21).

Esta é a mais simples das modalidades de GD. No qual, o consumidor possui seu próprio sistema de geração de energia elétrica no mesmo local que a mesma é consumida. Ou seja, o sistema de geração compartilha do mesmo ponto de conexão de energia da unidade consumidora (UC) com a distribuidora.

Nesta modalidade, a única unidade consumidora que recebe os créditos de energia é a unidade no local onde o projeto está instalado, não tendo beneficiárias. O consumidor apenas pode compensar o consumo da residência cadastrada em seu CPF e passa a gerar toda a energia que atende o consumo da sua residência.

### **2.3.2 Autoconsumo Remoto**

O Autoconsumo Remoto é oposto a categoria anterior, pois o consumidor pode instalar sua Unidade Geradora (UG) em um imóvel diferente da unidade consumidora, desde que possuam mesma titularidade e também sejam pertencentes à mesma área de concessão da distribuidora de energia (Art. 1º Lei 14.300/22 e Art. 2º REN 1.000/21).

Em relação aos consumidores que desejam participar do sistema de geração distribuída e que possuam mais de uma unidade consumidora em seu nome, com todas inscritas na mesma titularidade, ou seja, tanto o imóvel que recebe a instalação do gerador, quanto os demais que usufruem da energia, precisam estar registrados no nome da mesma pessoa física ou jurídica, nesta última incluídas matriz e filiais.

O autoconsumo remoto é a segunda modalidade mais utilizada na GD e uma das três opções criadas pela RN 687, que utilizam como base de seu funcionamento o sistema de créditos de energia.

### **2.3.3 Geração Compartilhada**

Esta modalidade se caracteriza por um acordo entre unidades consumidoras, dentro de uma mesma área de concessão, que possuem um projeto de GD em local diferente das unidades consumidoras.

Como o nome sugere, esta categoria possibilita a reunião de dois ou mais consumidores para compartilhamento da geração de um mesmo sistema. Podendo ser pessoas físicas ou jurídicas, que através de uma cooperativa ou consórcio investem em uma unidade geradora que irá produzir a energia/créditos para atender todos os participantes, segundo a proporção de cada um deles que já é pré-definida em contrato.

Na geração compartilhada, o sistema gerador fica sob a titularidade do consórcio ou cooperativa e precisa ser instalado em local diferente das unidades consumidoras participantes, porém todos precisam estar na mesma área de concessão ou permissão da mesma distribuidora.

Esta categoria tem sido utilizada nas fazendas solares, nas quais um grupo de pessoas ou empresas alugam ou compram um lote de painéis fotovoltaicos para gerar energia e economizar nas suas contas de luz.

### **2.3.4 Empreendimento com Múltiplas Unidades Consumidoras**

O EMUC é composto por unidades consumidoras que se situam num mesmo local, mas utilizam a energia elétrica de forma independente. Na qual, embora a

conexão elétrica com a distribuidora seja por um único ponto de conexão, o consumo de cada uma das unidades é medido separadamente. Porém, a unidade geradora é instalada no próprio local, em uma área comum do empreendimento. No qual, produz a energia/créditos para atender todos os participantes, segundo a proporção de cada um deles que já é pré-definida em contrato.

Basicamente, esta modalidade refere-se as unidades consumidoras que estão em propriedades uma ao lado da outra, sem separação por vias públicas ou outras propriedades não integrantes do EMUC. As áreas de uso comum fazem parte de uma unidade consumidora distinta, de titularidade do proprietário do empreendimento.

Esta categoria de geração distribuída é caracterizada por possuir mais de uma unidade consumidora, no entanto as titularidades das unidades consumidoras participantes da Lista de UCs podem ser de distintos CPF e/ou CNPJ, participantes do condomínio.

## **2.4 Tarifa do Uso do Sistema de Distribuição**

A Tarifa do Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) é composta por funções de custos e componentes tarifárias que influenciam os custos de operação, manutenção e investimentos das empresas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, custos intrínsecos do setor elétrico como perdas elétricas, e encargos setoriais que visam custear políticas públicas e outras obrigações do setor elétrico de natureza pública (ANEEL, 2018).

As Unidades Consumidoras de baixa tensão possuem duas tarifas: Tarifa de Energia (TE) e a Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD). A TE corresponde ao produto (energia elétrica) utilizado pelo consumidor final e demais custos associados ao consumo do mesmo. A TUSD está conectada à prestação de serviço necessário para o consumo de energia elétrica (manutenção, disponibilização, e operação da infraestrutura do setor elétrico). A Figura 5 apresenta as funções de custos e os componentes tarifários que compõem a TE e a TUSD (ANEEL, 2018).

Figura 5 – Composição Tarifária.



Fonte: ANEEL, 2018.

Na TE o custo da tarifa é proporcional ao montante de energia utilizada pelos consumidores das distribuidoras, para todas as suas componentes tarifárias.

Na TUSD é apresentada maior diversidade de características nas componentes tarifárias. Sendo necessário uma análise por função de custo.

#### 2.4.1 Perdas da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

Nas perdas do TUSD estão dois tipos de componentes tarifários: as componentes Perdas Técnicas e Perdas na Rede Básica devido às perdas regulatórias na distribuição, ambas relacionadas ao evento físico das perdas técnicas de energia. Por coerência ao método de alocação entre agrupamentos tarifários entende-se que tais componentes tarifárias devem ser repassadas na tarifa, proporcional à variável volumétrica de energia.

