UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

Caio Wasconcelos Magalhães dos Santos

ANÁLISE COMPARATIVA DO IMPACTO NO PAYBACK DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS SOB O MARCO LEGAL DA MICRO E MINIGERAÇÃO DE ENERGIA - LEI 14.300

Ilha Solteira
2024

Caio Wasconcelos Magalhães dos Santos

ANÁLISE COMPARATIVA DO IMPACTO NO PAYBACK DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS SOB O MARCO LEGAL DA MICRO E MINIGERAÇÃO DE ENERGIA - LEI 14.300

Trabalho de graduação apresentado à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Unesp como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Eletricista

Nome do orientador
Prof. Dr. Carlos Antônio Alves

Ilha Solteira
2024

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Santos, Caio Wasconcelos Magalhães dos.
S237a Análise comparativa do impacto no payback de sistemas fotovoltaicos sob o marco legal da micro e minigeração de energia - Lei 14.300 / Caio Wasconcelos Magalhães dos Santos. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
60 f. : il.

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

Orientador: Carlos Antônio Alves

Inclui bibliografia

1. Lei 14.300. 2. Energia limpa. 3. Compensação dos créditos. 4. Impacto financeiro.

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

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Ilha Solteira

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aos dez dias do mês de janeiro do ano de dois mil e vinte e quatro, o discente ***Caio Wasconcelos Magalhaes dos Santos,*** matriculado sob o nº 161050981, tendo como banca examinadora o seu orientador, *o Prof. Dr. Carlos Antonio Alves, o Prof. Dr. Carlos Roberto Minussi e o Prof. Dr. Cláudio Kitano,* apresentou o Trabalho de Graduação intitulado **"Análise Comparativa do Impacto no Payback de Sistemas Fotovoltáicos Sob o Marco Legal da Micro e Minigeração de Energia - Lei 14.300",** obtendo a nota 9.0 (NOVE) e conceito APROVADO.

Prof. Dr. Carlos Antonio Alves
- Orientador-

Caio Wasconcelos Magalhaes dos Santos
- Discente -

Prof. Dr. Carlos Roberto Minussi
- Membro da Banca -

Prof. Dr. Cláudio Kitano
- Membro da Banca -

Faculdade de Engenharia – Departamento de Engenharia Elétrica
Avenida Professor José Carlos Rossi, 1370 - CEP 15.385-000, Ilha Solteira - SP - Brasil
Tel (18) 37431150 - Fax (18) 3742-2735 - www.feis.unesp.br

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho à minha família, cujo apoio foi a base fundamental que me permitiu chegar até aqui. A vocês, meu profundo agradecimento por estarem ao meu lado em todas as etapas desta jornada.

Agradeço a Deus por guiar meus passos e me dar força nos momentos mais desafiadores.

Aos amigos da turma 16/1, compartilhamos não apenas a sala de aula, mas também as lutas e batalhas que moldaram nossa trajetória acadêmica. Juntos, superamos obstáculos e celebramos conquistas.

Agradeço também especialmente ao Professor Dr. Carlos Antônio Alves, meu orientador durante este processo. Suas orientações, paciência e apoio foram fundamentais para o sucesso deste trabalho.

“Nenhum homem pode banhar-se no mesmo rio duas vezes, pois na segunda vez o rio não é mais o mesmo nem tão pouco o homem”.

Heráclito de Éfeso.

RESUMO

Diante da crescente demanda mundial por fontes de energia limpa, a energia solar fotovoltaica destaca-se como uma alternativa promissora, especialmente em países como o Brasil, beneficiado por uma elevada incidência de radiação solar. A regulamentação significativa desse setor ocorreu em 6 de janeiro de 2022, por meio da Lei 14.300, sancionada pelo governo brasileiro. Este estudo traz as principais mudanças e impactos decorrentes da legislação, realizando uma análise de sistemas implementados, avaliando o impacto das alterações após a promulgação da Lei. A comparação entre grupos, considerando direitos adquiridos, período de transição e pós-transição, concentra-se principalmente na compensação dos créditos. Os resultados indicam um aumento no impacto financeiro para novos projetos em poucos meses, porém, de maneira nenhuma, inviabilizando tais projetos.

Palavras-chave: Lei 14.300; Energia Limpa; Compensação dos créditos, Impacto financeiro

ABSTRACT

In the face of the growing global demand for clean energy sources, photovoltaic solar energy stands out as a promising alternative, especially in countries like Brazil, blessed with a high incidence of solar radiation. Significant regulation of this sector occurred on January 6, 2022, through Law 14.300, sanctioned by the Brazilian government. This study brings the main changes and impacts resulting from the legislation, carrying out an analysis of implemented systems, evaluating the impact of changes after the Law's promulgation. The comparison between groups, considering acquired rights, transition period, and post-transition, focuses primarily on credit compensation. The results indicate an increase in the financial impact for new projects in a few months, but in no way making such projects unfeasible.

Keywords: Law 14.300; Clean Energy; Credit compensation, Financial Impact

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 − Evolução do consumo final de energia elétrica no Brasil 2005-2030 15
Figura 2 − Geração de energia em GWh ano 2022 16
Figura 3 − Oferta interna de energia elétrica por fonte 17
Figura 4 − Consumo de eletricidade por setor da sociedade em 2022 18
Figura 5 − Capacidade cumulativa por tecnologia 2010- 2027 20
Figura 6 − Potencial Fotovoltaico no Globo 21
Figura 7 − Matriz elétrica mundial 23
Figura 8 − Comparativo Brasil e Mundo 24
Figura 9 − Potencial de Geração SFV – Rendimento Anual 27
Figura 10 − Potência instalada de GC por estado (MW) 28
Figura 11 − Potência instalada de GD por estado (MW) 29
Figura 12 − Composição da Tarifa 30
Figura 13 − Linha do tempo - Transição e aplicação da nova regra 34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 − Países Líderes em geração fotovoltaica em 2022 22

Gráfico 2 − Países que mais evoluíram a produção de 2021 a 2022 22

Gráfico 3 − Exemplo de padrão de consumo residencial x geração solar FV 31

Gráfico 4 − Comparativo Caso I e Caso II 48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 −	Geração de energia SFV no Brasil	18
Tabela 2 −	Aumento gradativo da cobrança pelo Fio B	34
Tabela 3 −	Exemplo de custo de disponibilidade UC bifásico	36
Tabela 4 −	Dados iniciais UC Residencial I	38
Tabela 5 −	Consumo e Fatura da UC I	38
Tabela 6 −	Estimativa FS do Caso I	39
Tabela 7 −	Valor do Fio B na fatura da Neoenergia Elektro	39
Tabela 8 −	*Payback* Caso I considerando FS 15%	40
Tabela 9 −	Dados de consumo FS 30%	41
Tabela 10 −	*Payback* Caso I considerando FS 30%	41
Tabela 11 −	Dados de consumo FS 7,5%	42
Tabela 12 −	*Payback* Caso I considerando FS 7,5%	42
Tabela 13 −	Dados iniciais UC Residencial II	43
Tabela 14 −	Estimativa FS do Caso II	43
Tabela 15 −	*Payback* Caso II considerando FS 25%	44
Tabela 16 −	Dados de consumo FS 10%	45
Tabela 17 −	*Payback* Caso II considerando FS 10%	45
Tabela 18 −	Dados de consumo FS 45%	46
Tabela 19 −	*Payback* Caso II considerando FS 45%	46
Tabela 20 −	Dados de consumo FS 75%	47
Tabela 21 −	*Payback* Caso II considerando FS 75%	47
Tabela 22 −	Dados iniciais UC Comercial	49
Tabela 23 −	Estimando o FS do Caso III	49
Tabela 24 −	*Payback* Caso III considerando FS 46%	50
Tabela 25 −	Dados de consumo FS 10%	51
Tabela 26 −	*Payback* Caso III considerando FS 10%	51
Tabela 27 −	Dados de consumo FS 30%	52
Tabela 28 −	*Payback* Caso III considerando FS 30%	52
Tabela 29 −	Dados de consumo FS 75%	53
Tabela 30 −	*Payback* Caso III considerando FS 75%	53

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balanço Energético Nacional
EI	*Energy Institute*
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FS	Fator de Simultaneidade
FV	Fotovoltaico
GC	Geração Centralizada
GD	Geração Distribuída
IEA	*International Energy Agency*
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MLGD	Marco Legal da Geração Distribuída
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
ONU	Organização das Nações Unidas
PNE	Plano Nacional de Energia
REN 482	Resolução Normativa nº 482
SFV	Solar Fotovoltaico
TE	Tarifa de Energia
TFSEE	Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
UC	Unidade Consumidora
UE	União Europeia

SUMÁRIO

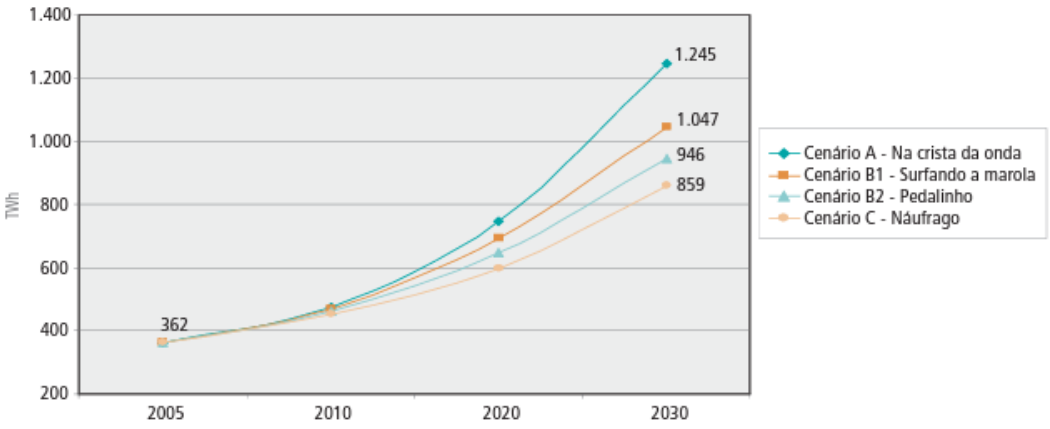
1. INTRODUÇÃO 15
1.1. OBJETIVOS 19
2. GERAÇÃO DE ENERGIA SFV NO MUNDO E SUSTENTABILIDADE 20
2.1. PANORAMA E POTENCIAL FOTOVOLTAICO 20
2.2. NECESSIDADE E DESAFIOS DE SUSTENTABILIDADE 23
3. CENÁRIO BRASILEIRO DE GERAÇÃO DE ENERGIA SFV 27
3.1. GERAÇÃO SFV CENTRALIZADA 28
3.2. GERAÇÃO SFV DISTRIBUÍDA 28
3.3. LEGISLAÇÃO BRASILEIRA PERTINENTE A GD DE ENERGIA SFV 29
3.4. TARIFA DE ENERGIA 30
3.4.1. Componentes Fio A e Fio B 31
3.5. FATOR DE SIMULTANEIDADE 31
3.6. MUDANÇA NA COMPENSAÇÃO DOS CRÉDITOS 33
3.7. POTÊNCIA INSTALADA 35
3.8. MUDANÇA QUANTO AO CUSTO DE DISPONIBILIDADE 35
4. AVALIAÇÃO DE *PAYBACK* DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS 37
4.1. CASOS 37
4.2. UC RESIDENCIAL I 37
4.2.1. UC Residencial I com FS 30% 40
4.2.2. UC Residencial I com FS 7,5% 42
4.3. UC RESIDENCIAL II 43
4.3.1. UC Residencial II com FS 10% 44
4.3.2. UC Residencial II com FS 45% 46
4.3.3. UC residencial II com FS 75% 47
4.4. COMPARATIVO CASOS I E II 48
4.5. UC COMERCIAL 49
4.5.1. UC Comercial com FS 10% 50
4.5.2. UC Comercial com FS 30% 52
4.5.3. UC Comercial com FS 75% 53
5. CONCLUSÃO 55

REFERÊNCIAS.....57
ANEXO 60

1. INTRODUÇÃO

O Plano Nacional de Energia de Longo Prazo 2030 (PNE) oferece um estudo e análise completa do setor Energético no Brasil, projetando dentre outras coisas, ao longo dos próximos anos as demandas energéticas. Estimou-se através do PNE 2030 que o consumo de energia elétrica ao final de 2030 esteja entre 859 TWh e 1245 TWh quando se compara os cenários de maior e de menor crescimento da demanda como podemos verificar na Figura 1 (PNE 2030, 2007).

Figura 1 - Evolução do consumo final de energia elétrica no Brasil 2005-2030



Fonte: PNE 2030 (2007)

O ritmo de penetração da eficiência elétrica é um fator importante a ser considerado na avaliação de cenários de crescimento econômico e da demanda por energia. Nesse contexto, os cenários Na Crista da Onda e Surfando a Marola, que assumem um maior crescimento econômico, também assumem um ritmo de penetração da eficiência elétrica mais acelerado.

No cenário Na Crista da Onda, a taxa de ganho de eficiência é aproximadamente duas vezes a observada no cenário Náufrago. Isso significa que, no cenário Na Crista da Onda, o melhor rendimento disponível no uso de eletricidade é atingido em cerca de metade do tempo.

Esses cenários são baseados em diferentes premissas sobre o desenvolvimento econômico e tecnológico do Brasil. No cenário Na Crista da Onda, assume-se que o

país terá um crescimento econômico forte e sustentável, com investimentos em tecnologias e infraestrutura que contribuam para a eficiência energética.

