

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Cláudio Humberto Junqueira de Sousa

**ANÁLISE DO CENÁRIO DA MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DO NOVO
MARCO LEGAL, LEI 14.300/2022**

Governador Valadares

2023

CLÁUDIO HUMBERTO JUNQUEIRA DE SOUSA

**ANÁLISE DO CENÁRIO DA MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DO
NOVOMARCO LEGAL, LEI 14.300/2022**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária do Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Governador Valadares, para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.
Orientador: Dr. Artur Difini Accioly

Governador Valadares

2023

CLÁUDIO HUMBERTO JUNQUEIRA DE SOUSA

**ANÁLISE DO CENÁRIO DA MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DO
NOVOMARCO LEGAL, LEI 14.300/2022**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso Bacharelado em
Engenharia Ambiental e Sanitária do
Instituto Federal de Minas Gerais -
Campus Governador Valadares, para
obtenção do grau de bacharel em
Engenharia Ambiental e Sanitária.
Orientador: Dr. Artur Difini Accioly

Aprovado em: ____ / ____ / ____ pela banca examinadora:

Prof. Dr. Artur Difini Accioly - IFMG/GV (Orientador)

Prof. Me. Arnaldo José Cambraia Neto - IFMG/GV

Prof. Dr. Luiz Fernando da Rocha Penna - IFMG/GV

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela dádiva da vida e por mais uma etapa de minha jornada completada.

Agradeço também ao meu orientador Prof. Dr. Artur Difini Accioly por toda sua dedicação na orientação deste trabalho, aos demais professores membros da banca examinadora, a todos os professores do Curso e todos os meus colegas que muito me auxiliaram.

RESUMO

A utilização de energia solar fotovoltaica tem crescido exponencialmente no Brasil desde 2012, quando foi implementada a Resolução Normativa 482 pela ANEEL, que trazia as primeiras regras para a Micro e Mini Geração Distribuída (MMGD). O principal objetivo deste trabalho é fazer uma análise da Lei 14.300/2022 que instituiu o Marco Legal da MMGD, suas principais mudanças em relação à RN 482/2012 e suas possíveis consequências para os atuais e futuros consumidores/geradores de MMGD. Após a análise das principais mudanças foi feito uma simulação comparativa simplificada de três consumidores fictícios da distribuidora CEMIG na cidade de Governador Valadares, um sem o sistema de MMGD, outro com o sistema homologado até o dia 06/01/2023 e o terceiro que tenha homologado o sistema após esta data, que é quando na prática começam a valer as regras da nova Lei. Verificou-se, ao final da análise e simulação, que os futuros consumidores/geradores de MMGD terão um gasto maior em suas contas de energia elétrica, porém este gasto maior não será muito significativo e a instalação do sistema continuará sendo vantajosa para os usuários, além de que o Marco Legal traz segurança jurídica para os investidores e consumidores/geradores do setor.

Palavras chave: Marco Legal de Micro e Mini Geração Distribuída. Lei 14.300/2022. Energia solar fotovoltaica.

ABSTRACT

The use of photovoltaic solar energy has grown exponentially in Brazil since 2012, when Normative Resolution 482 was implemented by ANEEL, which brought the first rules for Distributed Micro and Mini Generation (MMGD). The main objective of this work is to analyze Law 14.300/2022 that instituted the Legal Framework of MMGD, its main changes in relation to RN 482/2012 and its possible consequences for current and future consumers/generators of MMGD. After analyzing the main changes, a simplified comparative simulation of three fictitious consumers of the CEMIG distributor in the city of Governador Valadares was carried out, one without the MMGD system, another with the system approved until 01/06/2023 and the third that has the system ratified after this date, which is when the rules of the new Law begin to apply in practice. It was verified, at the end of the analysis and simulation, that future MMGD consumers/generators will have a higher expense in their electricity bills, however this higher expense will not be very significant and the installation of the system will continue to be advantageous for users, in addition, the Legal Framework provides legal security for investors and consumers/generators in the sector.

Keywords: Legal Framework for Distributed Micro and Mini Generation. Law 14.300/2022. Photovoltaic solar energy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Matriz Elétrica Mundial em 2019.....	11
Figura 2 - Matriz Elétrica Brasileira em 2021	11
Figura 3 - Sistema solar fotovoltaico <i>on grid</i>	18
Figura 4 - Expansão em capacidade e em energia da MMGD	19
Figura 5 - Proposta de regulamentação da ANEEL	25
Quadro 1 - Comparativo entre a RN 482/2012 e a Lei 14.300/2022	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

BEN - Balanço Energético Nacional

C.A. - Corrente alternada

C.C. - Corrente contínua

CDE - Conta de Desenvolvimento Energético

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais

CGH - Centrais Geradoras Hidrelétricas

EPE - Empresa de Planejamento Energético

GD - Geração Distribuída

IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*

MMGD - Micro e mini geração distribuída

PERS - Programa de Energia Renovável Social

RN - Resolução Normativa

SCEE - Sistema de Compensação de Energia Elétrica

TUSD - Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. JUSTIFICATIVA.....	14
3. OBJETIVOS	15
3.1 Objetivos gerais	15
3.2 Objetivos específicos	15
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
4.1 A energia solar fotovoltaica.....	17
4.2 Histórico da legislação energética brasileira	19
5. METODOLOGIA	22
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
6.1 Análise das principais mudanças da Lei 14.300/2022.....	23
6.2 Possíveis benefícios e desvantagens trazidos pela Lei 14.300/2022.....	27
6.3 Simulação de custos com a conta de energia elétrica após a implementação da Lei 14.300/2022	28
7. CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36

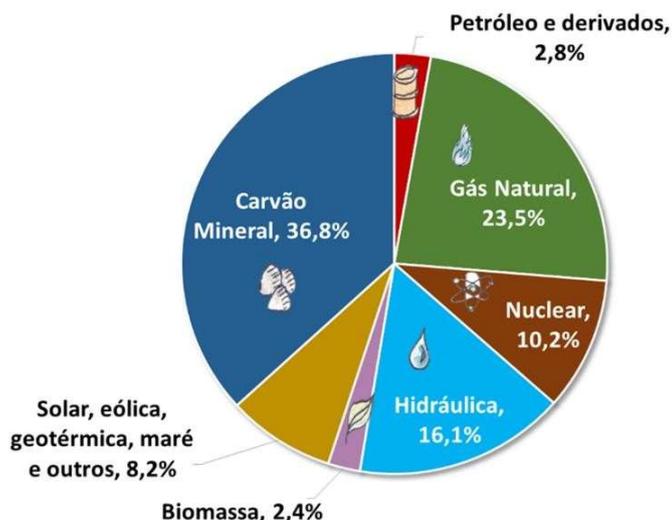
1. INTRODUÇÃO

O uso de energia apresenta crescimento exponencial ao longo da evolução da humanidade. Segundo Goldemberg (2010) o homem primitivo utilizava apenas a energia dos alimentos que consumia, aproximadamente 2000 kcal/dia. O uso aumentou ao longo dos tempos com a utilização pelas populações humanas do trabalho dos animais para a agricultura e transporte, e, posteriormente, a utilização da energia dos ventos, queima de carvão para aquecimento, utilização de máquinas a vapor no século XIX, até chegar a valores de 230.000 kcal/dia em média nos Estados Unidos da América no início do século XXI (GOLDEMBERG, 2010). No Brasil, onde o consumo per capita de energia é menor, os valores são próximos de 40.000 kcal/dia (EPE, 2022a), um pouco abaixo da média mundial de 52.600 kcal/dia. Em relação ao consumo de energia elétrica, de acordo com Index Mundi (2022), em 2020 o Brasil ocupou a 99ª posição no consumo per capita mundial em um ranking com 216 países, com 2.405 kW.h contra 50.409 kW.h da Islândia, que ocupa o 1º lugar.

As diversas formas de se obter energia para uso humano podem ser divididas naquelas obtidas por fontes renováveis e não renováveis. As fontes renováveis são aquelas que podem ser utilizadas continuamente por longos períodos de tempo sem se esgotarem, sendo rapidamente repostas pela própria natureza, enquanto as não renováveis se esgotam com o tempo, ou então demoram vários séculos para serem repostas, como por exemplo a energia obtida a partir do petróleo (BALESTIERI, 2014).