Outros dois componentes tarifários, Perdas Não Técnicas e Receitas Irrecuperáveis, são custos atrelados ao não faturamento dos consumidores, de natureza comercial. Tratam-se de custos socializados da área de concessão, por meio de uma taxa proporcional à receita de TUSD por agrupamento tarifário, sendo uma componente associada ao montante de energia faturada.

#### 2.4.2 Encargos da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) é um encargo setorial, criado em Lei, que tem como objetivo diversificar a matriz

brasileira com o estímulo a utilização das fontes renováveis e possui como benefício um montante de energia atrelado, sendo adequado que tal custo seja proporcional ao volume de energia faturada.

A Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) em relação à TUSD pré-definido pela ANEEL, que essa componente tarifária deve ser faturada em R\$/MWh. De modo sucinto, entende-se que os marcos legais da CDE definem a forma de cobrança, como sendo um encargo que compõe a TUSD e proporcional à energia faturada, diferenciada por agrupamento tarifário conforme fatores definidos na Lei nº 13.360/2016.

Outros encargos setoriais são as componentes tarifárias Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Eficiência Energética (EE), Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica (TFSEE) e Contribuição para ONS, este último que deixou de existir para as distribuidoras que optaram pelo novo aditivo do Contrato de Concessão. Tratam-se de encargos de menor valor.

#### **2.4.3 Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição transporte Fio A e Fio B**

A componente tarifária de transporte da TUSD, possui duas componentes: a Fio A e a Fio B. Elas são calculadas a cada período de um ano pelas concessionárias e passam por uma revisão da ANEEL. Sua mudança está relacionada ao tamanho da área de concessão da concessionária e por demanda de utilização da distribuidora, por estarem associadas às operações de transmissão e distribuição de energia elétrica.

O componente tarifário Fio A é atrelada aos custos vinculados à manutenção e operação das linhas de transmissão, relacionada ao uso de sistemas de terceiros pela distribuidora local. Tais sistemas podem ser o sistema de transmissão (rede básica, fronteira e conexão) ou o sistema de outra distribuidora (encargo de uso - CUSD e Conexão D). A Receita Regulatória definida para esses custos tarifários tem característica de custo fixo. Ela é definida pela multiplicação de montantes contratados por tarifas definidas pela ANEEL.

O componente tarifário Fio B está associado aos custos da utilização da infraestrutura da rede de distribuição da concessionária local até o consumidor. Alguns deles são os custos da distribuidora com mão de obra, administração, atendimento de consumidores e manutenção dos ativos existentes.

Esta componente só influencia o montante de energia exportado para a rede elétrica da concessionária, não interferindo na energia gerada e consumida instantaneamente na unidade consumidora. Durante o período de simultaneidade a tarifa relacionada ao Fio B não é passível de cobrança de taxa.

O fator de simultaneidade é o período indicando que a energia gerada está sendo consumida imediatamente, sem necessidade de exportação. Portanto, não é utilizada a infraestrutura da rede de distribuição, contando, que não disponibiliza energia para a rede local.

### **3. SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

O SCEE é o sistema no qual a energia ativa é injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída na rede da distribuidora local, cedida a título de empréstimo gratuito e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa ou contabilizada como crédito de energia de unidades consumidoras participantes do sistema.

#### **3.1 Resoluções Normativas**

As resoluções normativas foram introduzidas para fazer a regulamentação do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) para os sistemas de geração distribuída de fontes renováveis de energia elétrica. É a solar que tem-se como foco aqui, porém também atendem outras fontes renováveis, como: eólica, hídrica e biomassa.

##### **3.1.1 RN 482/2012**

A Resolução Normativa Nº 482 de 17 de abril de 2012 veio para estabelecer as condições gerais de acesso à microgeração e minigeração distribuída aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica e o Sistema de Compensação de Energia Elétrica.

Foi o marco regulatório que permitiu aos consumidores realizar a troca da energia gerada com a da rede elétrica, criando as regras e o sistema que compensa o consumidor pela energia elétrica injetada na rede. Assim, todo consumidor cadastrado no Ministério da Fazenda (MF), por um CPF ou um CNPJ, tem permissão para conectar uma unidade geradora de energia elétrica própria, oriunda de fontes renováveis, paralelas às redes de distribuição das concessionárias.

Na regulamentação do processo de injeção e consumo de energia elétrica, foi criado o Sistema de Compensação de Energia Elétrica. Desse modo, toda a energia ativa, em Watts, injetada na rede pelo sistema gerador de uma unidade consumidora (UC), é cedida gratuitamente à distribuidora local e posteriormente ressarcida sobre o consumo de energia elétrica ativa, também em Watts, dessa mesma unidade consumidora ou de alguma outra. Porém, com ambas pertencentes ao mesmo titular, cabendo ao consumidor definir a ordem de compensação dessas unidades, onde a

unidade consumidora com mesma localidade da unidade geradora, que é, necessariamente, a primeira a ter seu consumo compensado.

### **3.1.2 RN 687/2015**

Para atualizar a RN 482/2012 foi criada a Resolução Normativa N° 687 de 24 de novembro de 2015. No qual, foram realizadas atualizações, que impactaram diretamente sobre o mercado de energia elétrica para microgeradores e minigeradores distribuídos, criando novos nichos de consumidores e possibilidades de negócios. As categorias de Geração Distribuída são mencionadas no item 2.3, e são: a geração junto a carga; o autoconsumo remoto; a geração compartilhada; e o EMUC.