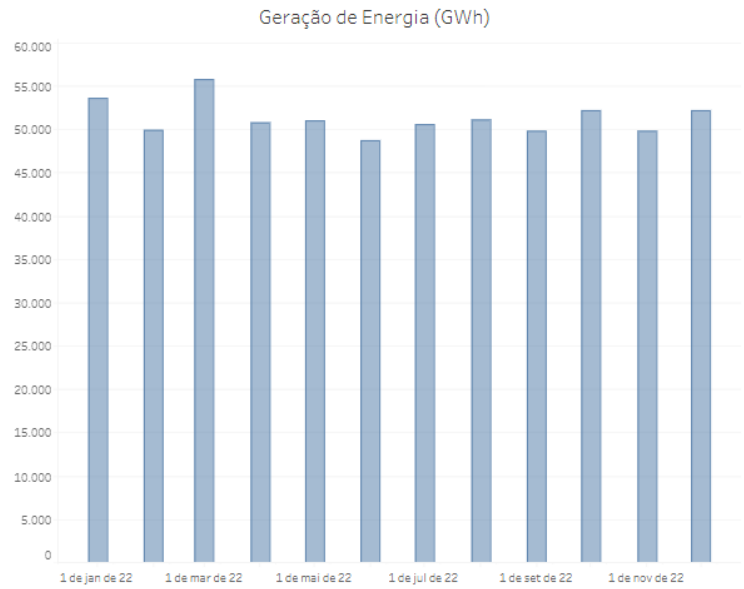
Já no cenário Náufrago, assume-se que o país terá um crescimento econômico lento e que terá dificuldades em investir em eficiência energética.

Levando-se em consideração a projeção hidráulica do PNE em comparação com a projeção de evolução do consumo final, mesmo que seja dado prioridade para a expansão da oferta energética por meio das hidrelétricas, utilizando cerca de 80% do potencial, pode não ser suficiente quando olhamos para as necessidades do futuro brasileiro (PNE 2030 Geração Hidráulica, 2007).

Surge a necessidade da diversificação da matriz elétrica brasileira, partindo para as fontes de energias renováveis, e, neste trabalho, tem-se um olhar atencioso para a energia solar fotovoltaica (SFV), tendo-se em vista a vasta possibilidade de crescimento que esse tipo de geração possibilita quando se observa onde o Brasil está, e, até onde pode chegar, considerando, principalmente, o contexto geográfico privilegiado de incidência de radiação solar.

Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) os dados de geração de energia elétrica considerando a matriz energética brasileira no ano de 2022 mensalmente mostrado na Figura 2 (ONS, 2023).

Figura 2 - Geração de energia em GWh ano 2022

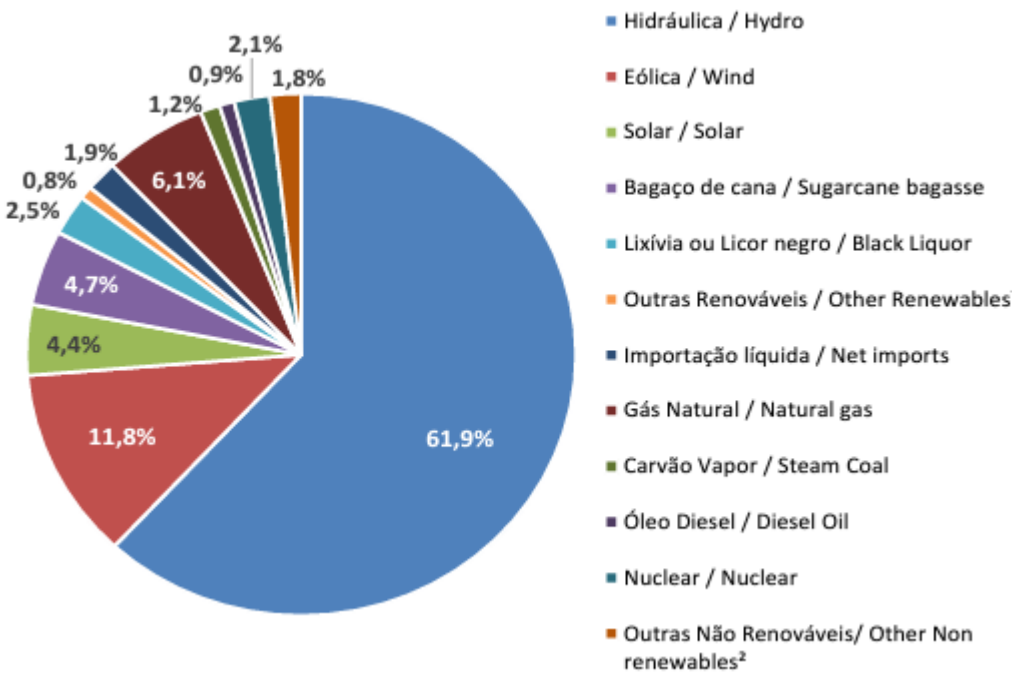


Fonte: ONS (2023)

Isso implica em uma geração, consolidada pelo balanço energético nacional (BEN) 2023, de 677,1 TWh em 2022 validando a informação preditiva do estudo feito pelo PNE 2030. De tal forma que o Brasil se encontra nos piores cenários possíveis (cenário náufrago), o que é explicado pelas diversas crises econômicas e políticas que passou desde 2015, até passar por uma pandemia, que afetou o globo gerando sequelas físicas e econômicas não só para o país, mas também para o mundo.

A matriz elétrica brasileira, apresentada na Figura 3 e baseada no ano de referência de 2022, evidencia a contribuição de cada fonte de energia. Nesse contexto, é possível observar um elevado grau de dependência na geração hidráulica (BEN, 2023).

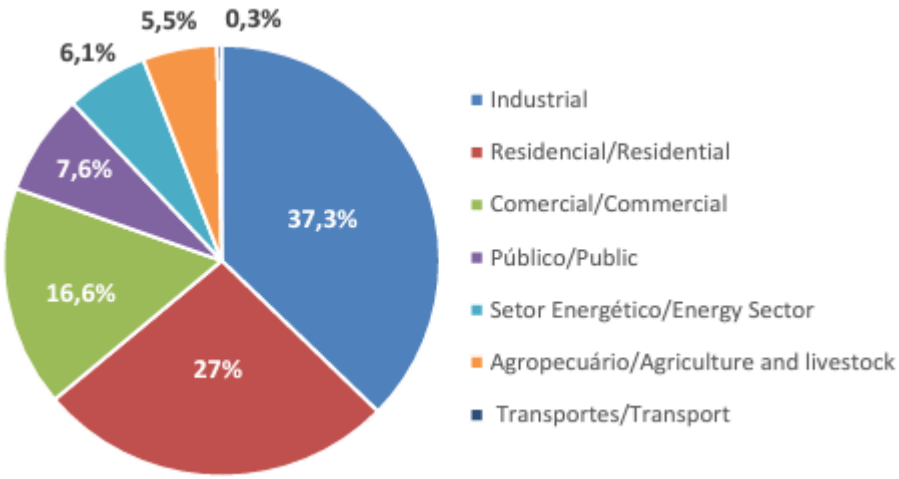
Figura 3 - Oferta interna de energia elétrica por fonte



Fonte: BEN (2023)

Pode-se verificar que os setores industriais, residenciais e comerciais representam aproximadamente 80% do consumo energético na Figura 4.

Figura 4 - Consumo de eletricidade por setor da sociedade em 2022



Fonte: BEN (2023)

O consumo residencial representa 27% do consumo total de eletricidade na sociedade, evidenciando o significativo impacto que o aumento da energia SFV pode ter na maneira como a energia elétrica é consumida, proporcionando um alívio notável na pressão sobre os recursos hídricos.

Diante da crescente demanda por novas fontes de energia, a geração SFV é vista como uma excelente alternativa. No entanto, a promulgação da Lei 14.300 trouxe questionamentos sobre a viabilidade da sua utilização, introduzindo um novo paradigma para a micro e minigeração de energia no Brasil, implicando profundamente diversos tipos de consumidores, desde residências até grandes empresas.

Evidencia-se, na Tabela 1, que a geração de energia solar tem apresentado crescimento exponencial ao longo da última década, impulsionada pelos avanços tecnológicos e pelo atrativo *payback* até então.

Tabela 1 - Geração de Energia SFV no Brasil

ANO	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
Geração (GWh)	4,8	16,1	58,9	85,3	831,8	3.461,40	6.654,60	10.748,30	16.752,30	30.126,50

Fonte: Adaptado de BEN (2023)

1.1. OBJETIVOS

Neste trabalho é apresentado uma análise comparativa, abordando o impacto no período de retorno de investimento (*payback*) dos projetos de microgeração SFV sob a Lei 14.300 em comparação com a legislação anterior. A análise é especialmente direcionada ao contexto da microgeração de energia, destacando as principais mudanças e implicações trazidas pela nova legislação. Duas categorias de consumidores residenciais e comerciais são consideradas para atingir esse propósito.

Esta análise busca fornecer uma visão das implicações econômicas e financeiras dessas mudanças, para tomadores de decisão, investidores e profissionais do setor de energia.

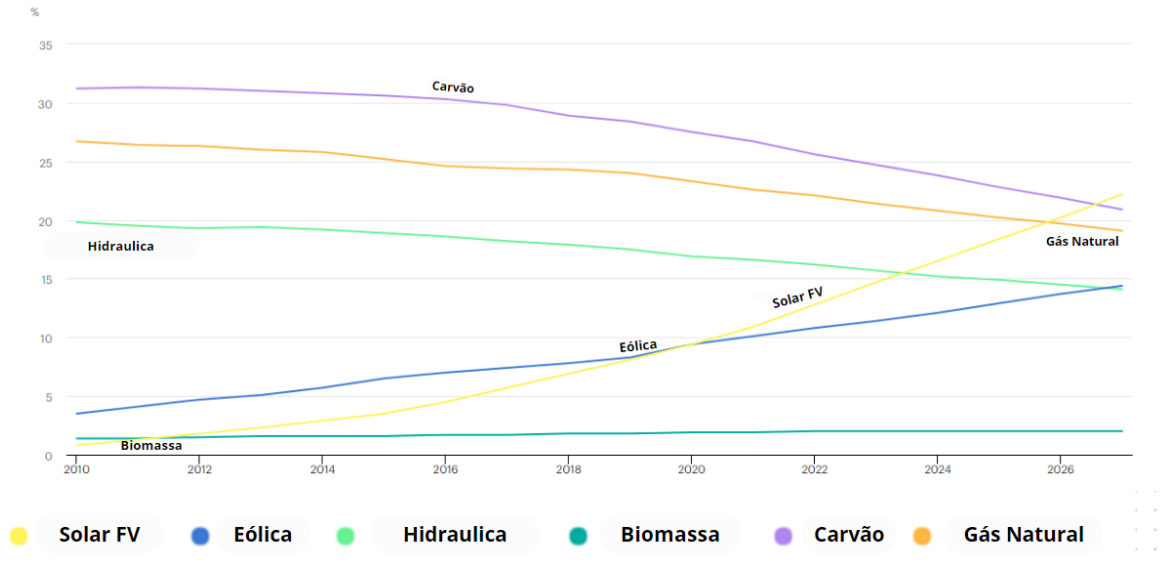
2. GERAÇÃO DE ENERGIA SFV NO MUNDO E SUSTENTABILIDADE

A busca pela sustentabilidade é uma demanda global, seja por meio de acordos coletivos ou necessidades específicas de cada país. Nesse contexto, torna-se válido abordar o desenvolvimento global de energia renovável, destacando os protagonistas, especialmente na geração SFV.

2.1. PANORAMA E POTENCIAL FOTOVOLTAICO

Cada país apresenta características específicas influenciadas por diversos fatores. Entre esses fatores, destaca-se principalmente a posição geográfica, uma vez que a localização de um país está diretamente relacionada ao seu potencial energético fotovoltaico. Conforme evidenciado na Figura 5 do International Energy Agency (IEA), a geração SFV é a que mais cresce percentualmente em comparação com outras fontes renováveis de energia em todo o mundo (IEA, 2023).

Figura 5 - Capacidade cumulativa por tecnologia 2010- 2027

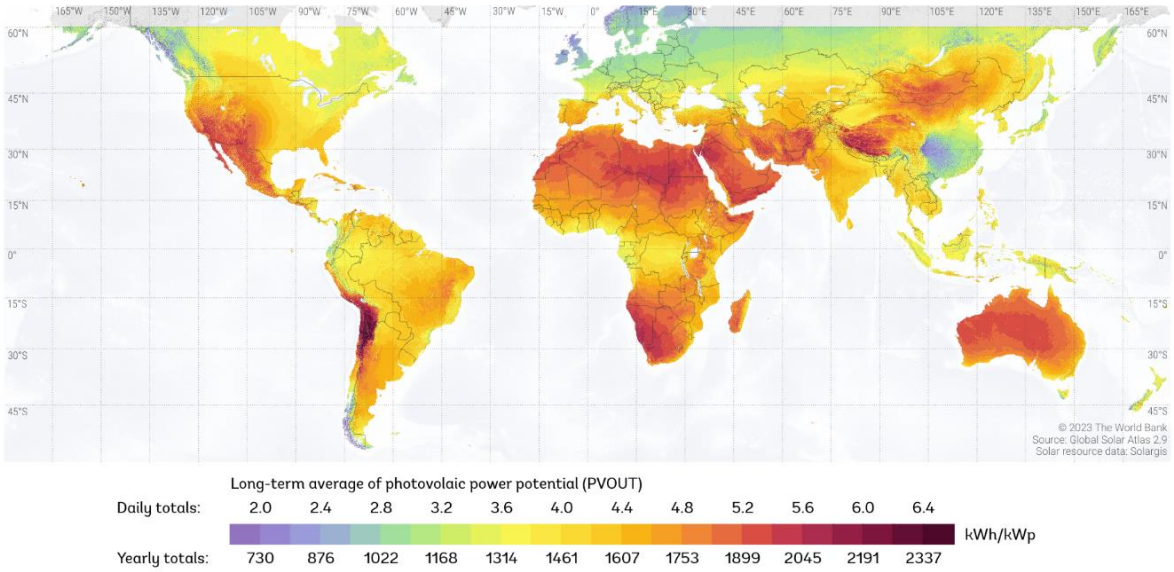


Fonte: Adaptado de IEA (2023)

Através da Figura 6, conforme indicado pela Global Solar Atlas, é possível examinar o potencial de incidência de radiação solar em cada país ao redor do globo. Este dado não apenas serve como uma explicação válida para o motivo pelo qual a energia SFV é a fonte renovável que mais tem se desenvolvido em comparação a outras, dada sua considerável capacidade global, mas também ressalta a premissa

fundamental de que, antes de explorar o potencial, é essencial agir. Países menos favorecidos que o Brasil são líderes na geração fotovoltaica global, impulsionados por políticas públicas, incentivos fiscais, metas e a necessidade de ampliar suas matrizes renováveis.