O Brasil é um país que se destaca internacionalmente por possuir a maior parte de sua matriz elétrica baseada em fontes renováveis. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em 2019 (2022b) as fontes renováveis de energia elétrica representaram 26,7% da energia elétrica no mundo todo, conforme pode ser visto na Figura 1, enquanto que no Brasil essas fontes foram responsáveis por 74,7% da produção elétrica durante o ano de 2021.

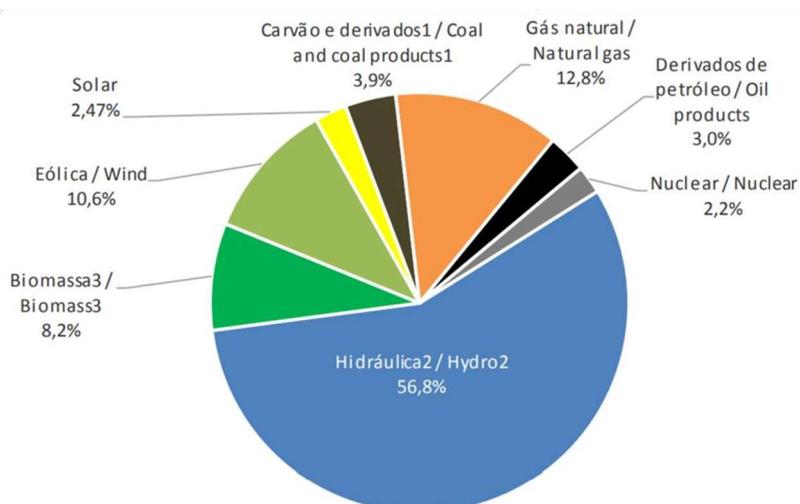
Figura 1 - Matriz Elétrica Mundial em 2019



Fonte: EPE, 2022a.

A Figura 2 mostra a matriz elétrica do Brasil em 2021, sendo a maior parte dessa energia renovável no Brasil proveniente de fonte hidráulica (53,4%), seguida pela eólica (10,6%), biomassa (8,2%), e solar (2,5%) (EPE, 2022a). É importante ressaltar que, no período entre 2020 e 2021, segundo a EPE (2022a), houve uma grande redução da utilização da energia hidrelétrica no Brasil devido à chamada crise hídrica, resultado de uma redução histórica na quantidade de chuvas no período, o que fez com que a utilização total de energias renováveis na matriz elétrica brasileira caísse de 84,8% em 2020 para 74,7% em 2021, mesmo com o aumento da participação das energias eólica e solar.

Figura 2 - Matriz Elétrica Brasileira em 2021



Fonte: EPE, 2022a.

Comparando dados de 2020 e de 2021, nota-se como fontes não renováveis, especialmente gás natural e carvão, foram utilizadas para suprir a demanda necessária devido à redução da geração hidrelétrica. A energia solar fotovoltaica surge neste cenário como uma opção renovável e ambientalmente melhor para suprir esta necessidade caso novas crises hídricas ocorram. Apesar de não ser uma fonte de energia que funciona sob demanda (não há geração fotovoltaica de noite, por exemplo), uma maior utilização de geração solar pode contribuir significativamente para reduzir a demanda das hidrelétricas e manter o nível dos reservatórios, segundo Bajay *et al* (2018). Dentro dessa perspectiva, a geração distribuída torna-se muito relevante pois possibilita que haja vários pequenos geradores espalhados por todo o Brasil e mais próximos dos consumidores, diminuindo significativamente os custos e as perdas de transmissão comparado à geração centralizada em um número menor de unidades geradoras de maior capacidade.

Com a crescente demanda de energia elétrica em todo mundo, as opções de micro e minigeração, no formato de geração distribuída, passaram a ser uma alternativa importante para o suprimento da energia necessária. A geração distribuída consiste naquela em que a energia é gerada de maneira descentralizada, podendo ser consumida localmente e também compartilhada na rede elétrica das empresas distribuidoras. No Brasil, a microgeração distribuída de energia elétrica é considerada aquela com potência instalada, em corrente alternada, menor ou igual a 75 kW (setenta e cinco quilowatts) e a minigeração distribuída é aquela que possua potência instalada, em corrente alternada maior que 75 kW (setenta e cinco quilowatts), menor ou igual a 5 MW (cinco megawatts) para as fontes despacháveis e menor ou igual a 3 MW (três megawatts) para as fontes não despacháveis (BRASIL, 2022). Entende-se por fontes despacháveis aquelas que podem fornecer energia sob demanda, por exemplo, com utilização de baterias para acumulação da energia gerada em outros horários, enquanto as não despacháveis só podem fornecer energia no próprio momento da geração (BRASIL, 2022).

Este trabalho tem como objetivo fazer uma análise da Lei 14.300, de 06 de janeiro de 2022, que instituiu o novo Marco Legal de Micro e Mini Geração Distribuída no Brasil, e dos seus possíveis impactos no setor. Para isso será

realizada uma análise da legislação do setor energético desde o final do século passado até este novo marco instituído no ano de 2022. Será feita uma análise comparativa da legislação vigente até o ano de 2021 e as mudanças introduzidas a partir de 2022. Até o estabelecimento deste novo marco, as micro e minigeração de energia distribuída podiam utilizar a rede de distribuição das concessionárias de energia elétrica sem qualquer ônus para os geradores. Isso ocorreu principalmente para incentivar a criação e o aumento deste tipo de geração e por falta de legislação específica sobre o tema (ANEEL, 2012). Vale ressaltar que a quase totalidade deste tipo de geração no Brasil se dá através da energia solar utilizando painéis fotovoltaicos, que apresenta crescimento ano a ano desde 2012, quando foi instituído Resolução Normativa ANEEL 482 da geração distribuída.

Este trabalho se justifica pelo fato de que, a partir do Marco Legal, os micro e mini geradores terão que, de certa forma, pagar pela utilização da rede de distribuição das concessionárias. o que não ocorrerá de forma imediata, sendo implementada de forma gradativa a partir de 2023 até 2029 (BRASIL, 2022). Ao longo do trabalho serão apresentadas as principais mudanças ocorridas com este marco e suas possíveis consequências para os usuários micro e minigeradores de energia distribuída a partir de 2023, comparando-se com a situação atual, em que eles não pagam pelo serviço de distribuição das concessionárias.¹

¹ No momento em que este texto estava sendo escrito tramitava no Congresso Nacional o PL 2703/2022 que muda os prazos. Como ainda não havia sido votado, não será considerado neste trabalho.

2. JUSTIFICATIVA

As tarifas de energia elétrica apresentaram aumentos significativos recentemente, principalmente no ano de 2021, devido à utilização de energia proveniente de termelétricas, com a utilização das bandeiras tarifárias (BRASIL, 2015) consequente da recente crise hídrica (MAIA; LIMA; GOMES, 2019). A utilização da energia solar fotovoltaica, na forma de geração distribuída, representa uma boa alternativa para minimizar esse problema. O uso desse tipo de energia apresenta crescimento exponencial, no Brasil, desde 2012, quando foi instituída a Resolução Normativa ANEEL 482 (ANEEL, 2012), com uma média de crescimento anual de 104% (EPE, 2013; EPE, 2022a).

O novo Marco Legal da Geração Distribuída sancionado em 2022 estabelece novos critérios para que os geradores possam utilizar as redes de distribuição das concessionárias de energia elétrica. Até então 100% da energia por eles geradas podiam ser recebidas de volta na forma de créditos sem custo a serem utilizados posteriormente. A partir de 2023 essa porcentagem vai diminuir gradativamente até 2029 para suprir os custos de distribuição e manutenção das concessionárias.

Este trabalho procura mostrar quais as mudanças foram introduzidas pelo Marco Regulatório da Geração Distribuída de 2022 e fazer uma análise dos possíveis impactos econômicos para a implementação de sistemas fotovoltaicos de micro e minigeração de energia distribuída durante a fase de transição, que vai de 2023 a 2029, e também após o término dela.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Relatar historicamente a legislação brasileira sobre a geração e distribuição de energia elétrica analisando as principais mudanças na legislação da geração de micro e mini energia distribuída a partir da implementação do Marco Legal de 2022.