A RN 687/2015 surgiu como um incentivo a geração de energia elétrica renováveis, principalmente no ramo de energia solar, fazendo com que tivesse uma maior popularização desse sistema. Pois, diminuiu o processo burocrático para a inserção das centrais geradoras junto às concessionárias de energia elétrica.

O aumento no prazo para uso dos créditos energéticos foi uma das principais alterações, em que, a expiração saltou de 36 meses (3 anos) para 60 meses (5 anos); a potência limite para minigeração distribuída também sofreu alterações, mencionadas no item 2.2.2. No qual, é considerado sistema de minigeração de energia elétrica, sistemas com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas e menor ou igual a 5 MW para as demais fontes renováveis; solar, eólica, biomassa e cogeração qualificada.

Tudo isso foi visando manter a qualidade da prestação do serviço à energia elétrica e ao aumento da confiabilidade e capacidade da geração distribuída.

## **3.2 Lei 14.300/2022**

A ANEEL regulamentou a Lei 14.300/2022 no dia 6 de janeiro de 2022, que é considerada o Marco Legal da Microgeração e Minigeração Distribuída. Ele trouxe a segurança jurídica para manter o crescimento dos investimentos desses projetos no Brasil. De agora em diante, as empresas e consumidores que atuam neste mercado possuem mais estabilidade e melhor análise de mercado, garantindo com que possam

gerar sua própria energia e reduzir suas contas. Com o novo MLGD o sistema reconhece o MMGD como uma parte estratégica da política nacional Brasileira.

A lei foi responsável por mudanças importantes em relação a RN 482/2012 e vamos mencioná-las nos tópicos a seguir.

### **3.2.1 Potência Instalada**

A alteração em relação a potência instalada foi na categoria de minigeração distribuída onde para fontes despacháveis, que são aquelas que podem ser controladas e programadas para atender à demanda energética em determinado momento e também podem ter essa produção energética armazenada para uso posterior, foi mantida as potências utilizadas na RN 482/2012 entre 75 kW e 5 MW.

Porém, para fontes não despacháveis, aquelas consideradas intermitentes, pois não podem ser controladas por dependerem de fatores externos, conectadas a rede de distribuição o limite será entre 75 kW até 3 MW, conforme regulamentação da ANEEL.

### **3.2.2 Mudanças no Sistema de Compensação de Energia**

Antes da Lei 14.300/2022 o sistema de compensação era total na proporção de 1 para 1 (1 kWh emprestado é igual a 1 kWh em crédito). Tudo que se injetava na rede poderia ser consumido sem taxas referentes aos componentes tarifários do TUSD.

Agora, os créditos passam a ser taxados para cobrir os custos da distribuidora com sua infraestrutura e investimentos na rede elétrica. Esses custos foram calculados nos 18 primeiros meses de duração da Lei 14.300, até junho de 2023, no chamado “Encontro de Contas”. O cálculo dos custos e benefícios que a geração distribuída trás deve ser realizada pela ANEEL a partir de diretrizes definidas pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE).

Para as unidades de microgeração distribuída e minigeração distribuída até 500 kW foram criadas categorias para diferentes casos relacionados ao consumidor: Direito Adquirido, Regra de Transição e Regra Definitiva.

Na categoria de Direito Adquirido os projetos já existentes antes da publicação do MLGD e projetos que protocolarem a solicitação de acesso até janeiro de 2023, mantem a regra de compensação estabelecida na REN 482 até 2045. Portanto, o valor da energia injetada pela GD será compensado pelo mesmo valor da energia fornecida pela rede.” (RABASSA, 2022)

Para a Regra de Transição o valor de compensação do crédito de energia de uma GD é reduzido se comparado com o valor da energia fornecida pela rede. Durante o prazo de transição, o consumidor que receber os créditos de uma GD precisa pagar a diferença entre o valor do crédito da GD e a tarifa à distribuidora (tarifa referente ao Fio B), remunerando a distribuidora pelo uso do sistema de distribuição.” (RABASSA, 2022)

O Período de referente a Regra de Transição é dividido em dois. Para projetos protocolados no período de janeiro à junho de 2023 os créditos de energia recebidos pelos proprietários de sistemas de energia solar residenciais e comerciais devem ser reduzidos de forma gradual ao longo do tempo, não sendo compensados até 2031. Para solicitações realizadas a partir de julho de 2023 os créditos também devem ser reduzidos de forma gradual, porém o prazo de transição se findará em 2029.

Taxas referentes ao TUSD do Fio B a partir de 2023 para solicitações realizadas a partir de julho de 2023:

- I. 15% a partir de 2023;
- II. 30% a partir de 2024;
- III. 45% a partir de 2025;
- IV. 60% a partir de 2026;
- V. 75% a partir de 2027;
- VI. 90% a partir de 2028;
- VII. Valor definido pelo Encontro de Contas a partir de 2029.

Taxas referentes ao TUSD do Fio B a partir de 2023 para solicitações realizadas entre janeiro e junho de 2023:

- I. 15% a partir de 2023;
- II. 30% a partir de 2024;
- III. 45% a partir de 2025;
- IV. 60% a partir de 2026;
- V. 75% a partir de 2027;
- VI. 90% a partir de 2028;
- VII. Mantém 90% para 2029;
- VIII. Mantém 90% para 2030;
- IX. Valor definido pelo Encontro de Contas a partir de 2031.