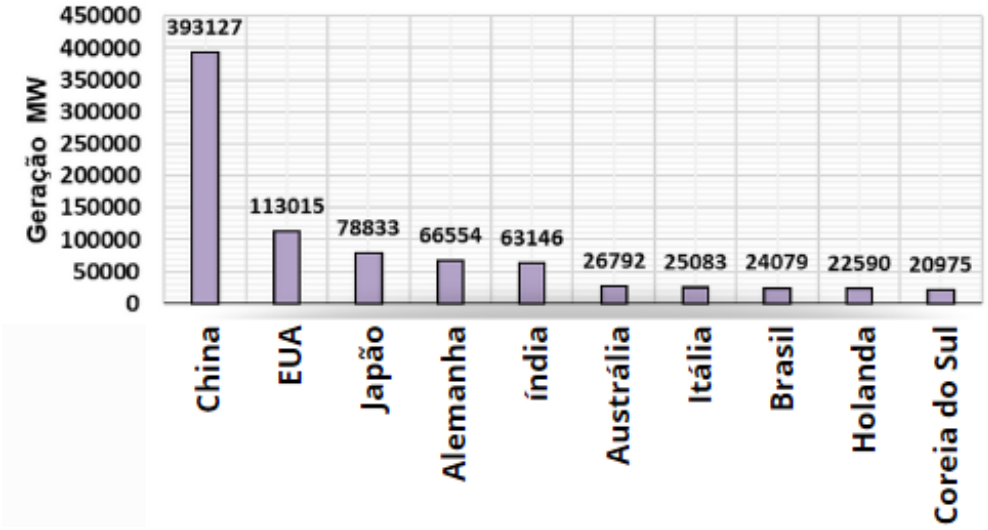
Figura 6 - Potencial Fotovoltaico no Globo



Fonte Global Solar Atlas (2023)

No Gráfico 1, elaborado com dados do *Energy Institute (EI)* que consta no Anexo A (EI,2023), são apresentados os dez países que lideram em capacidade instalada de energia SFV em 2022.

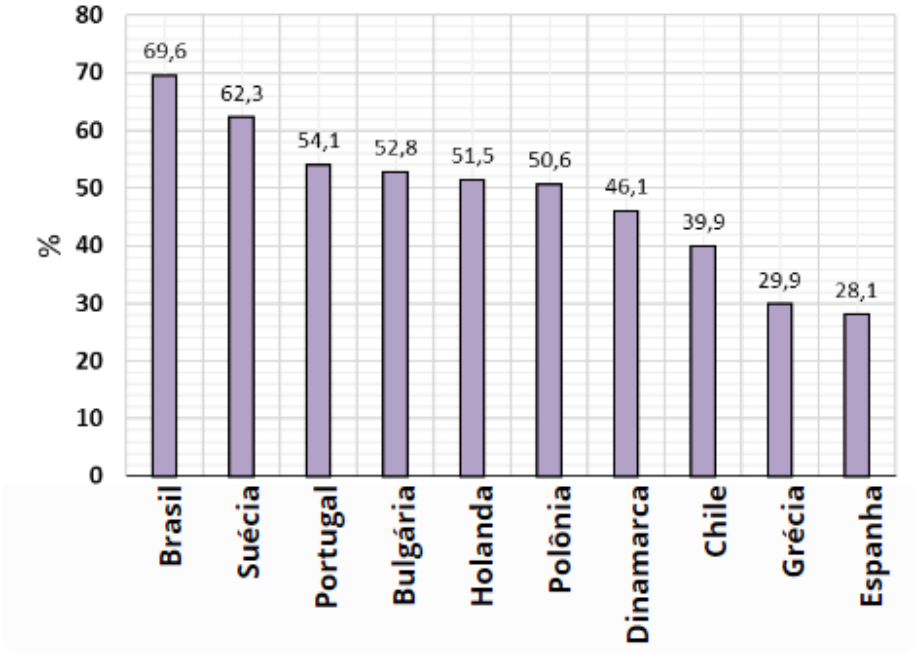
Gráfico 1 – Países Líderes em geração fotovoltaica em 2022



Fonte: Adaptado de EI (2023).

Ao comparar os dez países líderes na produção de energia SFV com o potencial fotovoltaico global, observa-se que os países no topo do ranking não são necessariamente os que mais têm se desenvolvido nesse quesito. Isso é evidenciado pelo Gráfico 2, que apresenta os países que mais aumentaram sua capacidade de geração no período de 2021 a 2022.

Gráfico 2 - Países que mais evoluíram a produção de 2021 a 2022



Fonte: Adaptado de EI (2023).

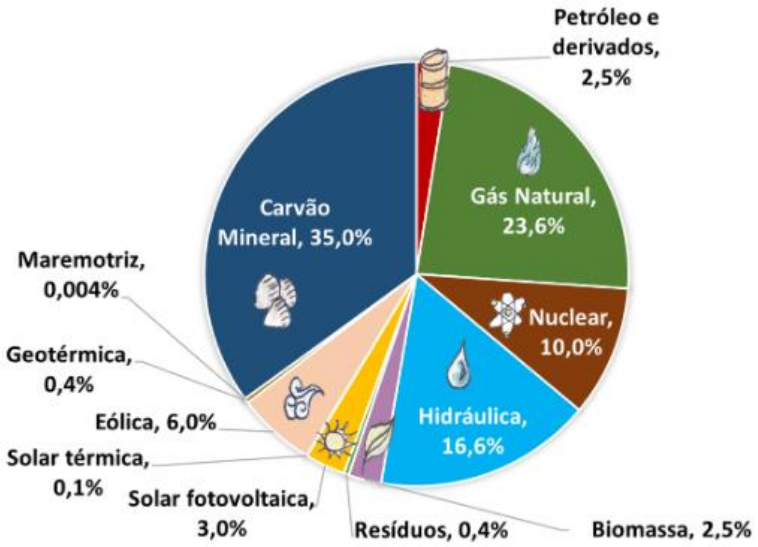
Constata-se que o Brasil ocupou a posição de destaque no ranking de evolução na geração fotovoltaica. Somente o Brasil e a Holanda figuram tanto entre os dez maiores produtores quanto nos países que mais avançaram.

2.2. NECESSIDADE E DESAFIOS DE SUSTENTABILIDADE

No ano de 2022 a capacidade instalada de energia fotovoltaica global atingiu 1 TW, em comparação aos 104 GW de 2012, representando um aumento de quase dez vezes. Este crescimento expressivo é considerado extremamente positivo.

Também é constatado que a matriz elétrica global tem potencial significativo para evoluir no âmbito das energias renováveis, com destaque para a geração fotovoltaica. Isso fica evidente ao observar a Figura 7 da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), onde apenas três por cento de toda a energia elétrica gerada globalmente provém da fonte SFV (EPE, 2023).

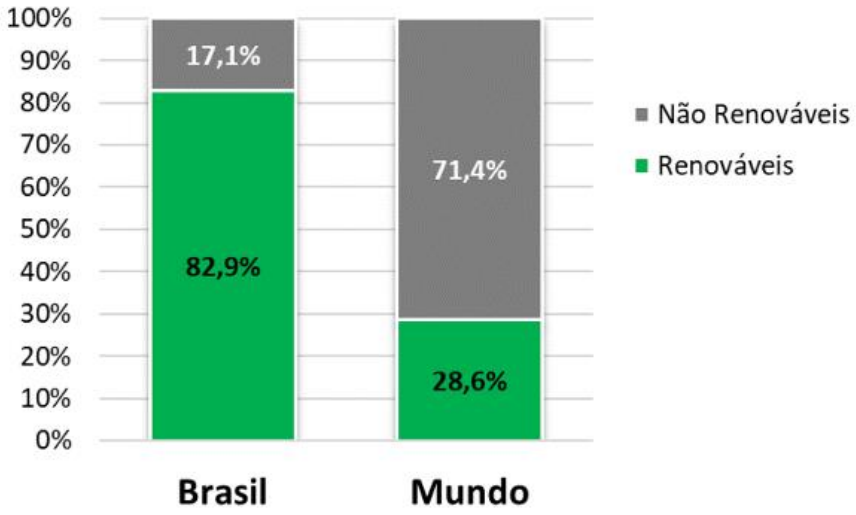
Figura 7 - Matriz elétrica mundial



Fonte: EPE (2023)

Ao comparar com o Brasil, conforme apresentado na Figura 8, observa-se, inicialmente, que a geração hidráulica confere ao país uma posição vantajosa ao analisar o percentual de fontes renováveis e não renováveis em comparação com o restante do mundo.

Figura 8 - Comparativo Brasil e Mundo



Fonte: EPE (2023)

O Brasil tem desses 82,9% uma parcela de aproximadamente 60% oriunda de fontes hidráulicas, portanto, apesar de produzir energia elétrica de fontes dominantemente renováveis, é preciso equilibrar esse percentual, aumentando a participação de outras fontes de energia renováveis.

Essa análise é importante porque é parte fundamental dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que são o resultado de discussões globais que surgiram após a Guerra Fria e os cortes no financiamento de agências de desenvolvimento. Esses objetivos visam promover o bem-estar econômico, social e a sustentabilidade. Eles se originaram de debates sobre desenvolvimento humano e culminaram na criação do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) em 1998. Posteriormente, os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) foram estabelecidos em 2000 para abordar a pobreza e outros desafios sociais. Os ODS, uma evolução dos ODM, surgiram durante a cúpula das nações unidas sobre o desenvolvimento sustentável em setembro de 2015 compostas de 17 objetivos e 169 metas a serem atingidas até 2030 e abordam uma gama mais ampla de questões, mas enfrentam desafios na sua implementação. Eles representam uma agenda positiva que pode mobilizar a cooperação entre diferentes setores e forças políticas, mas requer atenção especial a questões como financiamento, assistência técnica e coordenação entre atores públicos e privados.

No âmbito da energia SFV, é válido citar o ODS 7, que trata sobre primeiro o acesso à energia para todos e busca por diversificar a matriz energética com ênfase em opções renováveis, eficientes e não poluentes. A preocupação global com a energia segura e a preservação do meio ambiente resultou na criação da unidade de Energia da Organização das Nações Unidas (ONU) dedicada a esse tema. Sabe-se que a energia é essencial tanto para a vida cotidiana quanto para a produção industrial global.

Os Objetivos para essa meta segundo a ONU são:

- Aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global até 2030;
- Dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética até 2030;
- Reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa até 2030;
- Expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, particularmente nos países menos desenvolvidos e Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (SIDS) até 2030.

Nesse contexto um fato importante atual a ser citado para a comunidade europeia é que com o surgimento de uma crise energética causada pelo conflito entre Ucrânia e Rússia, a União Europeia (UE) determinou, em 30 de março de 2023, em revisão ao “pacote Objetivo 55”, com novos objetivos de atingir, até 2030, as seguintes metas:

- Energias renováveis devem representar 42,5% do consumo de energia da UE até 2030, com o objetivo de atingir os 45%;
- Procedimento de aprovação mais rápido para a implantação de energias renováveis.

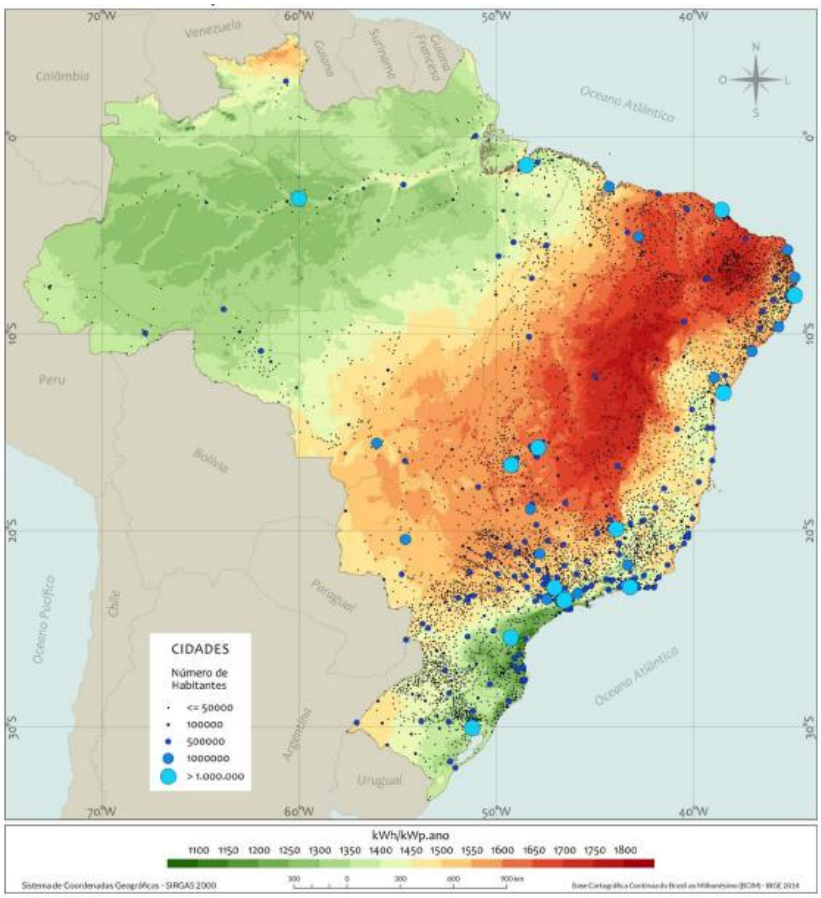
Analisando o primeiro ponto dessas metas, em 2021 a UE tinha uma parcela 21,8% de fontes renováveis em sua matriz energética, o que mostra como essa meta

é arrojada pois anteriormente a meta era 32% até 2030, o que significa que a nova meta europeia implica em quase o dobro da quantidade atual (UE, 2023).