3.2. Objetivos específicos

- Explicar a importância da micro e minigeração de energia distribuída.
- Analisar a perspectiva de gastos e economia para o usuário e gerador de micro e mini energia distribuída a partir do Marco Legal de 2022.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

O Sol é o responsável pela quase totalidade da energia disponível na Terra . É a energia do Sol que provoca a evaporação, originando o ciclo hidrológico, que possibilita o represamento e conseqüentemente a geração de hidroeletricidade. A radiação proveniente do Sol também induz à formação dos ventos, através de diferenças de temperatura na atmosfera terrestre, tornando possível a geração de energia elétrica por fonte eólica. Petróleo, carvão e gás natural são combustíveis fósseis originados a partir de matéria orgânica, proveniente de resíduos de animais e plantas alterados quimicamente em processos geológicos por milhões de anos, que originalmente obtiveram energia para seu desenvolvimento a partir do Sol. Dessa maneira, os combustíveis fósseis são energia solar armazenada no formato de energia química que pode ser liberada em uma reação de combustão. Também a biomassa como, por exemplo, a cana de açúcar, se desenvolve a partir da fotossíntese e posteriormente é transformada em combustível nas usinas. Todas essas formas de recursos energéticos são, portanto, provenientes da energia vinda do Sol (GOLDEMBERG, 2010).

O *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) em seu Relatório Especial sobre Fontes Renováveis de Energia e Mitigação da Mudança Climática, dividiu a energia solar em cinco grandes blocos (PINHO e GALDINO, 2014):

- 1) solar passiva, onde se insere a arquitetura bioclimática, como por exemplo a geração hidrelétrica e a queima de biomassa;
- 2) solar ativa, onde se inserem o aquecimento e a refrigeração solares, como por exemplo aquecedores de água;
- 3) solar fotovoltaica, para produção de energia elétrica com a utilização de painéis fotovoltaicos;
- 4) a geração de energia elétrica a partir de concentradores solares térmicos para altas temperaturas, como por exemplo os fogões solares;
- 5) um processo inspirado na fotossíntese através do qual, em um reator alimentado por dióxido de carbono (CO_2), água e metal ou óxido metálico, exposto à radiação solar, produz-se hidrogênio, oxigênio e monóxido de carbono.

As principais formas diretas de utilização da energia do Sol são através de aquecimento de fluidos (gerando energia térmica) e a energia solar fotovoltaica, que é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade através do Efeito Fotovoltaico (PINHO e GALDINO, 2014).

4.1 A energia solar fotovoltaica

A energia solar é proveniente de fusão nuclear no núcleo do Sol e chega à superfície da Terra como radiação eletromagnética. A energia solar fotovoltaica é aquela em que a radiação solar é convertida diretamente em energia elétrica através do efeito fotovoltaico, o que ocorre em dispositivos conhecidos como células fotovoltaicas, que são basicamente constituídas de materiais semicondutores como o silício (GOETZE, 2017).

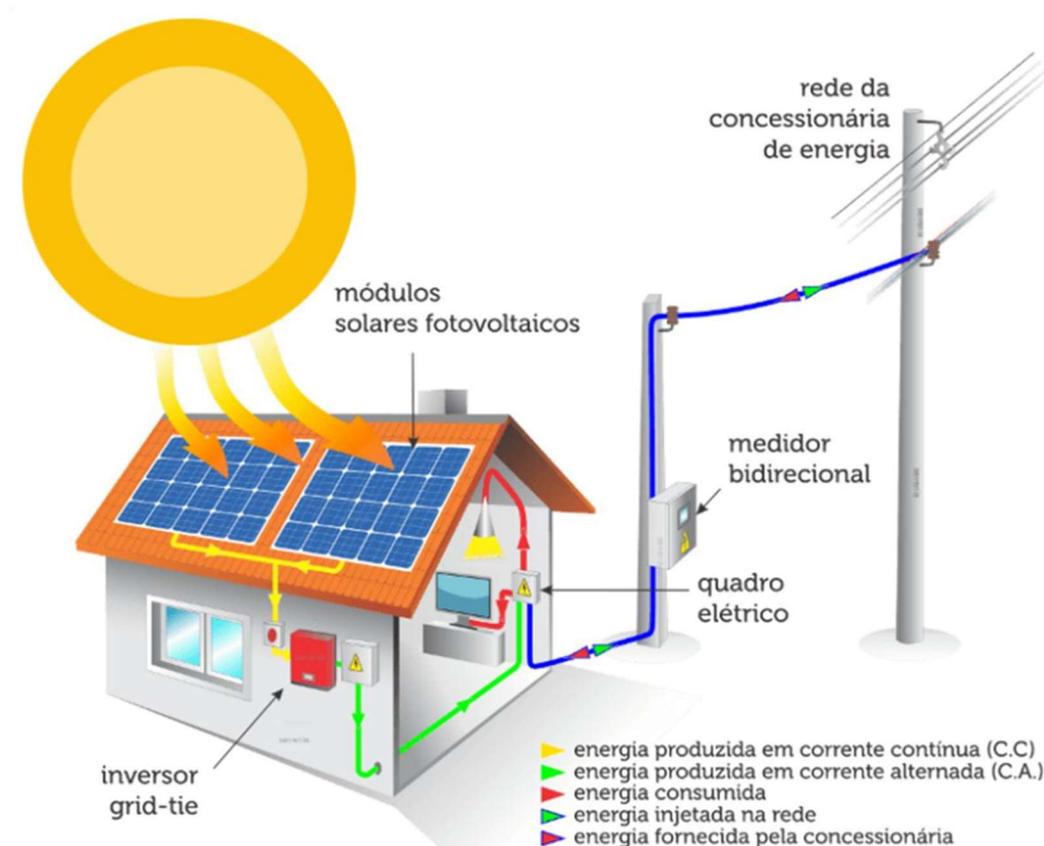
Dois conceitos importantes a serem observados em relação à distribuição de energia elétrica: a geração centralizada e a geração distribuída. Na geração centralizada a energia elétrica é produzida em grandes fontes geradoras e chega ao consumidor final através de complexos sistemas de transmissão e distribuição. Já na geração distribuída uma fonte de geração de energia elétrica se conecta diretamente à rede de distribuição ou está situada no próprio consumidor. No Brasil, a definição de geração distribuída foi estabelecida pelo Decreto de Lei nº 5.163 em 2004 (BRASIL, 2004), posteriormente atualizado em 2017 (PEREIRA, 2019).

Com relação à energia solar fotovoltaica pode-se dividi-la em sistemas que não estão conectados na rede (*off grid*) e sistemas conectados à rede (*on grid*). Os sistemas isolados ou autônomos são sistemas que não dependem da rede elétrica convencional para funcionar, sendo utilizado em localidades carentes de rede de distribuição elétrica. Dentro dessas possibilidades, ainda existe o sistema com armazenamento e o sem armazenamento. O primeiro geralmente é utilizado em carregamento de baterias de veículos elétricos, em iluminação pública e em pequenos aparelhos portáteis. Já o segundo apresenta maior viabilidade econômica, já que não utiliza baterias para o armazenamento de energia (PEREIRA, 2019), o que reduz seu custo de instalação e de

manutenção.

Ainda de acordo com Pereira (2019) os sistemas *on grid* são aqueles que trabalham concomitantemente à rede elétrica da distribuidora de energia. A Figura 3 representa um diagrama elétrico de um sistema solar fotovoltaico *on grid*. O painel fotovoltaico gera energia elétrica em corrente contínua que é convertida para corrente alternada pelo inversor de frequência, podendo ser utilizada no próprio local ou ser injetada na rede de energia elétrica. Nesse trabalho, o foco da análise serão sistemas desse tipo, *on grid* e sem armazenamento.

Figura 3 - Sistema solar fotovoltaico *on grid*



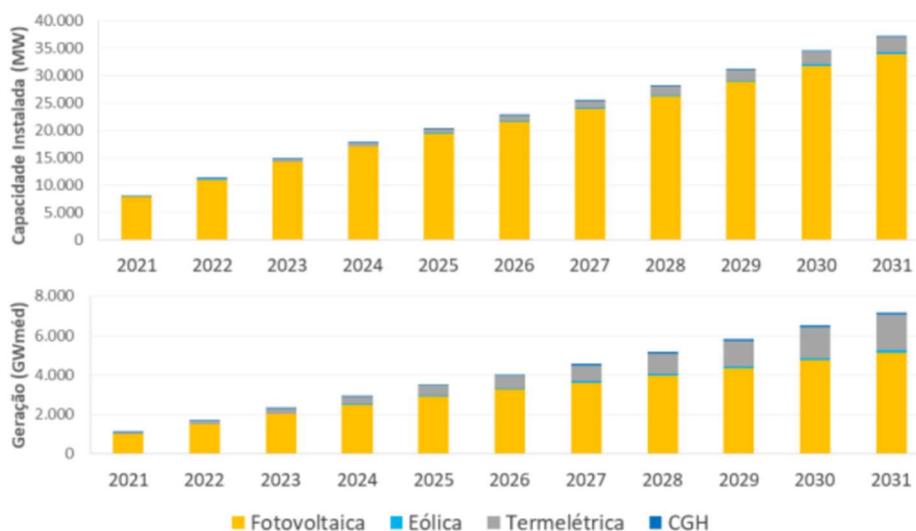
Fonte: UNIVERSAL AUTOMAÇÃO, 2018.

Em 2012 foi instituído a Resolução Normativa ANEEL 482 da geração distribuída que possibilitou que usuários pudessem gerar energia elétrica e compartilhá-la na rede elétrica das distribuidoras. De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN) de 2013 (EPE, 2013) em 2012 a capacidade instalada de geração de energia solar fotovoltaica foi de apenas 7,5 MW, e nem sequer

constava nas tabelas e gráficos do BEN, sendo incluída junto com a energia eólica. Em 2017, esse valor passou para 935 MW, o que representava 0,6% de toda a capacidade instalada de produção de energia elétrica do Brasil no período (EPE, 2018). Finalmente, a capacidade instalada de geração solar atingiu 4.632 MW em 2021, incluindo a geração centralizada e a micro e minigeração distribuída, o que representou um aumento de 395,4% em relação a 2017 e de 40,2 % em relação a 2020, crescimento ocorrido mesmo durante a pandemia de covid-19 (EPE, 2022a).

De acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia a perspectiva para 2031 é de que a micro e mini geração distribuída (MMGD) chegue a aproximadamente 37 GW de potência instalada, sendo que a tecnologia solar fotovoltaica manter-se-ia como a principal fonte nesse segmento, respondendo por cerca de 93% de toda essa expansão, ou seja, 34,41 GW (EPE, 2022c). A Figura 4 mostra o cenário de projeção de MMGD até o ano de 2031, incluindo as Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH).

Figura 4 - Expansão em capacidade e em energia da MMGD



Fonte: EPE, 2022c.

4.2 Histórico da legislação energética brasileira

Implicações ambientais na política energética brasileira são tema de discussão desde os anos 1980, devido à construção das usinas hidrelétricas que

causaram problemas em terras indígenas, extinguiram cidades e áreas de produção agrícola, em especial de pequenos produtores familiares (MAIA; LIMA; GOMES, 2019). Um grande exemplo destes problemas causados pelas usinas hidrelétricas foi a construção da Usina Hidrelétrica de Balbina, no Rio Uatumã, na década de 1980 para suprir Manaus, AM. Balbina é uma tragédia econômica, ambiental e social, pois os custos da sua implantação foram altíssimos, sua construção alagou enormes áreas de florestas destruindo flora e fauna, parte da represa alagou áreas de reservas indígenas e devido à decomposição de inúmeras árvores a água se tornou ácida, impossibilitando atividades de pesca da população local (SILVA, 2017).

Ambientalistas questionavam o porquê da não opção por formas de geração de energia alternativas, como a energia solar (MAIA; LIMA; GOMES, 2019). A década de 1990 traz consigo mudanças na legislação e no modelo de gestão da eletricidade no Brasil, segundo Lorenzo (2002), nos anos 1990, o governo brasileiro decidiu lançar um abrangente programa de desestatização que tinha como objetivo buscar recursos de caixa para o tesouro nacional. No caso do setor elétrico, as primeiras privatizações foram efetuadas antes da regulamentação do setor. Foi promulgada uma reforma institucional que ampara a mudança para um novo modelo que destaca o papel da iniciativa privada. A década é marcada pela venda das antigas concessionárias estatais de serviço de energia para o setor privado sendo reguladas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em dezembro de 1997 (BRASIL, 1996).

Em 15 de março de 2004 foi promulgada a Lei nº 10.848, que dispõe sobre a comercialização de energia elétrica (BRASIL, 2004). A citada Lei estabeleceu regras para a comercialização de energia elétrica entre concessionários, permissionários e autorizados de serviços e instalações de energia elétrica, bem como destes com seus consumidores e alterou Leis anteriores pertinentes a área.

A ANEEL, através da Resolução Normativa nº 482 de 17 de abril de 2012 (BRASIL, 2012), trouxe para o Brasil novas regras para a microgeração de energia por fontes renováveis, com o objetivo de estimular a geração distribuída de energia elétrica por microgeradores (até 100 kW) e minigeradores (entre 100 kW e 1 MW), além de criar e regular um sistema de compensação de energia, o

netmetering (BERTOI, 2012). Na prática, de acordo com Vasconcelos (2013), a Resolução Normativa nº 482 da ANEEL inaugurou um novo modelo para o Sistema Elétrico Brasileiro ao permitir, e regulamentar, que qualquer consumidor possa ser também um cogeração e fornecer energia à rede da concessionária.

Finalmente, em 6 de janeiro de 2022, foi sancionada a Lei 14.300/2022, que institui o Marco Legal da Microgeração e Minigeração Distribuída. A lei regulamenta as modalidades de geração, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS) (BRASIL, 2022). A análise das principais mudanças desta Lei e suas possíveis consequências para os usuários/geradores será tratado ao longo deste trabalho.

5. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho consiste em uma pesquisa qualitativa sobre a utilização da energia solar fotovoltaica no Brasil, servindo como base para um estudo mais detalhado sobre a legislação do setor elétrico no Brasil, com ênfase em micro e minigeração de energia distribuída.

A partir do referencial teórico levantado, será feita uma análise diagnóstica das implicações das mudanças ocorridas com o novo Marco Legal a partir de 2023, quando começam a valer as mudanças de forma gradativa, até 2029, em que passam a valer de forma definitiva. Serão estimados os custos relacionados à implementação de um sistema solar fotovoltaico e o tempo de retorno do investimento antes do início das mudanças, durante o período de transição e após o seu término.

Serão analisados os custos atuais para a implantação de um sistema hipotético e seus gastos mensais com a conta de energia elétrica conforme a legislação que está em vigor, calculando o tempo necessário para que o investimento no sistema seja pago com sua economia. Em seguida, os mesmos cálculos com o mesmo sistema hipotético serão feitos para cada ano durante a fase de transição, que vai de 2023 a 2029, e finalmente quando todas as mudanças da legislação estiverem vigorando, após 2029. Será feita uma análise do custo-benefício da implantação do sistema durante cada uma das fases, atualmente, durante a transição e após ela.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Análise das principais mudanças da Lei 14.300/2022

Conforme abordado anteriormente, a RN 482 estabeleceu as condições gerais para o acesso de micro e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, além de criar o SCEE que, a princípio, estabelecia que os usuários/geradores ficariam isentos de 100% dos custos da energia compensada.

O SCEE funciona com o sistema gerador de energia conectado diretamente ao sistema público de distribuição e a energia excedente que for gerada será injetada na rede pública. A distribuidora calcula, ao final do mês, a diferença entre a quantidade de energia que foi consumida e a quantidade de energia gerada. Caso o consumidor/gerador tenha produzido mais energia do que consumiu, o excedente será transformado em créditos que poderão ser aproveitados em outro momento, caso contrário, se o consumo tiver sido maior que a quantidade de energia gerada, o consumidor irá pagar a diferença na conta de energia (SOLARVOLT, 2019).

Em 2019 foi proposto o Projeto de Lei 5.829/2019 (BRASIL, 2019) para instituir o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o SCEE e o PERS, que após toda a tramitação na Câmara dos Deputados, Senado Federal e vetos presidenciais, se tornou a Lei 14.300/2022 sancionada em 6 de janeiro de 2022. A principal mudança trazida por esta Lei, e provavelmente a que mais interessa aos consumidores/geradores, é a que trata das modificações no SCEE, ou seja, à inserção, na rede, da energia gerada não consumida no mesmo momento e posterior utilização de um quantitativo equivalente de energia da rede quando a micro ou minigeração não é suficiente para suprir a demanda da unidade consumidora (ANEEL, 2022c).

Ainda segundo a ANEEL (2022c) a RN 482 permite que o consumidor/gerador de micro e minigeração distribuída não pague pelos custos de utilização da rede elétrica quando obtém de volta a energia equivalente à que foi injetada em momento anterior, este custo é subsidiado por todos os consumidores na tarifa de energia elétrica. A partir da Lei nº 14.300/2022 esses custos incidentes sobre a energia elétrica compensada passam a ser englobados

temporariamente pela Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), os consumidores do ambiente regulado pagarão por esse custeio na CDE. Esta questão é, no momento em que este texto está sendo escrito, objeto da Consulta Pública nº 50/2022, aberta até dia 12/12//2022.

O artigo 17 parágrafo 1º da referida Lei determina que consumidores que participam da Geração Distribuída de energia paguem por todos os custos da energia elétrica consumida das concessionárias, com exceção dos custos associados diretamente à geração e transmissão da energia. Assim, os custos relacionados à distribuição, bem como encargos e tributos, não serão mais compensados.

Para entender melhor o que isso significa, deve-se compreender como é formada a tarifa de energia elétrica. Segundo a ANEEL (2022b) a conta que chega ao consumidor é composta pelos custos do gerador, os custos da transmissora e os serviços prestados pela distribuidora, além de encargos setoriais e tributos. Para fins de cálculo tarifário, os custos da distribuidora são classificados em dois tipos, parcela A, relacionada à compra de energia, transmissão e encargos setoriais, e parcela B, relacionada à distribuição de energia. De acordo com Neves (2022) o Marco Legal determina que os consumidores/geradores que participam da Geração Distribuída (GD) de energia paguem pela Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) referentes à parcela B, também chamada de fio B, que remunera as distribuidoras. Assim, os créditos gerados pelos sistemas de GD não serão mais abatidos sobre essa parcela da conta de energia. Estes custos relacionados à TUSD variam conforme a distribuidora que atua na região, sendo seu valor médio igual a 30% do valor da conta de energia. Para fins de exemplificação e simulação da diferença de tarifação será utilizado neste trabalho o valor corresponde à TUSD da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) que corresponde a 30,9%.

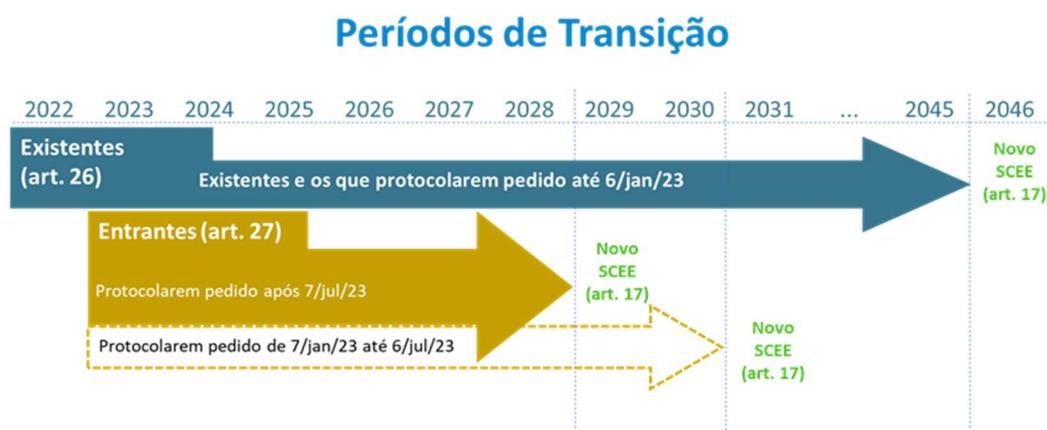
A Lei 14.300/2022 também estabelece outros critérios para usuários remotos com consumo maior ou igual a 500 kW, entretanto como estes consumidores correspondem a uma parcela pequena de usuários, este trabalho foca os demais usuários, que correspondem à maior parcela de consumidores/geradores.

Em seu artigo 26 a Lei garante para os atuais usuários/geradores de

MMGD e os que tiverem seu sistema homologado até o dia 06 de janeiro de 2023 a isenção completa da TUSD até 31 de dezembro de 2045. Durante esse período o custo desses consumidores continuará sendo rateado na tarifa dos consumidores (ANEEL, 2022c).

Sistemas instalados a partir de 07 de janeiro de 2023 passarão por um período de transição que irá até 2028. A proposta de regulamentação da ANEEL para os atuais usuários e os que entrarem no SCEE durante o período de transição é mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Proposta de regulamentação da ANEEL



Fonte: ANEEL, 2022a.

No artigo 27 a Lei estabelece o período de transição para o faturamento de energia das unidades participantes do SCEE que forem homologados a partir de 07 de janeiro de 2023. Neste período será cobrado a remuneração dos ativos do serviço de distribuição, a depreciação dos ativos de distribuição e ao custo de operação e manutenção do serviço de distribuição com os seguintes percentuais: 15% (quinze por cento) a partir de 2023; 30% (trinta por cento) a partir de 2024; 45% (quarenta e cinco por cento) a partir de 2025; 60% (sessenta por cento) a partir de 2026; 75% (setenta e cinco por cento) a partir de 2027; 90% (noventa por cento) a partir de 2028 (BRASIL, 2022, p. 9).

Para os usuários que homologarem o sistema entre 07 de janeiro e 06 de julho de 2023, a partir de 2031 passará a valer o estabelecido no artigo 17 da Lei, ou seja, os usuários passarão a pagar 100% (cem por cento) dos custos relacionados à distribuição, depreciação e manutenção do sistema de distribuição.

Já os que homologarem a partir de 07 de julho de 2023, estes passarão a cumprir o artigo 17 a partir de 2029, conforme está ilustrado na figura 5.

O quadro 1 mostra resumidamente as principais mudanças que a Lei ocasionará.

Quadro 1 - Comparativo entre a RN 482/2012 e a Lei 14.300/2022

RN 482/2012	Lei 14.300/2022
SCEE cobre todos os custos de geração, transmissão e distribuição da energia compensada.	SCEE cobre apenas os custos da geração e transmissão da energia compensada.
Taxa de disponibilidade cobrada em duplicidade, no pagamento mensal da energia e novamente na compensação.	Taxa de disponibilidade ou tarifa mínima cobrada apenas uma vez no pagamento mensal da energia.
O excedente de energia gerada pode ser compartilhado com outras residências com mesmo CPF ou Cooperativa dividido por porcentagens pré-estabelecidas.	O excedente de energia gerada pode ser compartilhado com outras residências com mesmo CPF ou Cooperativa dividido por porcentagens pré-estabelecidas ou por ordem de prioridade.
Custos de utilização da rede elétrica quando obtém de volta a energia equivalente à que foi injetada em momento anterior é subsidiado pelos consumidores que não têm MMGD.	Custos de utilização da rede elétrica quando obtém de volta a energia equivalente à que foi injetada em momento anterior passam a ser englobados temporariamente pela Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) e paga por todos os consumidores.
A Geração Compartilhada poderia ser via Consórcio para Pessoa Jurídica (PJ) ou Cooperativas para Pessoa Física (PF)	A Geração Compartilhada poderia ser via Consórcio, Cooperativas, Associação e Condomínio Civil.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

6.2 Possíveis benefícios e desvantagens trazidos pela Lei 14.300/2022

O principal benefício trazido pela Lei 14.300/2022 é sem dúvida o fato de trazer segurança jurídica para possíveis investidores do setor energético, tanto para os consumidores/geradores que quiserem instalar o sistema de MMGD quanto para pessoas e empresas que trabalham com a instalação dos sistemas ou que queiram criar pequenas usinas geradoras que se enquadre dentro dos parâmetros da MMGD.

Além disso, o fato de a taxa de disponibilidade deixar de ser cobrada em duplicidade gera vantagens para o consumidor/gerador de MMGD que deixará de pagar duas vezes pela remuneração das distribuidoras por seus custos de manutenção do sistema e fornecimento de iluminação pública nos logradouros.

O fato do consumidor poder escolher a forma como o excedente de energia poderá ser utilizado no caso de mais de uma residência estar cadastrada com o mesmo CPF ou em uma Cooperativa também é vantajoso para o consumidor/gerador, pois com a forma apenas de pré-estabelecimento de porcentagem para cada residência pode ocorrer de uma delas consumir mais que o disponível para compensação dentro da sua porcentagem pré-estabelecida e ter que pagar pelo excedente que consumiu enquanto outra não consumiu toda a energia compensada dentro da porcentagem estabelecida para ela e gerar créditos. Neste caso, o consumidor/gerador terá que pagar por parte da energia consumida mesmo tendo créditos a serem utilizados posteriormente.

A Lei 14.300 também ampliou as possibilidades de compartilhamento da energia excedente, o que também é benéfico para o consumidor/gerador de MMGD.

Como maior desvantagem da Lei para o consumidor/gerador pode-se destacar o fato de que ele terá que pagar a parcela da energia compensada referente à distribuição, o chamado fio B, o que antes não ocorria. Apesar desta desvantagem, a instalação de um sistema de MMGD continuará sendo vantajosa para os consumidores/geradores que o instalarem, pois os custos da instalação continuarão sendo pagos ao longo do tempo pela redução das contas de energia elétrica, apenas levará mais tempo para que isso ocorra em relação ao que ocorre no presente, segundo os critérios em vigor conforme estabelecido pela RN482/2012.

Também pode-se considerar uma desvantagem para o consumidor gerador de MMGD o fato de que os custos de distribuição da energia compensada eram pagos pelos demais consumidores da rede e agora, com a Lei 14.300 eles são englobados temporariamente pela CDE, o que na prática faz com que o consumidor/gerador também pague uma parcela dela. Apesar deste fato ser desvantajoso para o gerador/consumidor, ele é mais justo para os consumidores que não têm MMGD, pois o fato deles terem que pagar pagar sozinhos pelos custos de distribuição de quem tem MMGD era bastante criticado, pois as pessoas que têm MMGD normalmente possuem um poder aquisitivo maior do que aqueles que não têm. Assim, no sistema vigente antes do novo marco legal, havia um efetivo subsídio de todos os consumidores para os geradores.

A seguir será feita uma simulação de um usuário fictício do estado de Minas Gerais que já tenha o sistema instalado com outro que tenha o mesmo consumo mensal mas instale o sistema após o dia 06 de janeiro de 2023.

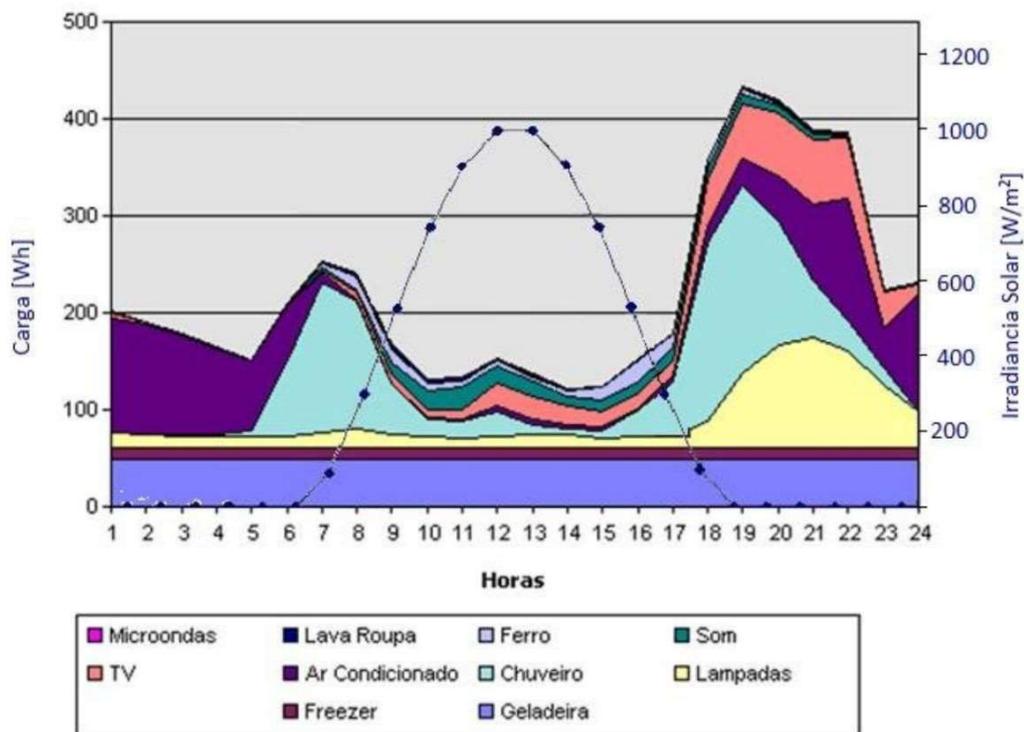
6.3 Simulação de custos com a conta de energia elétrica após a implementação da Lei 14.300/2022

Para melhor compreensão dos efeitos do Marco Legal da MMGD será feito um comparativo entre um consumidor/gerador fictício da cidade de Governador Valadares, Minas Gerais, que já tem o sistema de MMGD instalado, outro também fictício e da mesma cidade que instale o sistema a partir do dia 07 de janeiro de 2023 e um terceiro consumidor que não tem o sistema MMGD.

De acordo com o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE, 2022), o consumo médio de energia elétrica nas residências brasileiras é de 152,2 kW.h/mês, mas chega a atingir o valor de 273,1 kW.h/mês na região Sul. Considerando que as pessoas que instalam um sistema de MMGD têm um poder aquisitivo maior, será considerado que o consumidor sem MMGD e os dois consumidores/geradores fictícios tenham um consumo mensal de 250 kW.h. A geração de energia pelos sistemas fotovoltaicos ocorre durante o dia, sendo o pico entre 12h00 e 13h00, e o maior consumo residencial ocorre fora desses horários, conforme pode ser observado na Figura 6, que apresenta na curva pontilhada a energia gerada pelos sistemas fotovoltaicos em função do horário do dia enquanto as demais curvas mostram o consumo energético de diferentes

equipamentos elétricos nos diferentes horários do dia (curva de carga).

Figura 6: Consumo residencial médio no Brasil e potencial de GD solar.



Fonte: Bajay *et al*, 2018.

Assim, serão consideradas duas situações com geração mensal de 250 kW.h: a primeira onde metade da energia produzida pelos painéis fotovoltaicos seja utilizada no momento da geração e a outra metade seja disponibilizada na rede da Cemig e compensada no mesmo mês nos horários onde a geração não existe ou é insuficiente para suprir a demanda naquele horário e a segunda situação onde apenas 30% da energia produzida pelos painéis fotovoltaicos seja utilizada no momento da geração e o restante 70% seja disponibilizada na rede da Cemig e compensada no mesmo mês nos horários onde a geração não existe ou é insuficiente para suprir a demanda naquele horário. Consumidores/geradores residenciais estão mais próximos da situação 2, enquanto a primeira situação está mais próxima de sistemas de MMGD instalados em pequenas empresas, comerciais ou industriais.

A Equação 1 mostra o cálculo do valor da conta de energia elétrica para consumidores que não possuem sistema de MMGD.

$$C = xkWh \cdot ckWh \cdot \left(1 + \frac{ICMS+PASEP+COFINS+CCIP}{100}\right) \quad (1)$$

Onde:

C: Custo da conta de energia elétrica

xkWh: Quantidade de kW.h consumidos no mês. Nas simulações realizadas nestetrabalho $xkWh = 250$ kW.

ckWh: Custo do kW.h da distribuidora. Nas simulações realizadas neste trabalhockWh = R\$0,65313 (valor cobrado pela Cemig).

ICMS: Porcentagem de ICMS cobrado no estado. Nas simulações realizadas nestetrabalho $ICMS = 18\%$ (valor do ICMS cobrado no estado de Minas Gerais).

PASEP: Porcentagem de PASEP cobrado na região do estado. Nas simulações realizadas neste trabalho $PASEP = 0,73\%$ (valor do PASEP cobrado na região leste do estado de Minas Gerais).

COFINS: Porcentagem de COFINS cobrado na região do estado. Nas simulações realizadas neste trabalho $COFINS = 3,38\%$ (valor do COFINS cobrado na região leste do estado de Minas Gerais).

CCIP: Contribuição de Custeio de Iluminação Pública. Nas simulações realizadas neste trabalho $CCIP = 7\%$ (porcentagem cobrada pela Prefeitura Municipal de Governador Valadares (PMGV) para consumo entre 201 e 300 kW.h/mês (CÂMARA MUNICIPAL DE GOVERNADOR VALADARES - MG, 2002).

Considerando o custo do kW.h da Cemig para consumidor residencial normal de R\$0,65313 (CEMIG, 2022), bandeira verde, o valor do consumo de 250 kW.h para um consumidor que não possui MMGD será de R\$163,28, fora os impostos e encargos. Com a aplicação dos impostos e encargos, ICMS (18%) R\$29,39, PASEP (0,73%) R\$1,19, COFINS (3,38%) R\$5,52 e CCIP (7%) R\$11,43, tem-se um total de R\$210,81, o que implica em um custo final para o consumidor de 0,84 R\$/kWh.

A Equação 2 mostra o cálculo do valor da conta de energia elétrica para consumidores que possuem sistema de MMGD homologado até 06/01/2023.

$$C = ckWh \cdot \left[CD \cdot \left(1 + \frac{ICMS+PASEP+COFI}{100} \right) + xkWh \cdot \frac{PC}{100} \cdot \left(\frac{ICMS+PASEP+C}{100} \right) \right] \quad (2)$$

Onde:

CD: Quantidade de kW.h cobrada como custo de disponibilidade. Nas simulações realizadas neste trabalho *CD* = 50 kW.h (sistemas bifásicos da distribuidora Cemig).

PC: Porcentagem de energia compensada recebidos da distribuidora. Nas simulações realizadas neste trabalho *PD* = 50% na situação 1 e 70% na situação 2.

O consumidor/gerador com a MMGD homologada até 06 de janeiro de 2022 pagará mensalmente, até o final de 2045, apenas o valor do custo de disponibilidade, 50 kW.h para sistemas bifásicos, R\$32,66, e os impostos referentes a este custo de disponibilidade e à porcentagem de energia compensada recebidos da distribuidora. Na situação 1 o custo fica em R\$57,93 e na situação 2 R\$65,15.

Finalmente, a Equação 3 mostra o cálculo para um consumidor/gerador com a MMGD homologada a partir de 07/01/2023, que pagará mensalmente os impostos da energia compensada acrescido da porcentagem do valor da TUSD estabelecida pelo artigo 27 da Lei 14.300/2022, bem como impostos e encargos correspondentes. Caso o valor calculado pela equação 3 seja menor do que o valor calculado pela equação 2, será cobrado o valor calculado pela equação 2, que corresponde ao custo da disponibilidade mais impostos.

$$C = xkWh \cdot ckWh \left\{ \frac{PC}{100} \left[\frac{ICMS+PASEP+COFI}{100} + \frac{TUSD}{100} \cdot \frac{I}{100} \left(1 + \frac{ICMS+PASEP+COFINS}{100} \right) \right] + \frac{CCIP}{100} \right\} \quad (3)$$

Onde:

TUSD: Porcentagem de Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição cobrado no estado. Nas simulações realizadas neste trabalho *TUSD* = 30,9% (porcentagem cobrada pela Cemig).

I: Porcentagem da TUSD cobrada no período de transição estabelecida pelo

artigo27 da Lei 14.300/2022.

A Tabela 1 apresenta os valores das contas de energia elétrica para estes três consumidores fictícios ao longo do tempo e com as duas situações de compensação analisadas, considerando que na Cemig o valor da TUSD corresponde a 30,9% do valor do kW.h, ou seja R\$0,20181717.

Tabela 1 - Comparativo entre sistemas sem ou com MMGD.

Ano	Valor da conta de energia elétrica (R\$)				
	Sem MMGD	MMGD instalada até 06/01/2023 com 50% de energia compensada	MMGD instalada até 06/01/2023 com 70% de energia compensada	MMGD instalada após 07/01/2023 com 50% de energia compensada	MMGD instalada após 07/01/2023 com 70% de energia compensada
2023	210,81	57,93	65,15	57,93	65,15
2024	210,81	57,93	65,15	57,93	65,15
2025	210,81	57,93	65,15	57,93	65,15
2026	210,81	57,93	65,15	57,93	65,15
2027	210,81	57,93	65,15	57,93	69,05
2028	210,81	57,93	65,15	57,93	75,52
2029 ou 2031	210,81	57,93	65,15	60,29	79,83
2046	210,81	60,29	79,83	60,29	79,83

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Vale ressaltar que os valores apresentados na Tabela 1 são apenas uma análise simplificada, para consumidores da Cemig na cidade de Governador Valadares no leste do estado de Minas Gerais, já que as porcentagens de impostos e taxa de iluminação pública variam conforme a região do estado e a

cidade, além de não levarem em consideração a inflação e/ou possíveis reajustes de tarifas ou variação de percentual da TUSD que podem ocorrer com o passar dos anos.

Analisando-se os resultados apresentados na Tabela 1 verifica-se que para os consumidores da situação 1 com sistema de MMGD homologado após o dia 06/01/2023 o valor pago na conta de energia elétrica só aumentará a partir de 2029, sendo que este aumento será de apenas 4,1%. Já os consumidores da segunda situação terão um aumento da conta a partir de 2027, sendo que a partir de 2029 este aumento representará 22,5% a mais em relação aos consumidores/geradores que tenham o sistema de MMGD homologado até 06/01/2023. Estes últimos só terão este reajuste a partir de 2046.

Atualmente, de acordo com pesquisas feitas no mercado, a instalação de um sistema de MMGD fotovoltaica com produção mensal média de 250 kW.h tem um custo em torno de R\$15.000,00, que é o valor que será utilizado aqui como referência². Considerando quem tem o sistema homologado até 06/01/2023 e com 50% de energia compensada, a economia mensal na conta de energia elétrica será de R\$152,88 até 2045 e conseqüentemente em 98 meses, ou seja, 8 anos e 2 meses, o investimento na instalação do sistema estará pago. Como a vida útil de um painel fotovoltaico é de aproximadamente 25 anos, a instalação do sistema é muito vantajosa nessa situação. Para os que têm 70% de energia compensada, a economia mensal será de R\$145,86 até 2045 e conseqüentemente em 103 meses, ou seja, 8 anos e 7 meses, o investimento na instalação do sistema estará pago, o que também é muito vantajoso. Para os consumidores/geradores que homologarem seus sistemas após 06/01/2023 e tiverem 50% de compensação a economia mensal, a partir de 2029, será de R\$150,52, o que levará 100 meses para cobrir o investimento, ou 8 anos e 4 meses, ou seja, levará somente 2 meses a mais do que quem já tenha o sistema homologado até 06/12/2023. Já aqueles com 70% de energia compensada, a economia será de R\$130,98 e levará 115 meses para pagar o investimento, ou seja, 9 anos e 7 meses, o que continua vantajoso considerando a vida útil dos painéis.

² Os custos com a instalação de sistemas de MMGD fotovoltaicos têm sofrido reduções ano a ano, porém neste trabalho será utilizado apenas valores do momento em que ele foi escrito.

7. CONCLUSÃO

O Marco Legal da Micro e Mini Geração Distribuída, Lei 14.300/2022, representa um fato muito importante para o setor por trazer segurança jurídica para investidores e consumidores/geradores. Anteriormente o setor era regulamentado apenas pela Resolução Normativa nº 482/2012, o que gerava insegurança, pois uma resolução pode ser alterada a qualquer momento apenas pelo órgão regulador enquanto uma lei só pode ser modificada por outra lei que tem que tramitar pelo Congresso Nacional e ser sancionada pelo Presidente da República.

Nota-se com a realização deste trabalho que a implementação da Lei traz mudanças significativas para os consumidores/geradores de MMGD, principalmente com relação ao SCEE, mudando consideravelmente a maneira como os valores das contas de energia elétrica são calculados. Percebe-se através das simulações realizadas que as pessoas que instalarem o sistema a partir de 07/01/2023 terão os valores de suas contas majorados a partir do final do regime de transição, que ocorrerá até o final de 2028, entretanto este aumento não será tão significativo, fazendo com que a instalação do sistema de MMGD de energia solar fotovoltaica continue gerando economia, pois os custos para a instalação do sistema serão totalmente pagos antes da metade da vida útil do sistema.

Vale ressaltar que as simulações, cálculos e análises apresentadas neste trabalho são simplificadas, não representando a totalidade de formas como os valores das contas de energia elétrica podem ser calculadas, apenas alguns poucos casos particulares. Apesar disso, a análise aqui apresentada pode servir como uma referência para cálculos em outras regiões onde os valores de TUSD, impostos e encargos são diferentes e também com diferentes valores de consumo e compensação mensais.

Como sugestão para trabalho futuro pode ser realizado um estudo de caso com a implantação do sistema após 06/01/2023, com orçamento correto da instalação e análise real da porcentagem de energia compensada dentro do próprio mês ou na forma de créditos, calculando-se o tempo de retorno do investimento (*pay-back*) levando-se em consideração aumentos dos valores de energia elétrica ao longo deste período e considerando-se também que o valor investido na instalação do sistema poderia ter sido aplicado em outro tipo de investimento e ter gerado dividendos ao longo do período de retorno do investimento.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **ANEEL debaterá custeio da geração distribuída por meio da CDE e dos processos tarifários.** 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/aneel-debatera-custeio-da-geracao-distribuida-por-meio-da-cde-e-dos-processos-tarifarios>>. Acesso em: 28 nov. 2022.

ANEEL. **Custo da energia que chega aos consumidores.** 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/custo-da-energia-que-chega-aos-consumidores>>. Acesso em : 04 nov. 2022.

ANEEL. **Regulação do novo marco legal de micro e minigeração distribuída entra em consulta pública.** 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/regulacao-do-novo-marco-legal-de-micro-e-minigeracao-distribuida-entra-em-consulta-publica>>. Acesso em: 27 nov. 2022.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012.** Brasília-DF: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2012. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2020/08/REN-482_2012.pdf> Acesso em: 21 ago. 2022.

BABAJ, Sérgio *et al.* **Geração distribuída e eficiência energética:** Reflexões parao setor elétrico de hoje e do futuro. Campinas: IEI, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/323547849_Geracao_distribuida_e_eficiencia_energetica_Reflexoes_para_o_setor_eletrico_de_hoje_e_do_futuro> Acesso em 23/12/2022.

BALESTIERI, José Antônio Perrella. **Geração de energia sustentável.** São Paulo: Editora Unesp, 2014.

BERTOI, E. F. **Análise dos incentivos à microgeração distribuída sob a perspectiva da viabilidade econômica dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede.** 68 fl. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia

Elétrica) – Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

BRASIL. **DECRETO nº 5.163, de 30 de julho de 2004.** Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <[www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2004/decreto-5163-30-julho-2004-533148-norma-atualizada-pe.pdf](http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2004/decreto-5163-30-julho-2004-533148-norma-5163-30-julho-2004-533148-norma-atualizada-pe.pdf)>. Acesso em 24 set. 2022.

BRASIL. **DECRETO nº 8.401, de 4 de fevereiro de 2015.** Dispõe sobre a criação da Conta Centralizadora dos Recursos de Bandeiras Tarifárias e altera o Decreto nº 4.550, de 27 de dezembro de 2002, e o Decreto nº 5.177, de 12 de agosto de 2004. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/decreto/d8401.htm>. Acesso em 24 set. 2022.

BRASIL. **LEI 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. 2022. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14300.htm>. Acesso em 12 jul. 2022.

BRASIL. **LEI Nº 9.427, DE 26 DE DEZEMBRO DE 1996.** Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9427compilada.htm>. Acesso em 28 out. 2022.

BRASIL. **Projeto de Lei 5.829/2019.** 2019. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9017948&ts=1661949287157&disposition=inline>>. Acesso em: 04 nov. 2022.

CÂMARA MUNICIPAL DE GOVERNADOR VALADARES - MG. **Lei Complementar nº 43/2002.** Dispõe sobre a cobrança de contribuição para o custeio dos Serviços de Iluminação pública e dá outras providências - CCSIP - (CEMIG). 2002. Disponível em: <<https://www.legislador.com.br/LegislatorWEB.ASP?WCI=LeiTexto&ID=344>>

&inEspe cieLei=2&nrLei=43&aaLei=2002&dsVerbete=>. Acesso em 29 dez. 2022.

CEMIG. **Valores de tarifas e serviços**. 2022. Disponível em: <<https://www.cemig.com.br/atendimento/valores-de-tarifas-e-servicos/>>. Acesso em 23/12/2022.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO (EPE). **Balço Energético Brasileiro 2013**. Brasília, 2013. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/publicacoes/balanco-energetico-nacional/5-edicoes-antiores/5-10-ben-2013-ano-base-2012pdf.pdf/-view>> Acesso em: 22 jul. 2022.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO (EPE). **Balço Energético Brasileiro 2018**. Brasília, 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/publicacoes/balanco-energetico-nacional/5-edicoes-antiores/ben-2018-ab-2017.pdf/view>> Acesso em: 12 jul. 2022.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO (EPE). **Balço Energético Brasileiro 2022**. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-638/BEN2022.pdf>> Acesso em: 22 jul. 2022.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO (EPE). **Matriz energética e elétrica**. Brasília 2022. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 12 jul. 2022.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO (EPE). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2031**. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-607/topico-609/Relatorio_PDE2031_ConsultaPublica.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2022.

GOETZE, Felipe. **Projeto de microgeração fotovoltaica residencial: Estudo de caso**. 2017. Projeto de Diplomação (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

GOLDEMBERG, José. **Energia e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Blucher, 2010.

INDEX MUNDI. **Comparação entre Países: Consumo de eletricidade per capita**. 2022. Disponível em: <<https://www.indexmundi.com/g/r.aspx?v=81000&l=pt>>, Acesso em: 27 dez. 2022.

LABEEE. **Usos Finais de Energia Elétrica no Setor Residencial Brasileiro**, 2022. Disponível em: <<https://labeee.ufsc.br/node/480#:~:text=Observou-se%20que%20o%20consumo,3%20kWh%2Fmês%20no%20inverno>>. Acesso em: 23 dez. 2022.

LORENZO, H. de C., **O setor elétrico brasileiro: passado e futuro**. In: Revista de Ciências Sociais Perspectivas. São Paulo: Unesp, 2001/2002, vol. 24/25. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/perspectivas/article/view/406>>. Acesso em: 28 out. 2022.

MAIA, Doralice Sátyro; LIMA, Yure Silva; GOMES, Luciana de Carvalho. **Energia solar em habitações populares: uma experiência na política habitacional brasileira**. In: Simposio Internacional de la Historia de la Electrificación, 5º, 2019, Barcelona: Geocrítica, 2019.

NEVES, Lívia. **O que muda com o Novo Marco Legal de Geração Distribuída?** 2022. Disponível em: <<https://www.way2.com.br/blog/marco-regulatorio-geracao-distribuida/>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

PEREIRA, Reuler Cardoso. **Políticas públicas para expansão da energia solar fotovoltaica: um estudo dos principais programas de incentivo da tecnologia no Brasil**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia

Elétrica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Itumbiara, 2019.

PINHO, João Tavares e GALDINO, Marco Antônio. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL – CRESESB, 2014.

SILVA, Jekiston de Souza. **Alterações no crescimento diamétrico da espécie arbórea *Eschweilera tenuifolia* (O. Berg) Miers (Lecythidaceae) em relação com a implantação de uma hidrelétrica na Amazônia Central**. 2017. Relatório final de Iniciação Científica - Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia. 2017.

SOLARVOLT. **A revisão da Resolução Normativa nº 482 da ANEEL: Entenda**. 2019. Disponível em: <[UNIVERSAL AUTOMAÇÃO. **Entenda o Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede \(On Grid\)**. Inhumas-GO, 2018. Disponível em: <<http://www.universalautomacao.com.br/post/sistema-fotovoltaico-energia-solar.html>>. Acesso em: 25 set. 2022.](http://www.solarvoltenergia.com.br/blog/a-revisao-da-resolucao-normativa-n-482-da-aneel-entenda/#:~:text=Em%20resumo%2C%20no%20processo%20de,transmiss%20e%20distribui%20da%20energia.> Acesso em: 27 nov. 2022.</p></div><div data-bbox=)

VASCONCELOS, V. B. Estudo de implantação de um sistema de microgeração distribuída residencial. In: **XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, COBENGE, 2013. Disponível em: <http://www.fadep.br/engenharia-eletrica/congresso/pdf/118369_1.pdf> Acesso em: 28 out. 2022.