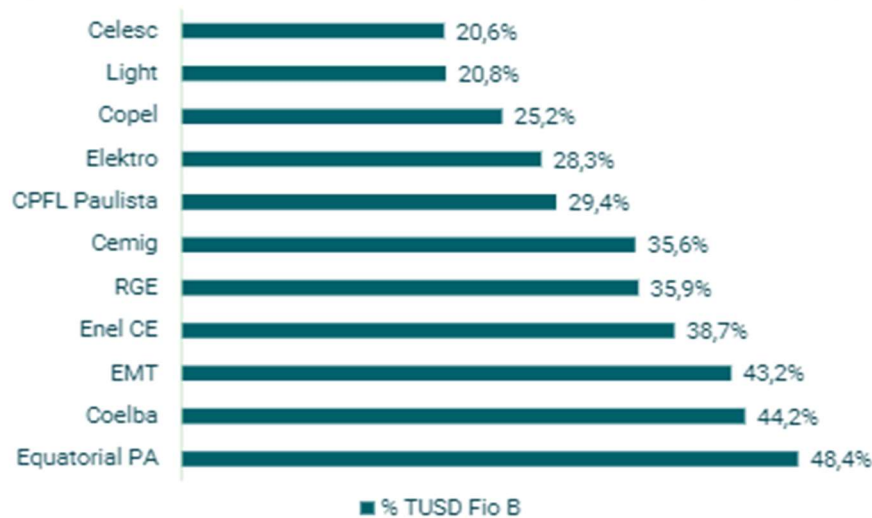
A Regra Definitiva é a regra geral a ser aplicada para projetos de GD após o fim do Direito Adquirido ou da Regra de Transição estabelecida para o projeto de Lei.

O valor de compensação do crédito de energia de uma GD foi calculado se baseando na componente energia das tarifas dos consumidores regulados, somada aos benefícios proporcionados por projetos de GD ao Sistema Elétrico Brasileiro (SEB), que foram definidos pelo CNPE e calculados pela ANEEL no Encontro de Contas.” (RABASSA, 2022)

A tarifa referente ao Fio B é um valor absoluto, calculado anualmente pela concessionária e validado pela ANEEL. Foi adotado um percentual de 28% como valor médio para análises no setor. Existem variações dependendo da concessionária distribuidora, pois o valor da TUSD Fio B depende de uma análise de concentração populacional de cada rede de concessão.

Quanto mais desenvolvida a relação UC por área de concessão, mais barato deve ser o valor da TUSD Fio B. Na Figura 6 indica o peso do Fio B na TUSD de diferentes concessionárias:

Figura 6 – Peso TUSD Fio B na Tarifa de Eletricidade para o grupo B.



Fonte: GREENER, 2023.

Já para as unidades de minigeração distribuída a partir de 500 kW, em fonte não despachável, nas modalidades de geração compartilhada ou autoconsumo remoto, em que um único titular possua 25% ou mais de participação sobre o excedente de energia elétrica, o faturamento deve ser considerado, até 2028, de:

- I. 100% das componentes tarifárias referentes aos ativos, custo de operação e manutenção da distribuidora – Fio B;
- II. 40% das componentes tarifárias referentes ao uso dos sistemas de transmissão da rede Básica (manutenção e operação), ao uso dos sistemas de distribuição de outras distribuidoras e a conexão às instalações de transmissão de distribuição – Fio A;
- III. 100% sobre os encargos de P&D, EE e TFSEE.

### 3.2.3 Custo de Disponibilidade

Para consumidores do grupo B, existe uma taxa mínima cobrada pelas concessionárias para o uso da sua infraestrutura por meio da compensação de créditos de energia elétrica. Em relação aos consumidores monofásicos a taxa mínima é de 30 kWh, para os bifásicos é de 50 kWh e os trifásicos é de 100 kWh.

Na RN 482/2012 ocorria uma duplicidade de cobrança dos créditos o que foi alterada na Lei 14.300/2022. Onde antes, caso eu fosse um consumidor trifásico que

utilizasse 500 kWh durante um período de tempo e injetasse na rede da distribuidora 500 kWh no mesmo período, teria que pagar uma taxa mínima de 100 kWh, e seus créditos de energia seriam zerados. Dando assim uma percepção de gasto de 400 kWh.

Com a alteração na Lei 14.300/2022 não há essa duplicidade de pagamento por kWh produzido. Para um consumidor trifásico que consumiu 500 kWh por mês e injetasse na rede da distribuidora esta mesma energia, teria que pagar uma taxa mínima de 100 kWh, e os créditos de energia não seriam zerados, ficando com 100 kWh de crédito e compensando somente os 400 kWh.

### **3.3 Consumidores não Inclusos no SCEE**

A concessionária ou permissionária de distribuição de energia elétrica não pode incluir no SCEE consumidores quando, detectado no documento de comprovação de posse ou propriedade do imóvel que se encontra instalada ou deve ser instalada a microgeração ou minigeração distribuída, que o imóvel esteja alugado ou arrendado (Lei 14.300/2022).

## 4. ANÁLISE DOS CENÁRIOS DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA

O SCEE varia de acordo com as categorias de geração distribuída. Neste trabalho são analisados quatro cenários, indicados a seguir.

Todos os dados são hipotéticos e foram gerados e calculados pelo autor.