3. CENÁRIO BRASILEIRO DE GERAÇÃO DE ENERGIA SFV

Ao abordar o cenário específico do Brasil, identifica-se um significativo potencial para a geração fotovoltaica de energia elétrica, conforme apresentado na Figura 9 do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Destaca-se que o local com o menor potencial de geração fotovoltaica no país supera em potencial o local mais ensolarado da Alemanha.

Figura 9 - Potencial de geração SFV – Rendimento Anual



Fonte: INPE (2017)

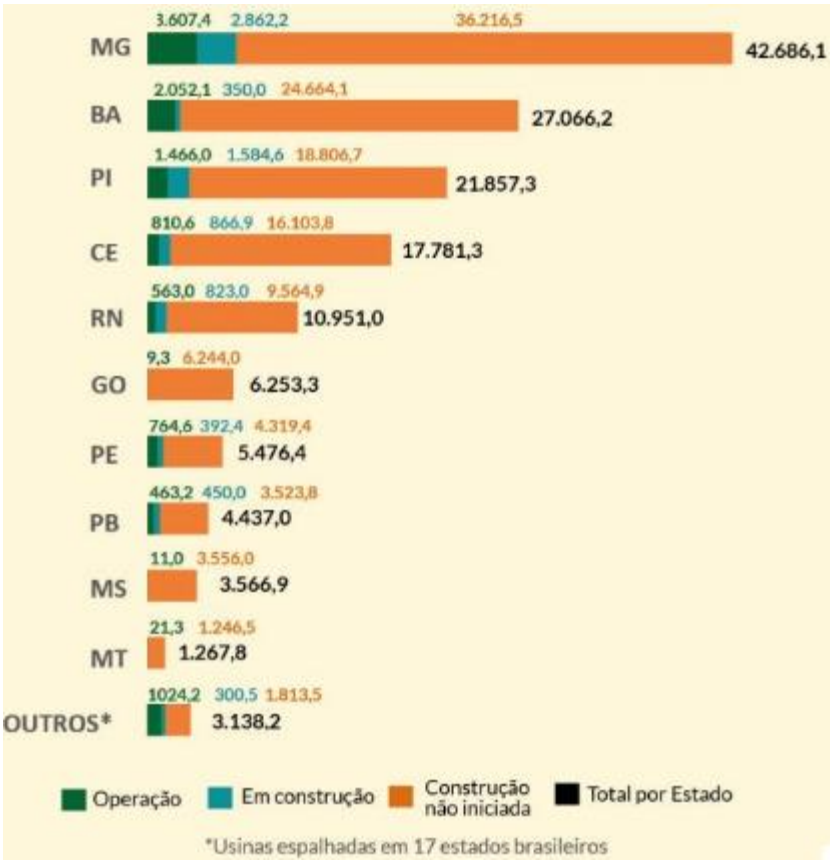
O mapa exibe a quantidade máxima de energia anual que pode ser gerada em todo o território brasileiro por cada kWp de potência fotovoltaica instalada, tanto em grandes usinas centralizadas quanto em sistemas distribuídos. Para simplificar a análise, foi adotada uma taxa média de desempenho de 80% (desempenho esperado de um sistema bem planejado) (INPE, 2017).

3.1. GERAÇÃO SFV CENTRALIZADA

A geração centralizada (GC) de energia elétrica, semelhante ao modelo das usinas convencionais, é realizada por usinas de grande escala de energia SFV, localizadas distantes das unidades consumidoras. Essas usinas não estão necessariamente restritas à zona rural, mas são prioritariamente instaladas em locais que maximizam o rendimento das placas fotovoltaicas.

Atualmente, o Brasil possui uma potência instalada de 10.792 MW em GC, correspondendo a 30% da energia SFV total gerada no país. A Figura 10 apresenta os estados líderes em GC (ANEEL, 2023).

Figura 10 - Potência instalada de GC por estado (MW)



Fonte: Adaptado de ABSOLAR (2023)

3.2. GERAÇÃO SFV DISTRIBUÍDA

Geração distribuída (GD) é a modalidade em que a geração de energia é feita na UC, ou próximo a ela, à qual a população está habituada a observar no cotidiano,

comumente instalada em telhados e coberturas dos estabelecimentos, sendo amplamente difundida por todo o país.

O Brasil possui 24.947 MW de potência instalada em GD, o que representa 70% do total de energia SFV produzida, na Figura 11 tem-se os estados líderes em potência instalada (ABSOLAR, 2023).

Figura 11 - Potência instalada de GD por estado (MW)



Fonte: Adaptado de ABSOLAR (2023)

Os casos a serem analisados no trabalho serão da modalidade GD.

3.3. LEGISLAÇÃO BRASILEIRA PERTINENTE A GD DE ENERGIA SFV

A Lei 14.300/2022 publicada em 07/01/2022 que cria o Marco Legal da Geração Distribuída (MLGD) veio para substituir em definitivo a Resolução Normativa nº 482 de 2012, trouxe mudanças significativas para o setor através de uma estrutura sólida com segurança jurídica. Para GD de sistemas conectados à rede elétrica, tem-se quatro modalidades:

- Autoconsumo: é o sistema mais comum, instalado na UC (junto a carga), onde a energia é consumida no próprio local de geração;
- Autoconsumo Remoto: na modalidade de autoconsumo remoto, o consumidor gera energia em um local e a utiliza em outro, desde que ambos estejam conectados à mesma concessionária;
- Geração compartilhada: ocorre quando um grupo de pessoas ou empresas decidem investir em um sistema de GD de micro ou minigeração. A energia

gerada pelo sistema é injetada na rede elétrica e os créditos gerados são compartilhados entre os membros do grupo;

- Condomínios com GD: toda energia gerada pelo condomínio, seja ele vertical ou horizontal, é compensada com percentuais previamente definidos pelos condôminos, podendo ser usada também para abastecer áreas comuns. É válido tanto para condomínios residenciais quanto comerciais.

3.4. TARIFA DE ENERGIA

A tarifa é determinada pela ANEEL e é calculada para cobrir os custos de produção, transmissão e distribuição da energia elétrica, além de remunerar os investimentos realizados pelos agentes da cadeia produtiva. Considera a soma dos custos abaixo:

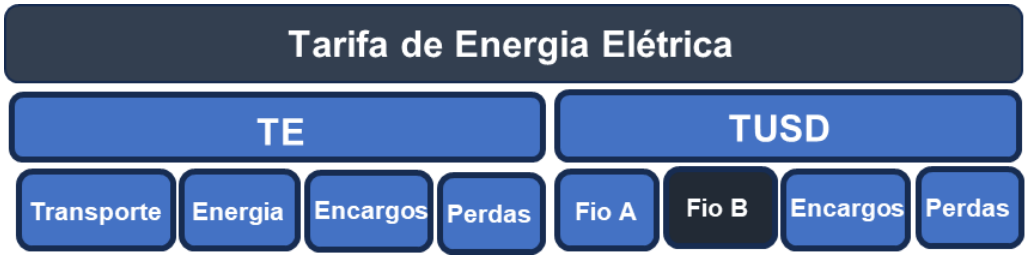
- Energia gerada;
- Transporte de energia até as UC (transmissão e distribuição);
- Encargos setoriais;
- Impostos.

Deve-se ressaltar que os encargos setoriais e os impostos não são determinados pela ANEEL, e sim, pela Legislação do Estado brasileiro.

Tem-se, portanto, duas parcelas que devem ser citadas para o cálculo tarifário, a parcela A que engloba os encargos setoriais, compra de energia e transmissão. E a parcela B que engloba a distribuição de energia (ANEEL, 2023).

Pode-se decompor a composição da tarifa em Tarifa de Energia (TE) e Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) como na Figura 12.

Figura 12 - Composição da Tarifa



Fonte: Adaptado de ANEEL (2023).

Sendo a TE o valor pago pela energia e seu transporte, além das perdas e dos encargos que incidem sobre ela, é determinado pela ANEEL em R$/kWh. A TUSD por sua vez é a parcela que é cobrada pelo uso do sistema de distribuição, que engloba todos os custos que a concessionária teve para levar a energia até o consumidor final, é determinada também em R$/kWh, além, também, dos encargos e das perdas.

3.4.1. Componentes Fio A e Fio B

Como se verifica na Figura 12, além de encargos e perdas, a TUSD tem os componentes Fio A e Fio B em sua composição. O Fio A é a parcela cobrada relativa aos custos de manutenção e operação do sistema de transmissão. O Fio B, por sua vez, é a parcela relacionada aos custos da rede de distribuição da concessionária local.

As tarifas são elaboradas anualmente pela ANEEL e o Fio B depende diretamente da quantidade de consumidores conectados àquele sistema de distribuição, do tamanho da região e da concessionária ali presente. O custo anual dos ativos, custo de administração e manutenção também estão inclusos.

3.5. FATOR DE SIMULTANEIDADE

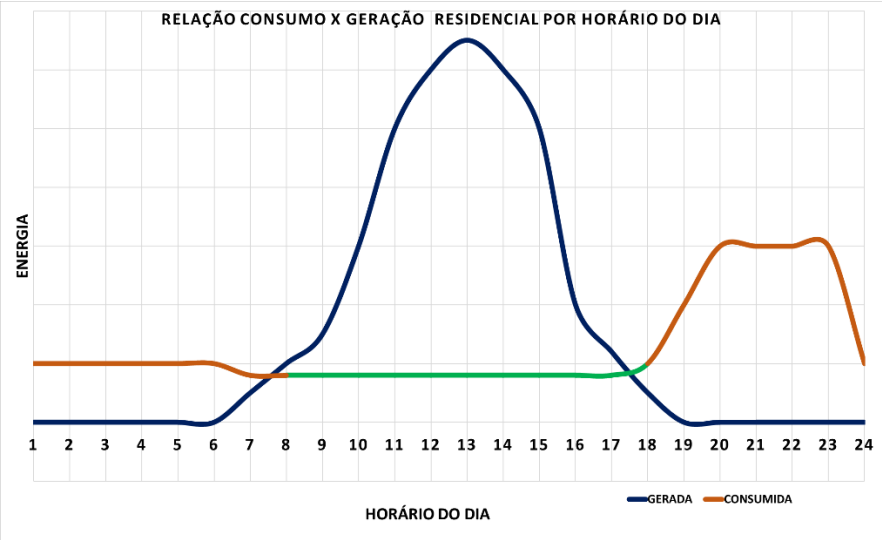
O fator de simultaneidade (FS), no contexto de projetos SFVs, é um conceito essencial a ser explorado, especialmente considerando as futuras mudanças na GD relacionadas à implementação da cobrança do Fio B. Este indicador quantifica, em termos percentuais, a relação entre a energia gerada e a energia consumida simultaneamente, evitando assim o envio desta energia à rede elétrica. Compreender esse conceito é crucial, uma vez que a geração e consumo simultâneos não serão afetados pela iminente cobrança do Fio B, desempenhando um papel decisivo na avaliação do benefício econômico de sistemas fotovoltaicos. A expressão do FS é dada na Equação (1).

$$FS = \frac{Consumo\ instantâneo}{Energia\ Gerada} X\ 100 \quad (1)$$

No Gráfico 3 é apresentado um exemplo onde tem-se um padrão residencial de consumo em comparação com a curva característica de geração SFV. É necessário separar o dia, nesse exemplo residencial específico, em três períodos. Entre meia

noite e sete da manhã, das sete da manhã até às dezoito horas da tarde e, por fim, das dezoito horas até meia noite.

Gráfico 3 - Exemplo de padrão de consumo residencial x geração solar FV



Fonte: Adaptado de Energes (2023).

- 00:00 até as 06:00: A energia utilizada é totalmente proveniente da rede elétrica uma vez que não há geração e consequentemente a simultaneidade é zero;
- 06:00 até as 18:00: É o período do dia no qual toda energia SFV é gerada. Nesse período o consumo residencial é relativamente baixo pois a maior parte das pessoas estão em horário de trabalho. E é quando há o maior uso de energia simultânea com a geração, exemplificado no gráfico pela curva verde. Toda energia gerada acima da curva verde é injetada na rede elétrica e se não compensada ao fim do mês, se torna crédito;
- 18:00 até as 00:00: Se trata do período do dia com aumento de consumo com a presença de toda a família na residência, e, novamente, toda energia consumida é proveniente da rede elétrica, pois com o pôr do sol, não há mais geração solar FV.