- Cenário I: Unidade Consumidora de autoconsumo local.
- Cenário II: Unidades Consumidoras de autoconsumo remoto.
- Cenário III: Unidades Consumidoras no sistema de geração compartilhada.
- Cenário IV: Unidades Consumidoras no sistema EMCU.

Todos os dados das placas solares utilizadas nos cenários são referentes à Placa Solar Fotovoltaica Sunova de 550 W que possui 144 células de silício monocristalino PERC Half Cell e pode gerar até 2.200 Wh/dia.

### 4.1 Compensação para o Consumidor de Autoconsumo Local

Na Tabela 1 são apresentados os dados considerando a remoção da duplicidade de cobrança pela Lei 14.300/2022. Esses dados foram calculados de acordo com as comparações a seguir:

- Consumo registrado: CR;
- Energia Injetada: EI;
- $EI - CR$  = excedente de energia;
- Saldo de créditos Mensal: excedente de energia;
- Banco de créditos total: relação entre o saldo de créditos mensal e a taxa mínima, valor acumulativo com o do mês anterior.

Cenário I: Uma residência monofásica de autoconsumo local tem um sistema com quatro placas solares de 550 Wp que produzem em média 244 kWh/mês.

Tabela 1 - Compensação do Cenário I no período de 6 meses (kWh).

	mês 1	mês 2	mês 3	mês 4	mês 5	mês 6
consumo registrado	240	260	265	286	264	270
energia injetada	244	256	235	248	249	242
saldo de créditos mensal	4	-4	-30	-38	-15	-28
banco de créditos total	34	60	60	52	67	69

Fonte: Elaborado pela autora.

Na Tabela 1 é visto que o acumulativo de cada mês é passado para o mês seguinte. Devido a remoção da duplicidade e a cobrança da taxa mínima, pode-se notar que nos meses onde a diferença entre o consumo registrado e a energia injetada é maior que 30 kWh os créditos são abatidos dos excedentes dos meses anteriores. Quando essa diferença é menor, parte desses créditos são debitados na taxa mínima e o excedente vem em créditos.

Quando a energia injetada é maior que o consumo registrado, por conta remoção da duplicidade, os créditos acumulados para esse mês são as somas dos créditos dos meses anteriores, a diferença entre a energia injetada e o consumo e os 30 kWh da taxa mínima. Neste caso o sistema supre o consumo utilizado na residência.

## 4.2 Compensação para o Consumidor Autoconsumo Remoto

O abatimento de energia pode ser realizado de dois modos, utilizando o método antigo onde é estipulada porcentagens na distribuição de créditos para cada residência ou do modo instaurado na Lei 14.300 no qual são colocados graus de prioridade entre as residências. Seguem exemplos:

Consumidor possui três unidades consumidoras estipulando porcentagens na distribuição dos créditos:

- 50% para Unidade Consumidora A;
- 30% para Unidade Consumidora B;
- 20% para Unidade Consumidora C.

Desse modo caso tenha um resíduo de crédito da unidade geradora A e no mesmo mês a unidade geradora C consumiu mais dos que o 20% destinado a mesma,

o consumidor deve pagar a diferença do consumo e o excedente da Unidade Geradora A será convertido em crédito para o próximo mês da mesma.

Para o mesmo consumidor que possui três unidades consumidoras, porém, nesse caso ele coloca ordem de prioridade de créditos entre suas unidades:

- Primeira Prioridade: Unidade Consumidora A;
- Segunda Prioridade: Unidade Consumidora B;
- Terceira Prioridade: Unidade Consumidora C.

Assim, todo excedente é repassado para a próxima Unidade Consumidora evitando desperdício de créditos.

A situação hipotética apresentada na Tabela 2 é considerando a remoção da duplicidade de cobrança pela Lei 14.300/2022 e utilizando o método de abatimento de distribuição de créditos por prioridade, com prioridade por ordem alfabética. Os dados foram calculados de acordo com as comparações a seguir:

- Consumo registrado: CR;
- Energia injetada: EI;
- $EI - CR =$  excedente de energia;
- Saldo de créditos duplicidade de cada UC: saldo mensal que relaciona a energia excedente mensal com a taxa mínima;
- Excedente de energia de cada UC: excedente de energia da casa com maior prioridade;
- Banco de créditos total: soma do saldo de créditos excedente de todas as residências, valor acumulativo com o do mês anterior;

Cenário II: Um consumidor possui três residências monofásicas e utiliza o sistema de autoconsumo remoto e possui um sistema com 8 placas solares de 550 Wp que produzem em média 488 kWh/mês.

Tabela 2 - Compensação do Cenário II no período de 6 meses (kWh).

Casa A	mês 1	mês 2	mês 3	mês 4	mês 5	mês 6
consumo registrado	175	182	193	185	375	181
energia injetada	487	482	497	493	479	492
saldo de crédito duplicidade Casa A	30	30	30	30	30	30
Casa B						
consumo registrado	168	159	164	203	169	180
excedente de energia Casa A	312	300	304	308	104	311
saldo de crédito duplicidade Casa B	30	30	30	30	-35	30
Casa C						
consumo registrado	136	152	174	167	132	134
excedente de energia Casa B	144	141	140	105	-65	131
saldo de crédito duplicidade Casa C	30	19	-4	-32	-167	27
banco de créditos total	98	177	233	261	59	146

Fonte: Elaborado pela autora.

Neste caso representado pela Tabela 2, o consumidor deve pagar a taxa mínima para cada imóvel, e devido a remoção da duplicidade e a cobrança da taxa mínima, tem um acúmulo de créditos mesmo quando o consumo na somatória de suas residências é superior à energia injetada. E quando ocorre de alguma residência precisar de créditos eles serão disponibilizados por ordem de prioridade pré-definida, neste caso alfabética.

No mês 5 pode-se observar que teve um consumo excessivo na Casa A, e tanto a Casa B, quanto a Casa C tiveram que utilizar os créditos excedentes. Se por acaso o banco de créditos não conseguisse suprir todos os créditos necessários para a Casa C, devido a ser a última prioridade, a conta de energia dessa casa viria com acréscimo referente a energia utilizada que foi disponibilizada pela distribuidora.

Nestes casos que tem-se várias unidades consumidores em uma mesma titularidade, acabou se tornando mais fácil a organização da distribuição de créditos evitando o desperdício dos mesmos pois todos pertencem ao mesmo proprietário.

### 4.3 Compensação para Consumidores de Geração Compartilhada

Quando houver a divisão dos créditos eles podem ser abatidos de dois modos, utilizando o método antigo onde é estipulada porcentagens na distribuição de créditos para cada consumidor ou do modo instaurado na Lei 14.300 com são colocados graus de prioridade entre os consumidores. Seguem exemplos a seguir:

O consorcio possui três consumidores, onde o consumidor A possui duas unidades consumidoras e os outros dois cada um com uma unidade consumidora. Estipulando porcentagens na distribuição dos créditos:

- 25% para Unidade Consumidora 1: Consumidor A;
- 15% para Unidade Consumidora 2: Consumidor A;
- 30% para Unidade Consumidora: Consumidor B;
- 30% para Unidade Consumidora: Consumidor C.

Desse modo caso tenha um resíduo de crédito da unidade geradora – A e no mesmo mês a unidade geradora – B consumiu mais do que o 30% destinado a mesma, o consumidor deve pagar a diferença do consumo e o excedente da Unidade Geradora A será convertido em crédito para o próximo mês. Porém, como foram feitos cálculos de acordo com cada necessidade isso só deve ocorrer caso haja um uso excessivo de energia.

Para o mesmo consórcio que possui três consumidores, onde o consumidor A possui duas unidades consumidoras e os outros dois cada um com uma unidade consumidora. Nesse caso, colocando ordem de prioridade de créditos entre suas unidades:

- Primeira Prioridade para Unidade Consumidora 1: Consumidor A;
- Segunda Prioridade para Unidade Consumidora 2: Consumidor A;
- Terceira Prioridade para Unidade Consumidora: Consumidor B;
- Quarta Prioridade para Unidade Consumidora: Consumidor C.

Todo excedente é repassado para a próxima Unidade Consumidora evitando desperdício de créditos.

Na Tabela 3 foi criada uma situação hipotética considerando a remoção da duplicidade de cobrança pela Lei 14.300/2022 e usando o método de abatimento de distribuição de créditos por prioridade, com prioridade por ordem alfabética. Seus dados foram calculados de acordo com as comparações a seguir:

- Consumo registrado: CR;
- Energia injetada: EI;

- EI - CR = excedente de energia;
- Excedente de energia de cada UC: excedente de energia da casa com maior prioridade;
- Saldo de créditos duplicidade de cada UC: saldo mensal que relaciona a energia excedente mensal com a taxa mínima;
- Banco de créditos de cada consumidor: saldo relacionado aos créditos excedente das residências pertencentes ao mesmo consumidor, valor acumulativo com o do mês anterior;
- Banco de créditos total: excedente de créditos total do sistema, valor acumulativo com o do mês anterior;

Cenário III: O consórcio possui três consumidores, onde o consumidor A possui duas unidades consumidoras monofásicas e os outros dois cada um com uma UC bifásica. O consórcio utiliza um sistema de geração compartilhada e possui um sistema com dezesseis placas solares de 550 Wp que produzem em média 976 kWh/mês.

Tabela 3 - Compensação do Cenário III no período de 6 meses (kWh).

Consumidor A - Residência 1	mês 1	mês 2	mês 3	mês 4	mês 5	mês 6
consumo registrado	254	267	263	259	248	253
energia injetada	978	973	988	967	974	981
saldo de crédito duplicidade Residência 1	30	30	30	30	30	30
<b>Consumidor A - Residência 2</b>						
consumo registrado	186	189	176	182	175	174
excedente de energia Residência 1	724	706	725	708	726	728
saldo de crédito duplicidade Residência 2	30	30	30	30	30	30
banco de créditos consumidor A	60	120	180	240	300	360
<b>Consumidor B</b>						
consumo registrado	258	264	368	322	264	268
excedente de energia Residência 2	538	517	549	526	551	554
saldo de crédito duplicidade consumidor B	50	50	50	50	50	50
banco de créditos consumidor B	50	100	150	200	250	300
<b>Consumidor C</b>						
consumo registrado	254	268	269	312	299	274
excedente de energia Consumidor B	280	253	181	204	287	286
saldo de crédito duplicidade Consumidor C	50	35	-38	-108	38	50
banco de créditos consumidor C	50	85	47	0	38	100
banco de créditos total	26	26	26	15	15	27

Fonte: Elaborado pela autora.