O FS varia dependendo do padrão de consumo da UC onde o sistema FV estiver instalado. Caso seja um comércio, por exemplo, o FS será mais alto, pois, o mesmo, irá funcionar no período do dia em que há a geração por parte do sistema FV e por isso haverá uma maior parte de consumo em simultâneo com a geração.

3.6. MUDANÇA NA COMPENSAÇÃO DOS CRÉDITOS

Uma parcela da energia é consumida em simultâneo e outra é injetada na rede elétrica. Ao fim do ciclo de um mês fechado, a concessionária fornece na fatura a relação da energia consumida da rede, e utiliza a energia injetada na rede durante o mês para fazer a compensação. Caso a UC tenha injetado na rede mais do que tenha consumido no mês corrente, esse excedente se torna crédito para ser consumido em meses posteriores dentro do prazo de 60 meses.

Para compreender a mudança implementada, é necessário entender a classificação estabelecida pela Lei 14.300. A lei divide normas transitórias em três grupos distintos:

GD I - Direito Adquirido: Projetos homologados até doze meses após a publicação da lei, portanto, homologados até 07 de janeiro de 2023. Esse grupo permanece nas regras antigas segundo a REN 482 até 2045, onde serão enquadrados na nova regra.

GD II: Grupo que realizou a homologação dos projetos após 08 de janeiro de 2023 e que não se enquadram nas condições do GD III. Esse grupo possui duas regras de transição diferentes dependendo do período de solicitação:

- 1ª Regra de transição: Projetos solicitados entre o 13º e o 18º mês, ou seja, até julho de 2023, terão o início da aplicação da nova regra de compensação em 2031;
- 2ª Regra de transição: Projetos solicitados após o 18º mês de publicação terão o início da aplicação da nova regra de compensação em 2029.

Até a presente data, a ANEEL já deveria ter realizado a publicação, que tinha como prazo máximo 07 de julho de 2023, das novas regras, conhecida por “encontro de contas”, porém ainda não foi publicada. Tal regra é dependente de um estudo a ser realizado e implica em não necessariamente a manutenção da cobrança de 90% do Fio B.

Na Tabela 2 é mostrada a compensação dos créditos para cada regra anteriormente citada.

Tabela 2 - Aumento gradativo da cobrança pelo Fio B

Ano	Sistema de transição 1	Sistema de transição 2
2023	15%	15%
2024	30%	30%
2025	45%	45%
2026	60%	60%
2027	75%	75%
2028	90%	90%
2029	90%	**NOVA REGRA**
2030	90%	**NOVA REGRA**
2031	**NOVA REGRA**	**NOVA REGRA**

Fonte: Adaptado de Brasil (2022).

Traçando uma linha do tempo, tem-se a Figura 13 que apresenta o prazo entre o fim das regras de transição para o início da aplicação da nova regra.

Figura 13 - Linha do tempo - Transição e aplicação da nova regra



Fonte: Adaptado de Greener (2023).

GD III: Autoconsumo remoto com potência maior que 500 kW ou geração compartilhada em que um único titular seja detentor de mais de 25% ou mais dos créditos. Para esse grupo as regras a partir de 2023 são as seguintes:

- 100% Fio B;
- 40% Fio A;

- 100% TUSD Taxa de Fiscalização de serviços de Energia Energética (TFSEE);
- 100% TUSD Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

A nova regra será aplicada a partir de 2031 para sistemas protocolados entre o 13º e o 18º mês após a publicação da lei, e em 2029 para sistemas protocolados a partir do 18º mês ou posteriormente.

3.7. POTÊNCIA INSTALADA

Potência instalada de uma UC de geração solar é a potência elétrica máxima que uma UC de geração solar pode fornecer sob condições normais de operação. É medida em kilowatt (kW) ou megawatt (MW).

É um indicador importante da capacidade de geração de energia elétrica de uma UC. Ela é utilizada para dimensionar e calcular a demanda máxima de energia elétrica. O cálculo é feito pela soma das potências de todos os módulos fotovoltaicos. A potência nominal é a potência máxima que um módulo fotovoltaico pode fornecer de forma contínua e segura.

A Lei 14.300 trouxe uma mudança para fontes despacháveis como a energia SFV sem armazenamento, alterando o limite de 5 MW para 3 MW.

3.8. MUDANÇA QUANTO AO CUSTO DE DISPONIBILIDADE

O custo de disponibilidade é a taxa mínima responsável por remunerar as concessionárias pela disponibilidade da rede elétrica aos consumidores de baixa tensão ou Grupo B (residências, comércios, pequenas indústrias e etc). O mesmo é cobrado de acordo com o tipo de ligação da UC sendo ele:

- UC Monofásico: 30 kWh;
- UC Bifásico: 50 kWh;
- UC Trifásico: 100 kWh.

Analisando novamente grupo a grupo como ficou com a Lei 14.300 tem-se:

GD I: Houve uma correção do que ficou conhecido como a duplicidade de cobrança, e assim ficou definido:

- Se o consumo for maior que a referência, a compensação ocorre somente até a referência;
- Se o consumo for menor que a referência, o consumidor arcará com o custo de disponibilidade.

Um exemplo de consumidor residencial bifásico antes e após a nova legislação é mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Exemplo de custo de disponibilidade UC bifásico

UC BIFÁSICO		
kWh / Mês	**Pré 14.300**	**Pós 14.300**
Consumo	300	300
Geração SFV	330	330
Custo de disponibilidade	50	50
Saldo em Créditos	**30**	**80**

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Portanto, é perceptível que o grupo com direito adquirido possuirá maior saldo em créditos pós Lei 14.300 com a correção.

GD II: O grupo de projetos do período de transição, com o início do pagamento gradual pelo FIO B, seguirá o critério:

- A UC pagará o valor do Fio B caso a compensação do Fio B seja maior que a referência;
- A UC pagará o valor de referência caso a compensação do Fio B seja menor que o valor de referência.

4. AVALIAÇÃO DE *PAYBACK* DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Neste capítulo é avaliado o prazo de retorno do investimento em projetos de geração FV. O *payback* define o tempo necessário para que todo o valor investido tenha retorno financeiro equivalente ao valor investido e estima-se o ganho total no período (geralmente analisado de 25 anos) com o valor investido.

Neste trabalho adotou-se 100% do Fio B como nova regra após o período transitório da implementação da nova regra.

4.1. CASOS

Foram avaliados três tipos de consumidores para avaliar o efeito da mudança na cobrança tarifária:

- UC Residencial;
- UC Residencial II;
- UC Comercial.

Para realizar os cálculos, utilizou-se o histórico da fatura de cada UC e os componentes tarifários da concessionária referente a unidade consumidora detalhados caso a caso. Além disso, em todos os casos estudados comparou-se os cenários GD I (direito adquirido) e GD II (que passará pela transição). Embora não seja mais possível enquadrar sistemas como direito adquirido desde 07 de janeiro de 2023, é válido a análise para elucidar a mudança no tempo de *payback*. Os dados obtidos não levam em consideração a inflação energética e nem o IPCA. A taxa Selic utilizada nos cálculos encontra-se no valor de 12,25% ao ano, segundo o Banco Central, valor considerado muito elevado levando em conta o histórico recente, e que deve diminuir nos próximos anos.

4.2. UC RESIDENCIAL I

O Caso 1 é uma residência cujo projeto se enquadra como direito adquirido datado de 17/12/2020 e as informações do projeto antes da instalação do sistema solar FV se encontram na Tabela 4.

Tabela 4 - Dados iniciais UC Residencial I

Caso 1	Dados
Consumo Médio (kWh)	600
Geração SFV (kWh)	600
Concessionária	ELEKTRO
Fatura (Média mensal)	R$ 552,00
Investimento	R$ 19.722,46

Fonte: Elaborado pelo autor

Com o histórico de consumo da UC obteve-se o valor de doze faturas posteriores à instalação do sistema FV que possibilita a visualização do valor pago e do consumo de energia mensalmente. Na Tabela 5 constam as faturas de novembro de 2022 até novembro de 2023 com a ausência do mês de maio de 2023, além de apresentar os valores médios de consumo e de valor pago.

Tabela 5 - Consumo e Fatura da UC I

Faturas	Consumo da Rede kWh	Valor (R$)
nov/22	281	87,32
dez/22	339	93,55
jan/23	311	90,01
fev/23	274	81,75
mar/23	383	93,11
abr/23	339	88,92
jun/23	239	78,05
jul/23	195	68,38
ago/23	255	68,38
set/23	376	95,38
out/23	402	100,69
nov/23	413	101,89
Média Mensal	**317,25**	**87,29**

Fonte: Elaborado pelo autor

Com os créditos que a unidade consumidora possuía em novembro de 2022, subtraindo dos créditos que ela possuía em dezembro de 2023, verifica-se que a UC

gerou em média 193 créditos por mês. Ao somar os créditos a média mensal de 317,25 kWh consumidos resulta em um consumo simultâneo de aproximadamente 90 kWh por mês, uma vez que os créditos somados ao consumo médio da rede totalizam 510,25 kWh. Na Tabela 6 é possível estimar o FS em 15%.

Tabela 6 – Estimativa FS do Caso I

Mensal (kWh)	
Consumo da Rede	317,25
Créditos	193
Consumo + Créditos	510,25
Geração SFV	600
Consumo Simultâneo	89,75
FS	**15%**

Fonte: Elaborado pelo autor

A seguir é calculado *payback* como GD I e GD II, realizando a compensação transitória de créditos. Os valores de TUSD e TE podem ser revisados anualmente pela ANEEL, e, apresenta os valores observados na Tabela 7, bem como o valor do Fio B e sua equivalência percentual no valor total da fatura. Vale ressaltar que todos os valores estão sem impostos.

Tabela 7 - Valor do Fio B na fatura da Neoenergia Elektro

	R$/kWh
TUSD	0,44389
TE	0,30988
TARIFA	0,75375
FIO B	0,2
	26,5%

Fonte: Adaptado de Aneel (2023).

Na Tabela 8 são apresentados os valores calculados do *payback* para o Caso I.

Tabela 8 - *Payback* Caso I considerando FS 15%

	Fatura Antes R$	Fatura Solar R$	Economia / Mês R$	Payback meses	Retorno % mês	Selic mês	Economia em 25 Anos
2023	**552,00**	**92,06**	**459,94**	**43,3**	**2,33%**	**0,92%**	**132.330,97**
2024	**552,00**	**92,06**	**459,94**	**43,3**	**2,33%**	**0,92%**	**132.048,54**
2025	**552,00**	**92,06**	**459,94**	**43,4**	**2,33%**	**0,92%**	**131.766,11**
2026	**552,00**	**92,06**	**459,94**	**43,9**	**2,33%**	**0,92%**	**131.483,68**
2027	**552,00**	**98,90**	**453,10**	**44,6**	**2,29%**	**0,92%**	**131.201,26**
2028	**552,00**	**108,92**	**443,08**	**45,0**	**2,24%**	**0,92%**	**131.000,91**
2029	**552,00**	**115,60**	**436,40**	**45,2**	**2,21%**	**0,92%**	**130.920,77**
2030	**552,00**	**115,60**	**436,40**	**45,2**	**2,21%**	**0,92%**	**130.920,77**
Direito Adquirido	**552,00**	**87,29**	**464,71**	**42,4**	**2,35%**	**0,92%**	**139.413,00**

Fonte: Elaborado pelo autor

Tem-se um aumento de 2,8 meses no *payback* ao final do período transitório, porém, a economia mensal se mantém acima dos 2% do valor investido ao mês, o que comparado a remuneração da Selic, é mais que o dobro. Há uma diminuição no total economizado em 25 anos para sistemas instalados em 2023 de R$ 7.082,03 e de R$ 8.492,23 para sistemas implementados após o período transitório.

4.2.1. UC Residencial I com FS 30%

Utilizando o Caso I e alterando o FS para 30% tem-se os dados da Tabela 9.

Tabela 9 - Dados de consumo FS 30%

Mensal (kWh)	
Consumo da Rede	227,5
Créditos	193
Consumo + Créditos	420,5
Geração SFV	600
Consumo Simultâneo	179,5
FS	**30%**

Fonte: Elaborado pelo Autor

Com isso calculou-se o *payback* e os dados obtidos constam na Tabela 10.

Tabela 10 - *Payback* Caso I considerando FS 30%

	Fatura Antes R$	Fatura Solar R$	Economia / Mês R$	Payback meses	Retorno % mês	Selic mês	Economia em 25 Anos
2023	**552,00**	**82,86**	**469,14**	**42,10**	**2,37%**	**0,92%**	**139.684,13**
2024	**552,00**	**82,86**	**469,14**	**42,10**	**2,37%**	**0,92%**	**139.628,41**
2025	**552,00**	**82,86**	**469,14**	**42,10**	**2,37%**	**0,92%**	**139.572,70**
2026	**552,00**	**82,86**	**469,14**	**42,10**	**2,37%**	**0,92%**	**139.516,98**
2027	**552,00**	**82,86**	**469,14**	**42,22**	**2,37%**	**0,92%**	**139.461,27**
2028	**552,00**	**82,86**	**469,14**	**42,75**	**2,37%**	**0,92%**	**139.405,55**
2029	**552,00**	**87,50**	**464,50**	**42,88**	**2,35%**	**0,92%**	**139.349,84**
2030	**552,00**	**87,50**	**464,50**	**42,88**	**2,35%**	**0,92%**	**139.349,84**
Direito Adquirido	**552,00**	**82,86**	**469,14**	**42,04**	**2,37%**	**0,92%**	**140.742,71**

Fonte: Elaborado pelo autor

Com o aumento do FS, nos primeiros três anos o *payback* permanece igual ao GD I, havendo apenas um aumento de 0,84 mês no *payback* ao fim do período transitório. A economia mensal sofre um decréscimo de 0,024% a partir de 2029.O valor economizado em 25 anos seria próximo ao GD I, sofrendo um decréscimo de R$ 1.392,87 a partir de 2029.

4.2.2. UC Residencial I com FS 7,5%

Utilizando o Caso I e alterando o FS para 7,5% tem-se os dados da Tabela 11.

Tabela 11 - Dados de consumo FS 7,5%

Mensal (kWh)	
Consumo da Rede	362,1
Créditos	193
Consumo + Créditos	555,1
Geração SFV	600
Consumo Simultâneo	44,8
FS	**7,5%**

Fonte: Elaborado pelo autor

Com isso calculou-se o *payback* e os dados obtidos constam na Tabela 12.

Tabela 12 - *Payback* Caso I considerando FS 7,5%

	Fatura Antes R$	Fatura Solar R$	Economia / Mês R$	Payback meses	Retorno % mês	Selic mês	Economia em 25 Anos
2023	**552,00**	**96,66**	**455,34**	**43,89**	**2,30%**	**0,92%**	**128.579,65**
2024	**552,00**	**82,86**	**455,34**	**43,96**	**2,30%**	**0,92%**	**128.183,86**
2025	**552,00**	**82,86**	**455,34**	**44,35**	**2,30%**	**0,92%**	**127.788,08**
2026	**552,00**	**82,86**	**452,85**	**45,07**	**2,29%**	**0,92%**	**127.392,30**
2027	**552,00**	**82,86**	**441,41**	**45,94**	**2,23%**	**0,92%**	**127.026,40**
2028	**552,00**	**82,86**	**429,98**	**46,14**	**2,18%**	**0,92%**	**126.797,71**
2029	**552,00**	**87,50**	**422,35**	**46,35**	**2,14%**	**0,92%**	**126.706,24**
2030	**552,00**	**87,50**	**422,35**	**46,35**	**2,14%**	**0,92%**	**126.706,24**
Direito Adquirido	**552,00**	**96,66**	**455,34**	**43,31**	**2,30%**	**0,92%**	**136.600,85**

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao diminuir o FS observa-se um aumento de quatro meses no *payback* a partir de 2029 e a economia mensal cai 0,16% em comparação ao GD I. O valor economizado

em 25 anos sofre um decréscimo de R$ 8.021,2 para sistemas que entraram a partir de 2023, e de R$ 9.894,61 para sistemas a partir de 2029.

4.3. UC RESIDENCIAL II

O Caso II trata-se de um projeto residencial a ser instalado a partir de 2024, e para estimar o *payback* em situação semelhante a UC Residencial I. Os dados do sistema constam na Tabela 13.

Tabela 13 - Dados iniciais UC Residencial II

Caso 2	(kWh)
Consumo Médio (kWh)	550
Geração SFV (kWh)	550
Concessionária	ELEKTRO
Fatura (Média mensal)	R$ 517,00
Investimento	R$ 12.055,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Os dados que estimam o FS dessa UC são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Estimativa FS do Caso II

Mensal (kWh)	
Consumo da rede	412,5
Geração SFV	550
Consumo Simultâneo	137,5
FS	**25%**

Fonte: Elaborado pelo autor

Com esses dados foi calculado o *payback* considerando os cenários GD I e GD II, no período de transição e pós transição. Os dados constam na Tabela 15.

Tabela 15 - *Payback* Caso II considerando FS 25%

	Fatura Antes R$	Fatura Solar R$	Economia R$	Payback meses	Retorno % mês	Selic mês	Economia em 25 Anos
2023	**511,50**	**101,83**	**409,67**	**29,4**	**3,39%**	**0,92%**	**112.175,76**
2024	**511,50**	**101,83**	**409,67**	**29,5**	**3,39%**	**0,92%**	**111.652,72**
2025	**511,50**	**101,83**	**409,67**	**30,0**	**3,39%**	**0,92%**	**111.129,69**
2026	**511,50**	**110,68**	**400,82**	**30,9**	**3,32%**	**0,92%**	**110.606,65**
2027	**511,50**	**123,71**	**387,79**	**31,9**	**3,21%**	**0,92%**	**110.189,86**
2028	**511,50**	**136,73**	**374,77**	**32,6**	**3,10%**	**0,92%**	**109.929,36**
2029	**511,50**	**145,42**	**366,08**	**32,9**	**3,03%**	**0,92%**	**109.825,16**
2030	**511,50**	**145,42**	**366,08**	**32,9**	**3,03%**	**0,92%**	**109.825,16**
Direito Adquirido	**511,50**	**101,83**	**409,67**	**29,4**	**3,39%**	**0,92%**	**122.901,01**

Fonte: Elaborado pelo autor

O *payback* permanece igual ao do grupo GD I nos dois primeiros anos do período de transição. Isso se deve à compensação do Fio B, que é menor que o valor pago pelo grupo GD I. Contudo, o sistema assume o custo de disponibilidade, igualando assim o *payback* dos dois grupos. Para sistemas implementados a partir de 2023, a economia em 25 anos diminui em R$ 10.725,25.

Após o período de transição, o *payback* aumentará em 3,5 meses, enquanto a economia mensal diminuirá em 0,361%. Isso resulta em uma redução de R$ 13.075,85 na economia total ao longo de 25 anos.

4.3.1. UC Residencial II com FS 10%

Utilizando o Caso II e alterando o FS para 10% tem-se os dados da Tabela 16.

Tabela 16 - Dados de consumo FS 10%

Mensal (kWh)	
Consumo da rede	495
Geração SFV	550
Consumo Simultâneo	55
FS	**10%**

Fonte: Elaborado pelo Autor

Com isso calculou-se o *payback*, e os dados obtidos constam na Tabela 17.

Tabela 17 - *Payback* Caso II considerando FS 10%

	Fatura Antes R$	Fatura Solar R$	Economia R$	Payback meses	Retorno % mês	Selic mês	Economia em 25 Anos
2023	**511,50**	**110,29**	**401,21**	**30,1**	**3,32%**	**0,92%**	**105.165,37**
2024	**511,50**	**110,29**	**401,21**	**30,5**	**3,32%**	**0,92%**	**104.433,94**
2025	**511,50**	**113,93**	**397,57**	**31,4**	**3,29%**	**0,92%**	**103.702,50**
2026	**511,50**	**129,56**	**381,94**	**32,8**	**3,16%**	**0,92%**	**103.014,78**
2027	**511,50**	**145,19**	**366,31**	**34,1**	**3,03%**	**0,92%**	**102.514,63**
2028	**511,50**	**160,82**	**350,68**	**35,1**	**2,90%**	**0,92%**	**102.202,03**
2029	**511,50**	**171,24**	**340,26**	**35,4**	**2,82%**	**0,92%**	**102.076,99**
2030	**511,50**	**171,24**	**340,26**	**35,4**	**2,82%**	**0,92%**	**102.076,99**
Direito Adquirido	**511,50**	**110,29**	**401,21**	**30,0**	**3,32%**	**0,92%**	**120.362,82**

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao diminuir o FS o impacto aumenta a partir do primeiro ano de transição, e, após o fim do período transitório resulta em um aumento de 5,4 meses no *payback*. O retorno mensal diminui em 0,5% no mesmo período e a economia em 25 anos diminui em R$18.285,83.

4.3.2. UC Residencial II com FS 45%

Utilizando o Caso II e alterando o FS para 45% tem-se os dados da Tabela 18.

Tabela 18 - Dados de consumo FS 45%

Mensal (kWh)	
Consumo da rede	302,5
Geração SFV	550
Consumo Simultâneo	247,5
FS	**45%**

Fonte: Elaborado pelo Autor

Com isso calculou-se o *payback*, e os dados obtidos constam na Tabela 19.

Tabela 19 - *Payback* Caso II considerando FS 45%

	Fatura Antes R$	Fatura Solar R$	Economia / Mês R$	Payback meses	Retorno % mês	Selic mês	Economia em 25 Anos
2023	**511,50**	**90,55**	**420,95**	**28,64**	**3,49%**	**0,92%**	**121.404,17**
2024	**511,50**	**90,55**	**420,95**	**28,64**	**3,49%**	**0,92%**	**121.159,00**
2025	**511,50**	**90,55**	**420,95**	**28,69**	**3,49%**	**0,92%**	**120.913,83**
2026	**511,50**	**90,55**	**420,95**	**28,93**	**3,49%**	**0,92%**	**120.668,66**
2027	**511,50**	**95,06**	**416,44**	**29,43**	**3,45%**	**0,92%**	**120.423,49**
2028	**511,50**	**104,61**	**406,89**	**29,91**	**3,37%**	**0,92%**	**120.232,46**
2029	**511,50**	**110,98**	**400,52**	**30,10**	**3,32%**	**0,92%**	**120.156,05**
2030	**511,50**	**110,98**	**400,52**	**30,10**	**3,32%**	**0,92%**	**120.156,05**
Direito Adquirido	**511,5**	**90,55**	**420,95**	**28,64**	**3,49%**	**0,92%**	**126.285,27**

Fonte: Elaborado pelo autor

Nos três primeiros anos de transição não há impacto no *payback*, nem no retorno mensal, porém, no valor economizado em 25 anos tem-se uma diminuição de R$ 5.371,44.

Ao fim do período transitório o aumento no *payback* é de 1,46 meses, a diminuição no retorno mensal representa 0,17% e a economia em 25 anos decai em R$ 6.129,22.

4.3.3. UC residencial II com FS 75%

Utilizando o Caso II e alterando o FS para 75% tem-se os dados da Tabela 20.

Tabela 20 - Dados de consumo FS 75%

Mensal (kWh)	
Consumo da rede	137,5
Geração SFV	550
Consumo Simultâneo	412,5
FS	**75%**

Fonte: Elaborado pelo Autor

Com isso calculou-se o *payback*, e os dados obtidos constam na Tabela 21.

Tabela 21 - *Payback* Caso II considerando FS 75%

	Fatura Antes R$	**Fatura Solar R$**	**Economia / Mês R$**	**Payback meses**	**Retorno % mês**	**Selic mês**	**Economia em 25 Anos**
2023	**511,50**	**73,63**	**437,87**	**27,53**	**3,63%**	**0,92%**	**131.361,65**
2024	**511,50**	**73,63**	**437,87**	**27,53**	**3,63%**	**0,92%**	**131.361,65**
2025	**511,50**	**73,63**	**437,87**	**27,53**	**3,63%**	**0,92%**	**131.361,65**
2026	**511,50**	**73,63**	**437,87**	**27,53**	**3,63%**	**0,92%**	**131.361,65**
2027	**511,50**	**73,63**	**437,87**	**27,53**	**3,63%**	**0,92%**	**131.361,65**
2028	**511,50**	**73,63**	**437,87**	**27,53**	**3,63%**	**0,92%**	**131.361,65**
2029	**511,50**	**73,63**	**437,87**	**27,53**	**3,63%**	**0,92%**	**131.361,65**
2030	**511,50**	**73,63**	**437,87**	**27,53**	**3,63%**	**0,92%**	**131.361,65**
Direito Adquirido	**511,5**	**R$ 73,63**	**R$ 437,87**	**27,53**	**3,63%**	**0,92%**	**131.361,65**

Fonte: Elaborado pelo autor

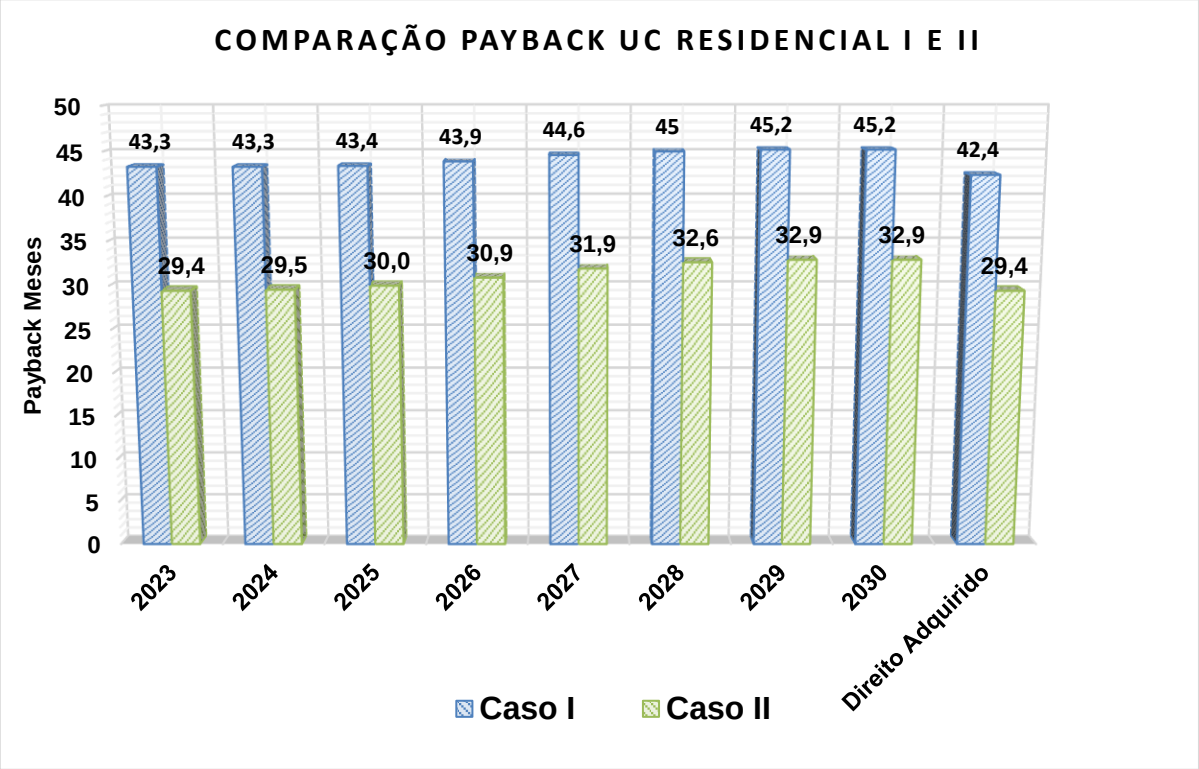
Não há impacto no *payback,* no retorno mensal e tampouco na economia em 25 anos. Isso ocorre, pois, a cobrança do Fio B, mesmo após o fim do período transitório, será menor que o custo de disponibilidade.

4.4. COMPARATIVO CASOS I E II

Os Casos I e II possuem uma semelhança de projetos, pois, o Caso I foi projetado para suprir 600 kWh, enquanto que o Caso II foi projetado para suprir 550 kWh. Uma diferença crucial é a data em que o orçamento foi realizado, pois o Caso I é de 2020 enquanto que o Caso II se trata de um orçamento de setembro de 2023.

Comparando-se o *payback* entre os dois casos, para semelhantes fatores de simultaneidade tem-se o Gráfico 4.

Gráfico 4 - Comparativo Caso I e Caso II



Fonte: Elaborado pelo autor

Verifica-se que, mesmo no pior cenário do Caso II, ou seja, após o período de transição completo, ainda terá um *payback* menor do que o Caso I, mesmo quando comparado ao grupo que possui direito adquirido. Isso ocorre devido à considerável redução no custo dos projetos ao longo do tempo (são três anos de diferença entre o

primeiro e o segundo projeto), com uma diferença de apenas 50 kWh por mês entre os dois projetos, a discrepância no preço chega a R$ 7.500,00 entre o sistema mais antigo e o mais recente. Os valores podem variar em diferentes regiões do Brasil, mas, uma vez que o objetivo do estudo é a região onde a concessionária Neoenergia Elektro presta serviço, é um fato que, com a maior concorrência entre as empresas que fornecem os sistemas SFV e o avanço da tecnologia que possibilita menores custos, o *payback* está menor.

4.5. UC COMERCIAL

A UC comercial é um projeto residencial/comercial instalado em 2020 e trata-se de uma residência utilizada também como confeitaria, e como característica de consumo, alguns equipamentos funcionam 24 horas por dia. Os dados do projeto constam na Tabela 22.

Tabela 22 - Dados iniciais UC Comercial

Caso 3	Dados
Consumo Médio (kWh)	1120
Geração SFV (kWh)	1120
Concessionária	ELEKTRO
Fatura (Média mensal)	R$ 1.041,60
Investimento	R$ 41.500,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Os dados que estimam o FS dessa UC são apresentados na Tabela 23.

Tabela 23 - Estimando o FS do Caso III

Mensal (kWh)	
Consumo da Rede	600
Geração SFV	1120
Consumo Simultâneo	520
FS	**46%**

Fonte: Elaborado pelo autor

Com esses dados foi elaborado o *payback* considerando novamente os mesmos cenários GD I e GD II, tanto no período de transição quanto pós transição. Os dados se encontram na Tabela 24.

Tabela 24 - *Payback* Caso III considerando FS 46%

	Fatura Antes R$	Fatura Solar R$	Economia R$	Payback meses	Retorno % mês	Selic mês	Economia em 25 Anos
2023	1041,60	154,82	886,78	47,3	2,13%	0,92%	245.593,16
2024	1041,60	154,82	886,78	48,0	2,13%	0,92%	244.618,77
2025	1041,60	166,55	875,05	49,1	2,10%	0,92%	243.644,37
2026	1041,60	185,50	856,10	50,1	2,06%	0,92%	242.810,78
2027	1041,60	204,44	837,16	50,9	2,01%	0,92%	242.204,53
2028	1041,60	223,39	818,21	51,3	1,97%	0,92%	241.825,62
2029	1041,60	236,02	805,58	51,5	1,94%	0,92%	241.674,05
2030	1041,60	236,02	805,58	51,5	1,94%	0,92%	241.674,05
Direito Adquirido	1041,60	154,82	886,78	46,8	2,13%	0,92%	266.033,92

Fonte: Elaborado pelo autor

Tem-se um aumento de 4,7 meses no *payback* ao fim do período transitório. Há uma diminuição no retorno mensal de 0,19% e a economia em 25 anos tem um impacto de R$ 24.359,87.

4.5.1. UC Comercial com FS 10%

Utilizando o Caso III e alterando o FS para 10% tem-se os dados da Tabela 25.

Tabela 25 - Dados de consumo FS 10%

Mensal (kWh)	
Consumo da Rede	1008
Consumo + Créditos	1008
Geração SFV	1120
Consumo Simultâneo	112
FS	**10%**

Fonte: Elaborado pelo Autor

Com isso calculou-se o *payback*, e os dados obtidos constam na Tabela 26.

Tabela 26 - *Payback* Caso III considerando FS 10%

	Fatura Antes R$	Fatura Solar R$	Economia R$	Payback meses	Retorno % mês	Selic mês	Economia em 25 Anos
2023	**1041,60**	**218,36**	**823,24**	**53,4**	**1,98%**	**0,92%**	**203.944,67**
2024	**1041,60**	**236,91**	**804,69**	**55,6**	**1,93%**	**0,92%**	**201.939,65**
2025	**1041,60**	**268,74**	**772,86**	**58,2**	**1,86%**	**0,92%**	**200.157,27**
2026	**1041,60**	**300,57**	**741,03**	**60,3**	**1,78%**	**0,92%**	**198.756,83**
2027	**1041,60**	**332,40**	**709,20**	**61,9**	**1,70%**	**0,92%**	**197.738,32**
2028	**1041,60**	**364,22**	**677,38**	**62,9**	**1,63%**	**0,92%**	**197.101,76**
2029	**1041,60**	**385,44**	**656,16**	**63,2**	**1,58%**	**0,92%**	**196.847,13**
2030	**1041,60**	**385,44**	**656,16**	**63,2**	**1,58%**	**0,92%**	**196.847,13**
Direito Adquirido	**1041,60**	**218,36**	**823,24**	**50,4**	**1,98%**	**0,92%**	**246.972,71**

Fonte: Elaborado pelo autor

O *payback* tem aumento significativo a partir do primeiro ano de transição com aumento de 3 meses, e, ao final do período transição terá um aumento de 12,8 meses. O retorno mensal sofrera um decréscimo de 0,40% e a economia em 25 anos irá reduzir em R$ 50.125,58.

4.5.2. UC Comercial com FS 30%

Utilizando o Caso III e alterando o FS para 30% tem-se os dados da Tabela 27.

Tabela 27 - Dados de consumo FS 30%

Mensal (kWh)	
Consumo da Rede	800
Consumo + Créditos	800
Geração SFV	1120
Consumo Simultâneo	320
FS	**30%**

Fonte: Elaborado pelo Autor

Com isso calculou-se o *payback* e os dados obtidos constam na Tabela 28.

Tabela 28 - *Payback* Caso III considerando FS 30%

	Fatura Antes R$	Fatura Solar R$	Economia / Mês R$	Payback meses	Retorno % mês	Selic mês	Economia em 25 Anos
2023	**1041,60**	**185,97**	**855,63**	**50,01**	**2,06%**	**0,92%**	**225.286,37**
2024	**1041,60**	**185,97**	**855,63**	**51,34**	**2,06%**	**0,92%**	**223.806,77**
2025	**1041,60**	**216,64**	**824,96**	**53,08**	**1,98%**	**0,92%**	**222.327,17**
2026	**1041,60**	**241,91**	**799,69**	**54,60**	**1,92%**	**0,92%**	**221.215,70**
2027	**1041,60**	**267,17**	**774,43**	**55,70**	**1,86%**	**0,92%**	**220.407,37**
2028	**1041,60**	**292,43**	**749,17**	**56,39**	**1,80%**	**0,92%**	**219.902,16**
2029	**1041,60**	**309,27**	**732,33**	**56,67**	**1,76%**	**0,92%**	**219.700,07**
2030	**1041,60**	**309,27**	**732,33**	**56,67**	**1,76%**	**0,92%**	**219.700,07**
Direito Adquirido	**1041,6**	**185,97**	**855,63**	**48,50**	**2,06%**	**0,92%**	**256.690,19**

Fonte: Elaborado pelo autor

O *payback* aumenta a partir do primeiro ano de transição 1,5 meses, e, ao final do período transição terá um aumento de 8,17 meses. O retorno mensal sofrera um decréscimo de 0,30% e a economia em 25 anos irá reduzir em R$ 36.990,12.

4.5.3. UC Comercial com FS 75%

Utilizando o Caso III e alterando o FS para 75% tem-se os dados da Tabela 29.

Tabela 29 - Dados de consumo FS 75%

Mensal (kWh)	
Consumo da Rede	275
Consumo + Créditos	275
Geração SFV	1120
Consumo Simultâneo	845
FS	**75%**

Fonte: Elaborado pelo Autor

Com isso calculou-se o *payback* e os dados obtidos constam na Tabela 30.

Tabela 30 - *Payback* Caso III considerando FS 75%

	Fatura Antes R$	Fatura Solar R$	Economia / Mês R$	Payback meses	Retorno % mês	Selic mês	Economia em 25 Anos
2023	**1041,60**	**104,21**	**937,39**	**44,27**	**2,25%**	**0,92%**	**278.218,38**
2024	**1041,60**	**104,21**	**937,39**	**44,27**	**2,25%**	**0,92%**	**278.064,96**
2025	**1041,60**	**104,21**	**937,39**	**44,33**	**2,25%**	**0,92%**	**277.911,53**
2026	**1041,60**	**104,21**	**937,39**	**44,48**	**2,25%**	**0,92%**	**277.758,10**
2027	**1041,60**	**104,21**	**937,39**	**44,64**	**2,25%**	**0,92%**	**277.604,67**
2028	**1041,60**	**111,21**	**930,39**	**44,81**	**2,24%**	**0,92%**	**277.451,24**
2029	**1041,60**	**116,99**	**924,61**	**44,88**	**2,22%**	**0,92%**	**277.381,78**
2030	**1041,60**	**116,99**	**924,61**	**44,88**	**2,22%**	**0,92%**	**277.381,78**
Direito Adquirido	**1041,6**	**104,21**	**937,39**	**44,27**	**2,25%**	**0,92%**	**281.217,49**

Fonte: Elaborado pelo autor

O *payback* se mantem idêntico nos primeiros dois anos, e ao fim do período transitório apresenta um aumento de 0,5 meses. Implicando em um *payback* efetivamente igual, uma vez que o investimento se pagará no quadragésimo quinto

mês em todos os anos em que o sistema for instalado. Há uma diminuição de 0,03% no retorno mensal a partir de 2029 e o valor economizado em 25 anos irá diminuir em R$ 3.835,71.

5. CONCLUSÃO

O crescimento da energia SFV tende a ser cada vez maior, o Brasil ainda não está entre os cinco maiores países que lideram a geração, porém é o líder em crescimento percentual no quesito. Apesar da grande quantidade de desinformação que circulou sobre a Lei 14.300, muitas delas causadas pela incerteza momentânea quanto a implementação de uma nova regulamentação, outras pela ânsia das empresas em convencer o máximo de clientes possíveis a elaborar projetos durante o ano de 2022, a energia solar seguirá crescendo e é bem possível que na próxima década o Brasil figure entre os cinco países líderes em geração SFV.

A Lei 14.300 representa um avanço significativo para o setor de energia SFV no Brasil. Essa legislação consolida e simplifica as normas anteriormente dispersas, proporcionando clareza e uniformidade ao mercado de GD. Além disso, a Lei estabelece garantias cruciais para consumidores e investidores, incluindo o acesso à rede elétrica, a compensação de créditos de energia e a liberdade na escolha do fornecedor de energia. Tais medidas não apenas fortalecem a segurança jurídica, elemento essencial para o desenvolvimento econômico, mas também incentivam novos investimentos, sendo fundamentais para o crescimento sustentável do setor de energia SFV no país.

É crucial entender o FS do sistema para determinar o *payback* uma vez que quanto maior for o FS, menores serão os impactos da mudança da nova regra. Verificou-se nos casos estudados, que para FS acima de 75% o impacto seria quase nenhum no *payback,* e mínimo na economia no decorrer de 25 anos. Caso contrário, o *payback* aumentará assim como o impacto na economia em 25 anos. Isso ocorre porque a compensação se dá apenas no que foi consumido da rede, sem afetar o autoconsumo. Infere-se que um empreendimento que funcione em horário comercial, por exemplo, terá pouco ou quase nenhum impacto, pagando apenas o custo de disponibilidade em alguns casos. Por outro lado, um usuário residencial que trabalha fora de casa durante o horário comercial e tem a maior parte de sua curva de carga durante a noite sentirá um impacto maior. Um mito importante a ser comentado, é o de tentar gerar mais energia para sair da cobrança do Fio B. Isso é mito, toda energia consumida após ser injetada na rede sofrerá a cobrança do Fio B, seja ela por meio

da compensação ao fim do mês, ou como créditos em meses posteriores. Desta forma, quanto melhor dimensionado for o projeto, menor será o *payback*.

O impacto estudado, levou-se em conta a região em que a concessionária é a Neoenergia Elektro, onde o Fio B é de 26,5% da fatura de energia. Existem outros locais ao redor do Brasil, onde o Fio B chega a 48% da composição da fatura. Isso pode impactar de forma negativa no retorno financeiro dos projetos inseridos em tais realidades.

Realizando uma análise financeira, observa-se que os projetos residenciais de energia FV proporcionaram retornos (sob a forma de economia) em média de 2% ao mês do valor investido. Os novos projetos apresentam um retorno superior a 3%, impulsionado pelo menor custo e pela maior competitividade do mercado. Ao comparar esse percentual com a taxa Selic, que, em novembro de 2023, estava em 12,25% ao ano, equivalente a um retorno de 0,92% ao mês. Perceba que os investidores utilizam a Selic como referência, considerando os títulos de renda fixa emitidos pelo governo atrelados a ela como investimentos mais seguros. Essa análise evidencia que investir em um projeto FV é uma excelente opção, com um payback rápido e uma perspectiva de economia constante no longo prazo, dado que a maioria das placas solares garante 80% de eficiência em 25 anos.

REFERÊNCIAS

ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **Entenda como funciona a energia solar fotovoltaica**. Disponível em: https://www.absolar.org.br/mercado/o-que-e-energia-solar-fotovoltaica/. Acesso em: 18 Out 2023.

ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **Infográfico: energia solar fotovoltaica no Brasil. 2023**. Disponível em: https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/. Acesso em: 04 jan. 2024.

ANEEL - **Custo da energia que chega aos consumidores**. Brasília, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/custo-da-energia-que-chega-aos-consumidores. Acesso em: 02 Nov 2023.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Brasília, 2023.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxa Selic**. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/taxaselic. Acesso em: 15 Nov 2023

BRASIL, EPE. **Balanço Energético Nacional 2023**. Brasília. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-687/BEN2023.pdf. Acesso em: 20 Jul 2023.

BRASIL, **Plano Nacional de Energia 2030: Geração Hidrelétrica**. Brasília, 2007. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-165/topico-173/PNE%202030%20-%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Hidrel%C3%A9trica.pdf. Acesso em: 25 Jul 2023.

BRASIL, **Plano Nacional de Energia 2030: Projeções**. Brasília, 2007. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-165/topico-173/PNE%202030%20-%20Proje%C3%A7%C3%B5es.pdf. Acesso em: 19 Jul 2023.

BRASIL, **Plano Nacional de Energia 2050.** Brasília, 2007. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf. Acesso em: 28 Jul 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.300, de 6 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)**. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

CRITERIA ENERGIA. **Entendendo sua conta de luz: diferença entre TE e TUSD**. Disponível em: https://criteriaenergia.com.br/te-tusd-conta-de-luz/. Acesso em: 20 Out 2023.

EPE Fontes de Energia. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia#ENERGIA-SOLAR. Acesso em: 13 Out 2023.

EPE. **Matriz Energética e Elétrica**. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica. Acesso em: 12 Out 2023.

ENERGES. **Simultaneidade: impacto na viabilidade da geração de energia**. Disponível em: https://energes.com.br/simultaneidade/. Acesso em: 04 Nov 2023.

Energy Institute. **Statistical Review of World Energy**. 72ª ed. Londres, Reino Unido,2023.

ESTRATÉGIA ODS. **Conheça os ODS**. Estratégia ODS, 2023. Disponível em: https://estrategiaods.org.br/conheca-os-ods. Acesso em: 21 Out 2023.

EUROPEAN COMMISSION. **European Green Deal: EU agrees stronger legislation to accelerate the rollout of renewable energy**. Bruxelas, 2023. Acesso em: 05 Nov 2023.

Global Solar Atlas. **Global Photovoltaic Power Potential by country**. Disponível em: https://globalsolaratlas.info/global-pv-potential-study. Acesso em: 05 Nov 2023.

GREENER. **Analise do Marco Legal da Geração Distribuída: Lei14.300 de 2022/ REN 1.059 de 2023**. São Paulo, 2023.

GREENER**. Regulamentação da Lei nº 14.300/2022 pela ANEEL: quais as principais alterações?** Disponível em: https://www.greener.com.br/greener_artigos/regulamentacao-da-lei-no-14-300-2022-pela-aneel-quais-as-principais-alteracoes/. Acesso em: 21 Nov 2023.

IEA. **Overview and Key findings**. Disponível em: https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/share-of-cumulative-power-capacity-by-technology-2010-2027. Acesso em: 10 Out 2023

IEA. **Share of cumulative power capacity by technology, 2010-2027**. Disponível em: https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/share-of-cumulative-power-capacity-by-technology-2010-2027. Acesso em: 10 Out 2023.

ONS. **Histórico da Operação**. Disponível em: https://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/geracao_energia.aspx. Acesso em: 21 Set 2023.

PARLAMENTO EUROPEU**. Eurodeputados apoiam planos para impulsionar a utilização de energias renováveis**. Bruxelas, 2023. Disponível em: https://www.europarl.europa.eu/news/pt/press-room/20230911IPR04926/eurodeputados-apoiam-planos-para-impulsionar-a-utilizacao-de-energias-renovaveis. Acesso em: 05 Nov 2023.

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.

SOLARIZE. **Vantagens da taxa mínima com a nova lei 14.300 - entenda o cálculo do Custo de Disponibilidade**. Publicado em 28 de janeiro de 2022. Disponível em: https://www.solarize.com.br/site-content/11-blog/520-vantagens-da-taxa-minima-com-a-nova-lei-14-300-entenda-o-calculo-do-custo-de-disponibilidade/. Acesso em: 25 Nov 2023.

ANEXO

ANEXO A – Potência instalada de energia solar fotovoltaica

Renewable energy Solar – Installed photovoltaic (PV) power*

												Growth rate per annum		Share
Megawatts	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022	2012–22	2022
Canada	766	1210	1843	2519	2665	2932	3095	3327	3342	3630	**4401**	21.3%	19.1%	0.4%
Mexico	73	109	174	287	633	1126	2582	4742	6709	8171	**9026**	10.5%	61.9%	0.9%
US	8613	12326	18112	24237	35434	43770	51987	61587	76441	95391	**113015**	18.5%	29.4%	10.7%
Total North America	**9452**	**13645**	**20129**	**27043**	**38731**	**47828**	**57664**	**69656**	**86492**	**107192**	**126442**	**18.0%**	**29.6%**	**12.0%**
Argentina	6	8	8	9	9	9	191	442	764	1071	**1104**	3.0%	67.8%	0.1%
Brazil	7	13	21	46	128	1207	2435	4635	8291	14197	**24079**	69.6%	127.1%	2.3%
Chile	2	15	221	576	1125	1809	2137	2654	3205	4468	**6250**	39.9%	123.6%	0.6%
Honduras	5	5	5	396	417	454	514	518	525	529	**529**	0.0%	58.9%	0.1%
Other S. & Cent. America	342	434	543	926	1148	1798	2210	2808	3178	4112	**4798**	16.7%	30.2%	0.5%
Total S. & Cent. America	**362**	**475**	**798**	**1952**	**2827**	**5277**	**7487**	**11057**	**15963**	**24377**	**36760**	**50.8%**	**58.7%**	**3.5%**
Austria	337	626	785	937	1096	1269	1455	1702	2043	2783	**3548**	27.5%	26.5%	0.3%
Belgium	2647	2902	3015	3132	3329	3621	4000	4637	5573	6012	**6898**	14.7%	10.1%	0.7%
Bulgaria	922	1039	1029	1028	1030	1031	1033	1044	1100	1275	**1948**	52.8%	7.8%	0.2%
Czech Republic	2022	2064	2067	2075	2068	2075	2081	2111	2172	2246	**2627**	17.0%	2.7%	0.2%
Denmark	402	571	607	782	851	906	998	1080	1304	1704	**2490**	46.1%	20.0%	0.2%
France	4359	5277	6034	7138	7702	8610	9672	10817	12065	14819	**17419**	17.5%	14.9%	1.7%
Germany	34077	36710	37900	39224	40679	42293	45158	48914	53671	59373	**66554**	12.1%	6.9%	6.3%
Greece	1536	2579	2596	2604	2604	2606	2652	2834	3288	4277	**5557**	29.9%	13.7%	0.5%
Hungary	12	35	89	172	235	344	728	1400	2131	2968	**2988**	0.7%	73.6%	0.3%
Italy	16790	18190	18600	18907	19289	19688	20114	20871	21656	22600	**25083**	11.0%	4.1%	2.4%
Netherlands	287	650	1007	1526	2135	2911	4608	7226	11108	14911	**22590**	51.5%	54.7%	2.1%
Poland	1	2	27	108	187	287	562	1539	3955	7416	**11167**	50.6%	147.4%	1.1%
Portugal	238	296	415	447	513	579	667	901	1100	1646	**2536**	54.1%	26.7%	0.2%
Romania	41	761	1293	1326	1372	1374	1386	1398	1383	1394	**1414**	1.4%	42.5%	0.1%
Slovakia	513	533	533	533	533	528	472	590	535	537	**537**	0.0%	0.5%	0.1%
Spain	6569	6994	7001	7008	7017	7027	7068	11111	12440	16019	**20518**	28.1%	12.1%	1.9%
Sweden	24	43	60	104	153	244	428	714	1107	1606	**2606**	62.3%	59.8%	0.2%
Switzerland	437	756	1061	1394	1664	1906	2173	2498	2973	3449	**4134**	19.9%	25.2%	0.4%
Türkiye	12	19	41	250	834	3422	5064	5996	6668	7817	**9426**	20.6%	95.3%	0.9%
Ukraine	372	748	819	841	955	1200	2003	5936	7331	8062	**8062**	0.0%	36.0%	0.8%
United Kingdom	1754	2937	5528	9601	11914	12760	13059	13224	13462	13799	**14412**	4.4%	23.4%	1.4%
Other Europe	293	476	622	710	799	958	1131	1569	2238	3092	**4443**	43.7%	31.2%	0.4%
Total Europe	**73644**	**84207**	**91131**	**99847**	**106958**	**115639**	**126511**	**148112**	**169305**	**197804**	**236957**	**19.8%**	**12.4%**	**22.5%**
Russian Federation	^	1	5	61	76	225	535	1276	1428	1661	**1816**	9.3%	169.5%	0.2%
Other CIS	1	2	9	13	78	116	213	246	310	543	**897**	65.3%	97.4%	0.1%
Total CIS	**1**	**3**	**14**	**74**	**154**	**341**	**748**	**1522**	**1737**	**2204**	**2713**	**23.1%**	**118.6%**	**0.3%**
Israel	286	446	656	796	906	1006	1346	2138	2652	3591	**4411**	22.8%	31.5%	0.4%
Jordan	^	^	^	6	287	397	700	1186	1448	1521	**1914**	25.9%	177.8%	0.2%
United Arab Emirates	13	126	133	134	141	355	598	1918	2061	2733	**3040**	11.3%	72.3%	0.3%
Other Middle East	17	61	95	167	277	479	817	1019	1271	1837	**3517**	91.4%	70.0%	0.3%
Total Middle East	**317**	**633**	**884**	**1103**	**1610**	**2236**	**3461**	**6261**	**7433**	**9681**	**12882**	**33.1%**	**44.8%**	**1.2%**
Algeria	25	25	28	91	330	423	448	448	448	448	**460**	2.7%	33.8%	0.0%
Egypt	35	35	35	36	59	180	764	1647	1643	1663	**1724**	3.7%	47.7%	0.2%
Morocco	35	35	40	200	202	204	734	734	774	854	**858**	0.5%	37.6%	0.1%
South Africa	12	262	1164	1353	2176	3451	4805	4908	5995	6316	**6326**	0.2%	87.6%	0.6%
Other Africa	290	359	443	562	688	941	1399	1755	1960	2347	**3272**	39.4%	27.4%	0.3%
Total Africa	**397**	**716**	**1709**	**2242**	**3455**	**5200**	**8150**	**9493**	**10819**	**11628**	**12641**	**8.7%**	**41.4%**	**1.2%**
Australia	3799	4568	5287	5946	6689	7354	8626	12970	17986	22870	**26792**	17.1%	21.6%	2.5%
China	6719	17759	28399	43549	77819	130833	175263	205060	254055	307068	**393127**	28.0%	50.2%	37.3%
India	982	1599	3773	5693	9979	18252	27453	35203	39385	49684	**63146**	27.1%	51.6%	6.0%
Japan	6632	13599	23339	34150	42040	49500	56162	63192	69764	74191	**78833**	6.3%	28.1%	7.5%
Malaysia	32	139	205	266	344	394	545	894	1483	1787	**1933**	8.2%	50.9%	0.2%
Pakistan	46	101	165	266	590	655	680	755	854	1077	**1243**	15.4%	39.1%	0.1%
Philippines	2	3	28	173	784	908	917	982	1058	1377	**1625**	18.0%	95.2%	0.2%
South Korea	1024	1555	2481	3615	4502	5835	8099	11952	14575	18161	**20975**	15.5%	35.2%	2.0%
Taiwan	231	410	636	884	1245	1768	2738	4150	5817	7700	**9724**	26.3%	45.3%	0.9%
Thailand	382	829	1304	1425	2451	2702	2967	2988	2988	3065	**3065**	0.0%	23.2%	0.3%
Viet Nam	5	5	5	5	5	8	105	4993	16660	16660	**18474**	10.9%	129.7%	1.8%
Other Asia Pacific	186	268	425	686	898	1216	1728	3005	4055	5012	**5783**	15.4%	41.0%	0.5%
Total Asia Pacific	**20039**	**40834**	**66047**	**96658**	**147347**	**219426**	**285284**	**346144**	**428680**	**508652**	**624720**	**22.8%**	**41.1%**	**59.3%**
Total World	**104212**	**140515**	**180712**	**228920**	**301082**	**395947**	**489306**	**592245**	**720429**	**861537**	**1053115**	**22.2%**	**26.0%**	**100.0%**

Source: IRENA (2023), Renewable Energy Statistics 2023, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
* End of year.
^ Less than 0.05.

Fonte: EI (2023).