No consórcio, por se tratar de consumidores diferentes cada um tem o seu banco de crédito e tem o banco de crédito excedente. O banco de crédito do consumidor é definido pelo crédito remanescente da duplicidade, e caso algum consumidor utilize todo o crédito da sua unidade ele pode ter acesso ao crédito excedente. Caso mais de um consumidor necessite do crédito excedente, esses créditos deverão ser distribuídos por ordem de prioridade.

No mês 4 nota-se que o consumidor C precisou utilizar os créditos excedentes, se por acaso o banco de créditos não conseguisse suprir todos os créditos necessários para o Consumidor C, a conta desse consumidor viria com acréscimo referente a energia utilizada que foi disponibilizada pela distribuidora.

#### **4.4 Compensação para os Consumidores EMUC**

Os créditos podem ser abatidos de dois modos, utilizando o método antigo onde é estipulada porcentagens na distribuição de créditos para cada consumidor ou do modo instaurado na Lei 14.300 com são colocados graus de prioridade entre os consumidores. Seguem exemplos a seguir:

O Empreendimento possui três comércios com titulares diferentes, cada um com a sua unidade consumidora. Estipulando porcentagens na distribuição dos créditos:

- 35% para Unidade de Comércio A;
- 35% para Unidade de Comércio B;
- 30% para Unidade de Comércio C.

Desse modo caso tenha um resíduo de crédito da unidade de comércio – B e no mesmo mês a unidade comércio A consumiu mais do que o 35% destinado a mesma, o consumidor deve pagar a diferença do consumo e o excedente da unidade de comércio B será convertido em crédito para o próximo mês. Porém, como foram feitos cálculos de acordo com cada necessidade isso só deve ocorrer caso haja um uso excessivo de energia.

O mesmo Empreendimento, que possui três comércios com titulares diferentes, cada um, com a sua unidade consumidora (UC). Nesse caso, colocando ordem de prioridade de créditos entre suas unidades:

- Primeira Prioridade para Unidade de Comércio A;
- Segunda Prioridade para Unidade de Comércio B;
- Terceira Prioridade para Unidade de Comércio C.

Assim, todo excedente é repassado para a próxima Unidade Consumidora evitando desperdício de créditos.

Na situação hipotética mostrada na Tabela 4, considera-se a remoção da duplicidade de cobrança pela Lei 14.300/2022 e a utilização do método de abatimento de distribuição de créditos por prioridade, com prioridade por ordem alfabética. Os dados foram calculados de acordo com as comparações a seguir:

- Consumo registrado: CR;
- Energia injetada: EI;
- $EI - CR =$  excedente de energia;
- Saldo de créditos duplicidade de cada UC: saldo mensal que relaciona a energia excedente mensal com a taxa mínima;
- Excedente de energia de cada UC: excedente de energia do comércio com maior prioridade;
- Banco de créditos de cada consumidor: saldo relacionado aos créditos excedente dos comércios pertencentes ao mesmo consumidor, valor acumulativo com o do mês anterior;
- Banco de créditos total: excedente de créditos total do sistema, valor acumulativo com o do mês anterior;

Cenário IV: O Empreendimento possui três consumidores, cada um com uma unidade consumidora própria, sendo todas elas bifásicas. O consórcio utiliza um sistema EMCU e possui um sistema com vinte e cinco placas solares de 550 Wp que produzem em média 1,2 MWh/mês.

Tabela 4 - Compensação do Cenário IV no período de 6 meses (kWh).

Comércio A	mês 1	mês 2	mês 3	mês 4	mês 5	mês 6
consumo registrado	416	421	438	426	410	399
energia injetada	1220	1236	1217	1226	1214	1209
saldo de crédito duplicidade Comércio A	50	50	50	50	50	50
banco de créditos Comércio A	50	100	150	200	250	300
Comércio B						
consumo registrado	536	561	548	579	555	521
excedente de energia Comércio A	804	815	779	800	804	810
saldo de crédito duplicidade Comércio B	50	50	50	50	50	50
banco de créditos Comércio B	50	100	150	200	250	300
Comércio C						
consumo registrado	261	298	302	289	278	268
excedente de energia Comércio B	268	254	231	221	249	289
saldo de crédito duplicidade Comércio C	50	6	-21	-18	21	50
banco de créditos Comércio C	50	56	35	17	38	88
banco de créditos excedente	7	7	7	7	7	28

Fonte: Elaborado pela autora.

Neste tipo de empreendimento, trata-se de consumidores diferentes cada qual com o seu banco de crédito e tem o banco de crédito excedente, que caso for necessária a utilização do mesmo deve-se utiliza-lo por ordem de prioridade se mais de um consumidor necessitar da utilização do mesmo. O banco de crédito do consumidor é definido pelo crédito remanescente da duplicidade, e caso algum consumidor utilize todo o crédito da sua unidade ele pode ter acesso ao crédito excedente.

Neste exemplo nota-se que os créditos do consumidor foram o suficiente para suprir a demanda utilizada, mas caso não tivesse sido, utilizariam o banco de créditos excedentes e caso o mesmo não fosse suficiente, os consumidores deveriam pagar a diferença do consumo.

## 5. CONCLUSÕES

As regras de compensação de energia solar no Brasil estão passando por mudanças importantes que podem afetar os proprietários de sistemas de energia solar de todos os tipos, também como futuros consumidores. Com a redução gradual dos créditos de energia recebidos ao longo do tempo torna-se menos vantajoso instalar sistemas de energia solar desde julho de 2023. Porém, os proprietários de sistemas de energia solar já instalados não foram afetados por tantas mudanças nas regras de compensação de energia solar devido ao direito adquirido. Mas mesmo os proprietários afetados ainda tem benefícios se comparados com aqueles que não fazem a utilização do sistema de microgeração e minigeração fotovoltaica. Estes não só sendo relacionados a redução de créditos, como também, a segurança jurídica agora mais significativa neste setor.

Foi visto que a alteração da duplicidade foi um trunfo para quem utiliza-se da geração distribuída, principalmente os consumidores que já utilizavam esses sistemas antes das mudanças da Lei 14.300/2022, pois ao projetar seus sistemas já era considerada a cobrança da duplicidade, então haveria a necessidade de sistemas com maior capacidade. O que ocasiona um excedente de créditos maior para cada consumidor, fazendo com que o mesmo possa até aumentar seu próprio consumo.

Caso o consumidor projetasse seu sistema a partir de julho de 2023 e está entrando neste mercado recentemente ele já pode considerar todas as mudanças, que mesmo com o aumento das novas tarifas ainda trará benefícios, como o custo de disponibilidade.

É importante que os proprietários de sistemas de energia solar estejam cientes das mudanças nas regras de compensação de energia solar pois estão utilizando esse produto e devem estar atentos as mudanças do mesmo e a par de seus direitos e deveres, bem como seus benefícios e limitações.

## REFERÊNCIAS

ABSOLAR. **Benefícios da Fonte Solar Fotovoltaica ao Brasil**. São Paulo, SP, 2023.

ANEEL. **Caderno Temático: Micro e Minigeração Distribuída: Sistemas de Compensação de Energia Elétrica**. Brasília, DF, ANEEL, 2016.

ANEEL, 2022. **Custo da energia que chega aos consumidores**, Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/custo-da-energia-que-chega-aos-consumidores>

ANEEL. **Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 02/2018-SGT/SRM/ANEEL**. Brasília, 2022.

ANEEL. RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 956, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2021. **Estabelece os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST**. Brasília, 2021

BRASIL. Lei nº 14.300, de 06 de janeiro de 2022. **Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída**, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS); altera as Leis nºs 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília, 2022.

BRASIL. Resolução Normativa ANEEL nº 482 de 17 de abril de 2012. **Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências**. Brasília, 2012.

BRASIL. Resolução Normativa ANEEL nº 687 de 24 de novembro de 2015. **Altera a Resolução Normativa nº 482**, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Brasília, 2015.

CAMARGO, H.C. **Efetividade dos Incentivos Fiscais Concedidos ao Sistema de Compensação de Energia Solar como Forma de Estímulo ao Desenvolvimento Sustentável**. Porto Alegre, RS, 2018. 108 p. Dissertação (Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Direito) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

ELEKTRO. **Prestadores de Serviço: Microgeração distribuída**. Brasília, DF, Neoenergia ELEKTRO, 2021.

EPE. **Balço Energético Nacional 50 anos: cinquenta anos de estatísticas energéticas**. Brasília, 2019.

EPE. **Matriz Energética e Elétrica**. Brasília, 2022

**GOV. Brasil registra maior produção de energia limpa dos últimos 12 anos.**  
Brasília, 2023.

Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-registra-maior-producao-de-energia-limpa-dos-ultimos-12-anos#:~:text=O%20ministro%20de%20Minas%20e,el%C3%A9trica%20vem%20de%20fontes%20renov%C3%A1veis.>

**GOV. Energia Renovável chega a quase 50% da matriz Elétrica Brasileira.**  
Brasília, 2021.

Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/08/energia-renovavel-chega-a-quase-50-da-matriz-eletrica-brasileira>

**GREENER - Análise do Marco Legal da Geração Distribuída | Lei 14.300 Atualização 2023.**

Disponível em: [https://www.greener.com.br/estudo/analise-do-marco-legal-2023/.](https://www.greener.com.br/estudo/analise-do-marco-legal-2023/)

**IBGE. Censo 2022.** Brasília, 2022. Disponível em:  
<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>

**ONS. ONS Atualiza Infográfico com Dados Consolidados de Geração Solar e Eólica.** Brasília, 2022.

Disponível em:

[https://www.ons.org.br/Paginas/Noticias/20220511\\_ONS\\_atualiza\\_infografico\\_com\\_dados\\_consolidados\\_de\\_geracao\\_solar\\_e\\_eolica.aspx#:~:text=A%20e%C3%B3lica%20representa%20hoje%2011,2026%20com%205%2C3%25.](https://www.ons.org.br/Paginas/Noticias/20220511_ONS_atualiza_infografico_com_dados_consolidados_de_geracao_solar_e_eolica.aspx#:~:text=A%20e%C3%B3lica%20representa%20hoje%2011,2026%20com%205%2C3%25.)

**ONS. O Sistema Interligado Nacional.** Brasília, 2022.

Disponível em: <https://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin>

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J.

G. **Atlas brasileiro de energia solar.** 2.ed. São José dos Campos: INPE, 2017. 80p.

Disponível em: <http://doi.org/10.34024/978851700089>

RABASSA, M., GUIMARÃES, F. **Marco Legal da GD: impactos na rentabilidade e a importância da valoração dos seus benefícios.** Rio de Janeiro, RJ, 2022. 6 p.

Artigo Científico (Grupo de Estudos do Setor Elétrico - GESEL) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ.