UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROJETO DE GRADUAÇÃO

FLÁVIA ABDALLA TIRADENTES DE SOUZA

NOVO MARCO LEGAL DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: ESTUDO DE CASO DE TRÊS UNIDADES CONSUMIDORAS E ANÁLISE DOS PRINCIPAIS IMPACTOS CAUSADOS PELA LEI 14.300

VITÓRIA
2022

FLÁVIA ABDALLA TIRADENTES DE SOUZA

NOVO MARCO LEGAL DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: ESTUDO DE CASO DE TRÊS UNIDADES CONSUMIDORAS E ANÁLISE DOS PRINCIPAIS IMPACTOS CAUSADOS PELA LEI 14.300

Parte manuscrita do Projeto de Graduação do aluno **Flávia Abdalla Tiradentes de Souza**, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Profa. Dra. Tiara Rodrigues Smarssaro de Freitas
Coorientador: Prof. Dr. Augusto César Rueda Medina

VITÓRIA
2022

FLÁVIA ABDALLA TIRADENTES DE SOUZA

NOVO MARCO LEGAL DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: ESTUDO DE CASO DE TRÊS UNIDADES CONSUMIDORAS E ANÁLISE DOS PRINCIPAIS IMPACTOS CAUSADOS PELA LEI 14.300

Parte manuscrita do Projeto de Graduação do aluno **Flávia Abdalla Tiradentes de Souza**, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Aprovada em *10* de *fevereiro* de *2023*.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
TIARA RODRIGUES SMARSSARO DE FREITA
Data: 17/02/2023 13:20:41-0300
Verifique em https://verificador.iti.br

Profa. Dra. Tiara Rodrigues Smarssaro Freitas
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Documento assinado digitalmente
AUGUSTO CESAR RUEDA MEDINA
Data: 17/02/2023 10:30:34-0300
Verifique em https://verificador.iti.br

Prof. Dr. Augusto Cesar Rueda Medina
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientador

Documento assinado digitalmente
JUSSARA FARIAS FARDIN
Data: 17/02/2023 10:15:15-0300
Verifique em https://verificador.iti.br

Dra. Jussara Farias Fardin
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador

Documento assinado digitalmente
THIAGO SALES ROCHA
Data: 17/02/2023 12:26:56-0300
Verifique em https://verificador.iti.br

Thiago Sales Rocha
Eklos Engenharia
Examinador

À Deus e meus pais, que me incentivam nas minhas decisões, me encorajam a seguir meus sonhos e não me deixam desistir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, à Deus, que sempre me deu forças para seguir buscando meu sonho. Agradeço também aos meus colegas de graduação, que estiveram comigo em todos os momentos, sendo eles bons ou ruins, e me ajudaram a passar por todos os obstáculos até quando eu mesma achei que não conseguiria. À minha família e amigos por sempre acreditarem que eu seria capaz, e aos professores Tiara Smarssaro e Augusto Rueda, que se disponibilizaram a me auxiliar neste projeto e me deram todo o apoio sempre que necessitei.

RESUMO

A geração distribuída é uma forma alternativa de se obter energia elétrica, na qual a energia é gerada junto ou próximo dos consumidores, e o excedente dessa produção é injetado na rede elétrica ou distribuído para outras unidades consumidoras. A energia fotovoltaica faz uso da iluminação solar para gerar energia através de placas solares instaladas em telhados, solos e outras superfícies, e vem ganhando cada vez mais adeptos no mundo, visto que é uma alternativa mais econômica e sustentável. Em 2012, ocorreu o primeiro marco regulatório da geração distribuída no Brasil, que regularizou esse tipo de geração de energia, que foi revisado novamente em 2015, e, em janeiro de 2022, um novo marco legal foi sancionado, a Lei 14.300, que instituiu o Novo Marco Legal da Geração Distribuída e algumas alterações foram feitas. Este trabalho analisa as faturas de energia de três unidades consumidoras do grupo B, faturadas de acordo com o que estabelecia a antiga Resolução Normativa e que estabelece a nova Lei 14.300 a cada ano do escalonamento proposto, e apresenta a viabilidade econômica da instalação do projeto durante os 6 anos de transição, com parâmetros de *payback* e retorno financeiro. Além disso, é feita uma análise de financiamento para instalação do sistema no primeiro ano de vigência da Lei. Ao final, conclui-se quais são os impactos econômicos do Novo Marco Legal da Geração Distribuída aos consumidores e o que é mais viável economicamente para o consumidor, fazer um financiamento logo no primeiro ano ou aguardar para instalar o sistema futuramente.

Palavras-chave: Geração distribuída. Energia solar. Novo Marco legal. Lei 14.300.

ABSTRACT

Distributed generation is an alternative way of obtaining electricity, in which energy is generated with or close to consumers, and the surplus of this production is injected into the electricity grid or distributed to other consumer units. Photovoltaic energy makes use of solar lighting to generate energy through solar panels installed on roofs, soils and other surfaces, and has been gaining more and more fans around the world, as it is a more economical and sustainable alternative. In 2012, the first regulatory framework for distributed generation took place in Brazil, which regularized this type of power generation, which was revised again in 2015, and, in January 2022, a new legal framework was enacted, Law 14,300, which established the New Legal Framework for Distributed Generation and some changes were made. This paper analyzes the energy bills of three consumer units in group B, billed in accordance with the old Normative Resolution and the new Law 14,300 for each year of the proposed schedule, and presents the economic viability of installing the project during the 6 years of transition, with payback parameters and financial return. In addition, a financing analysis is made for the installation of the system in the first year of the Law. In the end, it is concluded what are the economic impacts of the New Legal Framework for Distributed Generation on consumers and what is more economically viable for the consumer, to finance in the first year or to wait to install the system in the future.

Keywords: Distributed generation. Solar energy. New Legal Framework. Law 14,300.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de Geração Fotovoltaica 22
Figura 2 - Aumento da capacidade global de energia solar instalada em GW.....24

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantidade anual de conexão de geração distribuída no Brasil 23
Gráfico 2 - Valores das faturas da UC 1 ao longo dos anos 40
Gráfico 3 - Valores das faturas da UC 2 ao longo dos anos 41
Gráfico 4 - Valores das faturas da UC 3 ao longo dos anos 42
Gráfico 5 - Tempos de *payback* obtidos pela UC 1 44
Gráfico 6 - Tempos de *payback* obtidos pela UC 2 45
Gráfico 7 - Tempos de *payback* obtidos pela UC 3 46
Gráfico 8 - Retorno Financeiro obtido pela UC 1 47
Gráfico 9 - Retorno Financeiro obtido pela UC 2 48
Gráfico 10 - Retorno Financeiro obtido pela UC 3 48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição do consumo de energia da UC 1 sob regras da Resolução Normativa 482 36
Tabela 2 - Descrição dos tributos na fatura da UC 1 sob regras da Resolução Normativa 482 37
Tabela 3 - Descrição do consumo de energia da UC 2 sob regras da Resolução Normativa 482 37
Tabela 4 - Descrição dos tributos na fatura da UC 2 sob regras da Resolução Normativa 482 38
Tabela 5 - Descrição do consumo de energia da UC 3 sob regras da Resolução Normativa 482 38
Tabela 6 - Descrição dos tributos na fatura da UC 3 sob regras da Resolução Normativa 482 39
Tabela 7 - Análise da fatura da UC 1 sob regras da Lei 14.300 40
Tabela 8 - Análise da fatura da UC 2 sob regras da Lei 14.300 41
Tabela 9 - Análise da fatura da UC 3 sob regras da Lei 14.300 42
Tabela 10 - Análise dos valores de *payback* obtido pela UC 1 durante escalonamento.43
Tabela 11 - Análise do valor de *payback* obtido pela UC 2 durante escalonamento ...44
Tabela 12 - Análise do valor de *payback* obtido pela UC 3 durante escalonamento ...45
Tabela 13 - Análise do retorno financeiro obtido pela UC 1 durante escalonamento ..46
Tabela 14 - Análise do retorno financeiro obtido pela UC 2 durante escalonamento ..47
Tabela 15 - Análise do retorno financeiro obtido pela UC 3 durante escalonamento ..48
Tabela 16 - Valores de financiamento das UCs 49
Tabela 17 - Valores corrigidos para instalação de um sistema fotovoltaico 49
Tabela 18 - Valores totais das faturas sob regras da Resolução Normativa 482 50
Tabela 19 - Valores totais das faturas sob regras da Lei 14.300 50
Tabela 20 - Valores de *payback* e retorno financeiro bruto sob regras da Resolução Normativa 482 50
Tabela 21 - Valores de *payback* das UCs sob regras da Lei 14.300 51
Tabela 22 - Valores de retorno financeiro bruto das UCs sob regras da Lei 14.300 51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo das principais mudanças trazidas pela Lei 14.300 27
Quadro 2 - Informações das unidades consumidoras 33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GD	Geração Distribuída
UC	Unidade Consumidora
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
PIS	Programa de Integração Social
COFINS	Contribuição Para o Financiamento da Seguridade Social
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
TE	Tarifa de Energia
SCEE	Sistema de Compensação de Energia Elétrica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17

2 JUSTIFICATIVAS 20

3 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICO 21

3.1 Objetivo Geral 21

3.2 Objetivos Específicos 21

4 REFERENCIAL TEÓRICO 22

4.1 Geração Distribuída Fotovoltaica 22

4.1.1 Geração Distribuída Fotovoltaica no Brasil 23

4.1.2 Geração Distribuída Fotovoltaica no Mundo 23

4.2 Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 25

4.3 Resolução Normativa ANEEL nº 687/2015 25

4.4 Novo Marco Legal da Geração Distribuída: Lei 14.300 26

4.5 Composição tarifária 29

4.5.1 Bases de cálculo de PIS/COFINS e ICMS 30

4.6 Indicadores financeiros 30

4.6.1 *Payback* 30

4.6.2 Retorno Financeiro Bruto 31

4.7 Financiamento solar 32

5 METODOLOGIA E ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO 33

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES 36

6.1 Análise sob regras da Resolução Normativa 482/2012 36

6.1.1 Fatura correspondente à UC 1 36

6.1.2 Fatura correspondente à UC 2 37

6.1.3 Fatura correspondente à UC 3 38

6.2 Análise da fatura sob vigência do Novo Marco Legal 39

6.2.1 Análise das faturas da UC 1 39

6.2.2 Análise das faturas da UC 2 41
6.2.3 Análise das faturas da UC 3 42
6.3 Análise de viabilidade financeira 43
6.3.1 *Payback* 43
6.3.2 Retorno Financeiro 46
6.3.3 Financiamento solar 48
6.4 Tabelas comparativas dos valores obtidos 50

7 CONCLUSÃO 52

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 54

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica se tornou um recurso de extrema importância para a sobrevivência da humanidade nos dias de hoje. Desde as atividades mais simples até as tecnologias mais avançadas requerem o uso de eletricidade em suas mais amplas aplicações (SCHRIEFER, 2022).

Desde a pré história, o homem busca novas maneiras de reduzir seu esforço e trazer mais conforto ao seu modo de viver e, grande parte dessa busca envolve o uso de fontes de energia. O domínio da técnica do fogo, a invenção da roda e tantas outras descobertas foram cruciais para a melhoria da alimentação, segurança e transporte do ser humano (SCHRIEFER, 2022).

Depois de milhares de anos, durante a Primeira Revolução Industrial, surgiram as máquinas à vapor, e desde então houve um crescimento exponencial na procura de fontes de energia com objetivo de alimentar essas máquinas. Os combustíveis fósseis – carvão, petróleo e gás natural – evoluíram expressivamente nessa época, e são utilizados até os dias de hoje. Em consequência disso, no final do século XX, temas como aquecimento global, desmatamento de florestas e emissões de gás carbônico na atmosfera começaram a ser debatidos com mais frequência, contribuindo para um maior interesse em fontes de energia renováveis (SCHRIEFER, 2022).

As fontes de energia renováveis provêm de recursos naturais renováveis, como o sol, ventos, matéria orgânica, cursos d’água e oceanos. Elas também são chamadas de fontes de energia alternativas, pois apresentam uma alternativa menos poluente se comparadas aos combustíveis fósseis (PEREIRA, 2019).

A energia renovável mais promissora atualmente é a energia fotovoltaica, pois utiliza de um recurso em abundância para todos os seres humanos, a luz solar. Países como Alemanha, Estados Unidos e alguns do Oriente Médio são pioneiros na exploração do potencial solar para a produção de energia elétrica. (SCHRIEFER, 2022)

A Geração Distribuída (GD), de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), é uma forma de geração de energia elétrica na qual os consumidores podem produzir sua própria energia por meio de fontes renováveis, podendo injetar o excedente dessa geração na rede elétrica (Agência Nacional de Energia Elétrica, 2015).

De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar), a geração solar distribuída atingiu a marca de 9 GW em operação no Brasil. Segundo a entidade, o país possui, atualmente, mais de 828 mil sistemas fotovoltaicos conectados à rede, beneficiando mais de 1 milhão de unidades consumidoras (PORTAL SOLAR, 2022).

O primeiro marco regulatório brasileiro que diz respeito à GD ocorreu em 17 de abril de 2012. A Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 concedeu o direito aos consumidores de gerar sua própria energia por meio de geração qualificada ou fontes renováveis. A legislação também incluía o direito de fornecer o excedente da energia gerada para a rede de distribuição. Mais tarde, em 2015, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 687/2015, revisando a Resolução Normativa de 2012. Nela, fica estabelecido que centrais geradoras com potência instalada até 75 kW se enquadram na microgeração distribuída, e aquelas com potência instalada acima de 75 kW até 5 MW se enquadram na minigeração distribuída. Caso a quantidade de energia gerada em determinado mês for superior à energia consumida naquele período, o consumidor fica com créditos que podem ser utilizados nas faturas dos meses seguintes, com validade de até 60 meses. Esses créditos também podem ser usados em faturas de outras unidades consumidoras do mesmo titular, em uma área de atendimento de uma mesma distribuidora. Em situações onde a instalação da GD ocorre em condomínios, a energia gerada pode ser repartida entre os condôminos (ANEEL, 2015).

No dia 06 de janeiro de 2022 foi sancionada a Lei 14.300, que estabelece o novo marco legal da geração distribuída no Brasil. Algumas mudanças foram feitas pela nova Lei, como por exemplo a forma como é feita a compensação da energia gerada e mudanças na distribuição de créditos de energia. Consumidores que já fazem uso do sistema e novos entrantes em até 12 meses após a publicação da Lei 14.300 permanecem sob as regras da Resolução Normativa 482 até 31 de dezembro de 2045. Para novos

consumidores, a lei propõe uma transição gradual de 6 anos, em que o pagamento das componentes tarifárias cresce ao longo do tempo (RUBIM, 2022).

Este trabalho realiza um estudo de caso de três unidades consumidoras com diferentes padrões de consumo e apresenta, do ponto de vista financeiro, os impactos da implementação da Lei 14.300 nos projetos de geração fotovoltaica.

2 JUSTIFICATIVAS

A energia solar fotovoltaica apresenta uma taxa de crescimento cada vez mais elevada. Mesmo com a pandemia do COVID-19, situação em que muitos mercados perderam drasticamente suas forças, mais da metade da capacidade total instalada de geração solar distribuída foi instalada entre 2020 e 2021, de acordo com a ANEEL. Com a lei 14.300, esse crescimento pode se manter cada vez mais presente (Agência Nacional de Energia Elétrica, 2022).

Desde o momento em que a Lei 14.300 foi aprovada, muitos consumidores se encontraram perdidos ao tentar entender como a nova Lei seria aplicada e como seria faturada a energia gerada por novos consumidores do Sistema de Compensação de Energia Elétrica. O fato da Lei 14.300 determinar o pagamento da TUSD Fio B pode intimidar novos entrantes do sistema que não sabem qual será o impacto dessa tarifa no valor final da fatura de energia. Sabe-se que a economia gerada e o retorno financeiro influenciam diretamente na tomada de decisão do consumidor em instalar um sistema de geração fotovoltaico, e por esse motivo é de extrema importância que ele saiba como a Lei 14.300 afeta o valor a ser pago na fatura de energia após a instalação.

Dessa forma, esse trabalho tem como principal objetivo esclarecer quais são as maiores mudanças ocasionadas pelo novo Marco Legal da Geração Distribuída nas faturas de energia de três unidades consumidoras distintas.

3 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICO

3.1 Objetivo geral

O objetivo geral desse trabalho é apresentar os efeitos do novo Marco Legal da Geração Distribuída, do ponto de vista econômico, para o consumidor que pretende gerar a própria energia com um sistema de geração fotovoltaico.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar as principais diferenças entre os dois regulamentos.

- Avaliar a diferença de viabilidade econômica após a aplicação da nova legislação e apresentar conclusões a respeito do impacto do Novo Marco Legal.

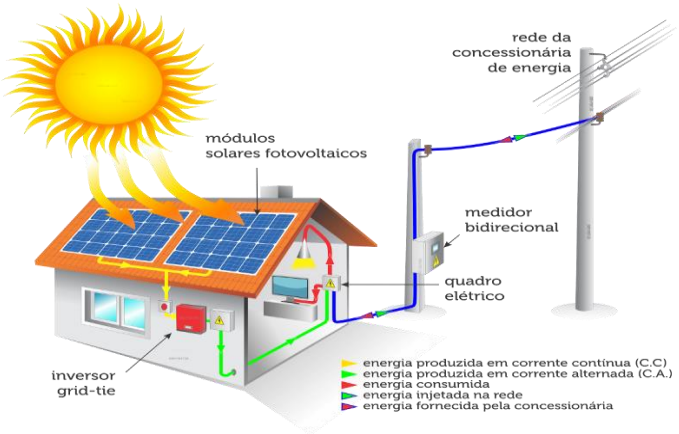
4 REFERENCIAL TEÓRICO

A grande economia proporcionada e a preocupação com o meio ambiente e os gases de efeito estufa fizeram com que a Geração Distribuída desse um grande salto de crescimento em esfera mundial. Dados da ANEEL comprovam que, no Brasil, o número de sistemas instalados praticamente dobra a cada ano desde 2016, seguindo os passos de países como China, Estados Unidos, Japão, Alemanha e Índia, que são grandes líderes no *ranking* do mercado fotovoltaico. Acompanhando esse crescimento, fez-se necessário atualizar e adicionar novos pontos à legislação que regulamenta as instalações de Geração Distribuída (PORTAL SOLAR, 2022).

4.1 Geração distribuída fotovoltaica

A GD (Geração Distribuída) é o nome dado à geração de energia que é consumida no mesmo local onde é gerada, ou próximo a ele. A geração solar é a mais comum por usufruir da luz do sol, que é um recurso presente em abundância em muitos lugares. Nela, a luz solar é captada por módulos fotovoltaicos que a converte em energia elétrica CC e enviam para o inversor. Ao passar pelo inversor, a energia CC é convertida em energia CA e é entregue ao quadro geral da residência. O excedente da energia é entregue à rede de distribuição. Todo o sistema é basicamente composto por módulos fotovoltaicos, um inversor CC/CA, quadros de proteção elétrica, medidores de energia e a própria rede elétrica (BENEDITO, 2009). A Figura 1 esquematiza a conversão da luz solar em energia elétrica para alimentar residências.

Figura 1 – Sistema de Geração Fotovoltaica

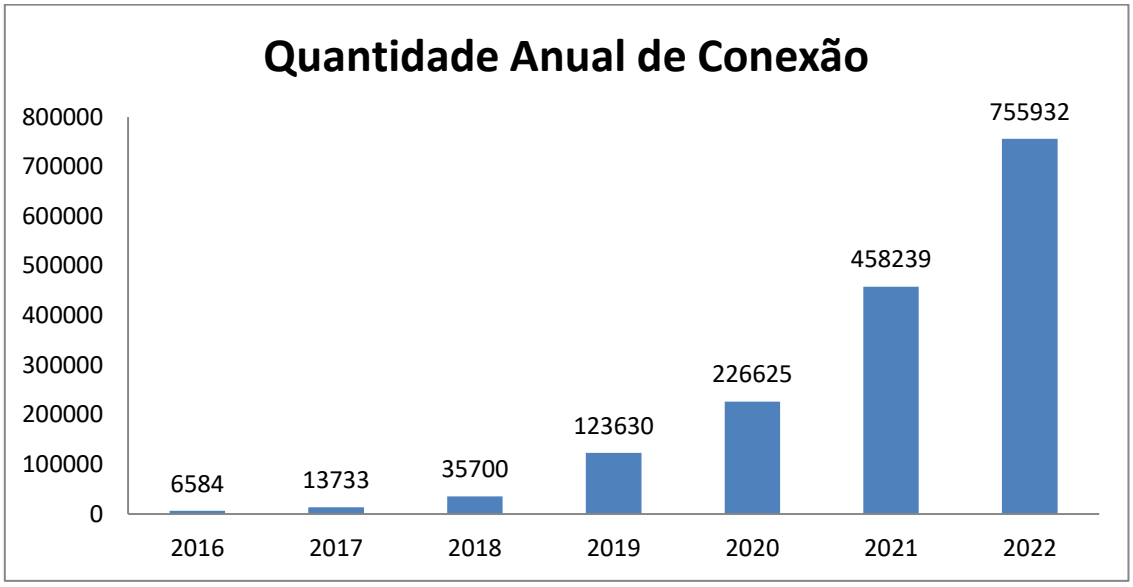


Fonte: Blog Luz Solar, 2021

4.1.1 Geração distribuída fotovoltaica no Brasil

O Brasil possui grande potencial para geração de energia solar. Segundo a ABSOLAR, a fonte de energia solar fotovoltaica representa 7,8% da matriz elétrica brasileira e, dentro dela, 68% representa a geração distribuída. A ANEEL registrou, em 2022, mais de 1.100.000 conexões de geração distribuída em 5.490 municípios brasileiros. Segundo o relatório de geração distribuída da Agência, só no ano de 2022 já são mais de 750.000 novas conexões de geração distribuída fotovoltaica no Brasil. (ANEEL, 2022).

Gráfico 1 – Quantidade anual de conexão de geração distribuída no Brasil.



Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), 2023

4.1.2 Geração distribuída fotovoltaica no mundo

Países como China, Japão, Alemanha e Estados Unidos também são grandes produtores de energia fotovoltaica. A Alemanha espera atingir 100% de energia limpa e renovável até 2050 e os Estados Unidos estima que, esse ano, o uso dessa fonte de energia chegue em 30% da matriz de energia elétrica do país (ABSOLAR, 2022).

A China é uma das maiores consumidoras e produtoras do ramo de energia solar. Os custos para a instalação são menores que em outros países e há incentivo governamental para a utilização desse sistema (PORTAL SOLAR, 2019). Em setembro de 2022, a

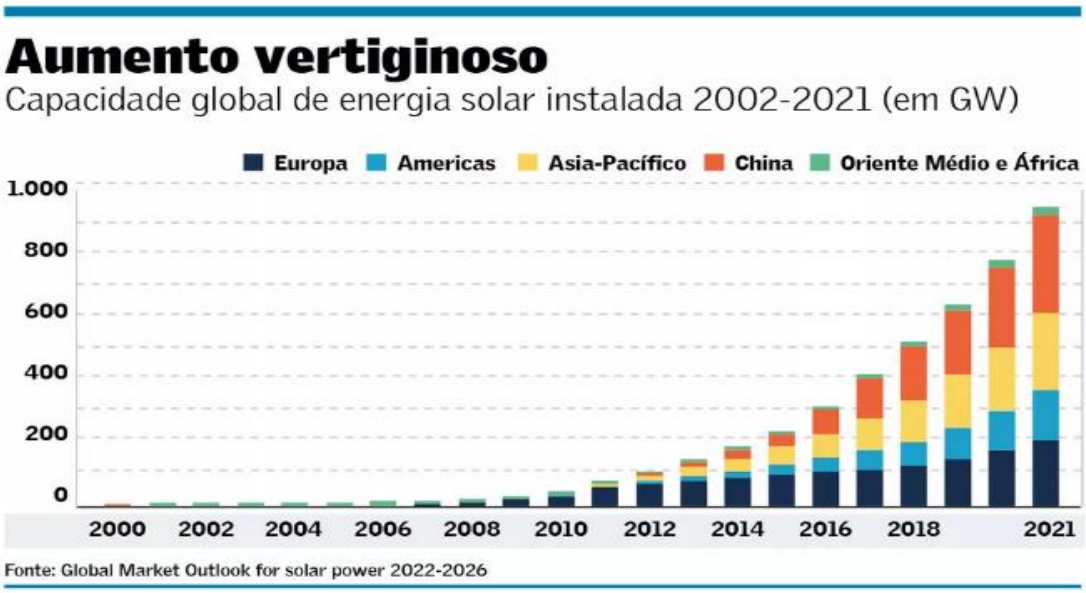
capacidade instalada no país atingiu 360 GW, assumindo a dianteira em relação à geração eólica, que soma 350 GW de capacidade instalada (PORTAL SOLAR, 2022).

Países da Europa e os Estados Unidos também têm voltado seus olhares para a geração de energia fotovoltaica. A Comissão Europeia aprovou a criação da Aliança da Indústria Solar Fotovoltaica, com objetivo de expandir a produção e o desenvolvimento de equipamentos de energia Solar na Europa (PORTAL SOLAR, 2022). Já os Estados Unidos suspenderam tarifas de importação de materiais de energia solar, depois de enfrentar escassez de módulos e ter seu número de instalações drasticamente reduzidos (PORTAL SOLAR, 2022).

A Índia é um dos países que mais investem em energias renováveis, com a finalidade de substituir sua principal fonte de energia atualmente, o carvão. A expectativa é de que, até 2030, o país já esteja gerando cerca de 100 GW de potência em energia fotovoltaica (PORTAL SOLAR, 2019).

A Figura 2 mostra o crescimento da capacidade global instalada em energia solar.

Figura 2 – Aumento da capacidade global de energia solar instalada em GW



Fonte: Valor Econômico (2022).

Assim como em diversos países do mundo, o Brasil também tem feito grandes investimentos em Geração Distribuída. Segundo o Portal Solar, o país atingiu a marca de 14GW de potência em operação de GD em 2022. Desse modo, torna-se importante que esse tipo de geração, anteriormente regulamentado pela Resolução Normativa ANEEL nº 482, seja devidamente regulamentado por lei.

4.2 Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012

A Resolução Normativa ANEEL nº 482 foi publicada em 17 de abril de 2012 e revisada novamente em 2015. Nela, foram definidas regras que regulamentavam as instalações de geração distribuída e os direitos dos consumidores que faziam uso desse tipo de geração até 2015 (ANEEL, 2022).

A Resolução estabelecia que unidades geradoras com potência instalada de até 100 kW estariam enquadradas na modalidade de microgeração distribuída, enquanto unidades geradoras com potência instalada superior a 100 kW e inferior a 1 MW eram enquadradas na modalidade de minigeração distribuída (ANEEL, 2012).

Outro ponto estabelecido foi a cobrança do custo de disponibilidade, valor pago pelos consumidores pela disponibilidade da rede, sendo os valores equivalentes a um consumo de 30 kWh para fornecimentos com padrão de entrada monofásico, 50 kWh para padrões bifásicos e 100 kWh para padrões trifásicos (ANEEL, 2022).

A Resolução também definiu o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, no qual a energia ativa gerada por unidade consumidora com micro ou minigeração distribuída compensa o consumo de energia elétrica ativa daquela unidade.

4.3 Resolução Normativa ANEEL nº 687/2015

A Resolução Normativa ANEEL nº 687 foi publicada em 24 de novembro de 2015 e alterou a Resolução Normativa nº 482 em alguns pontos.

Os limites de geração de micro e minigeração distribuída foram alterados, estabelecendo que unidades geradoras com potência instalada de até 75 kW são enquadradas na modalidade de microgeração distribuída, enquanto unidades geradoras com potência instalada superior a 75 kW e inferior a 5 MW são enquadradas na modalidade de minigeração distribuída (ANEEL, 2015)

Os créditos de energia também foram abordados na Resolução Normativa 687. A energia excedente gerada nas unidades geradoras fica armazenada na forma de créditos de energia, que podem ser utilizados em outras unidades consumidoras sob mesma titularidade. O uso desses créditos gerados possui validade de 60 meses depois de gerada a energia (ANEEL, 2022).

Mesmo com a Resolução Normativa 687 estabelecendo regras importantes para os projetos e as instalações, a Geração Distribuída ainda não possuía Lei própria que pudesse garantir a segurança jurídica dos agentes que atuam nesse segmento. Segundo dados da ANEEL, caso fossem mantidas as regras da Resolução Normativa 687, os subsídios destinados à Geração Distribuída resultariam na transferência de R$55 bilhões em custos aos demais consumidores em 15 anos. Dessa forma, tornou-se relevante a criação do Projeto de Lei n° 5.829/2019, que mais tarde foi sancionado e publicado como a Lei 14.300.

4.4 Novo Marco Legal da Geração Distribuída: Lei 14.300

A lei 14.300 foi sancionada no dia 06 de janeiro de 2022, publicada no dia 07 de janeiro de 2022 e conta com algumas alterações com relação à normativa 687 da ANEEL. Os consumidores, sob vigência da nova lei, tem parte da compensação de energia destinada à remuneração dos serviços de distribuição, representados pela tarifa TUSD, Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição, Fio B. Segundo § 1º do Art. 11 da Lei 14.300, as unidades consumidoras com geração local, cuja potência nominal total dos transformadores seja igual ou inferior a 112,5 kVA podem instalar um sistema de minigeração, e não apenas de microgeração como era regulamentado anteriormente, e serem faturadas ainda como grupo B, isto é, unidades consumidoras de baixa tensão. Esses consumidores serão do grupo B optante (ANEEL, 2022).

Outra mudança possibilitada pela Lei 14.300 é o fim do pagamento em duplicidade do custo de disponibilidade. Os consumidores que já estavam no Sistema de Compensação e consumiam da rede uma quantidade de energia acima da mínima exigida pelo custo de disponibilidade tinham a energia inteiramente compensada, no entanto ainda recebiam na fatura o valor do custo de disponibilidade, o que dá a ideia de que o consumidor pagava o custo de disponibilidade duas vezes. Com a Lei 14.300, esses consumidores não têm mais o valor mínimo de energia compensado e pagam por essa energia como custo de disponibilidade. Já os entrantes no Sistema de Compensação de Energia Elétrica sob as regras da Lei 14.300 não precisam pagar o custo de disponibilidade, visto que já é cobrada a tarifa TUSD Fio B, que remunera os serviços de distribuição (ANEEL, 2022).

A forma de distribuição de créditos de energia também teve alteração. A única forma, antes da Lei 14.300, era distribuir por porcentagem da energia excedente. Atualmente, além de distribuir por porcentagem, o consumidor pode distribuir a energia excedente por prioridade de unidades consumidoras. Dessa forma, os créditos de energias são oferecidos para cada unidade consumidora em ordem de prioridade (ANEEL, 2022).

A mudança que chamou mais a atenção dos consumidores é a nova forma de compensação da energia gerada. Na antiga normativa, a energia era compensada de forma integral, ou seja, 100% da energia consumida de rede era compensada pela energia gerada, caso a geração fosse superior ao consumo. A Lei 14.300 estabelece que as unidades que são beneficiadas pelo SCEE devem destinar parte da energia injetada para a remuneração do uso dos serviços da distribuidora, representado pela tarifa TUSD fio B. O Art. 27 da Lei 14.300 determina (2022, p. 9):

> Art. 27. O faturamento de energia das unidades participantes do SCEE não abrangidas pelo art.26 desta Lei deve considerar a incidência sobre toda a energia elétrica ativa compensada dos seguintes percentuais das componentes tarifárias relativas à remuneração dos ativos do serviço de distribuição, à quota de reintegração regulatória (depreciação) dos ativos de distribuição e ao custo de operação e manutenção do serviço de distribuição:
> I - 15% (quinze por cento) a partir de 2023;
> II - 30% (trinta por cento) a partir de 2024;
> III - 45% (quarenta e cinco por cento) a partir de 2025;
> IV - 60% (sessenta por cento) a partir de 2026;
> V - 75% (setenta e cinco por cento) a partir de 2027;
> VI - 90% (noventa por cento) a partir de 2028;
> VII - a regra disposta no art. 17 desta Lei a partir de 2029.

O quadro 1 demonstra as principais diferenças da Lei 14.300 em relação às Resoluções Normativas 482 e 687.

Quadro 1 – Comparativo das principais mudanças trazidas pela Lei 14.300

(continua)

Assunto	REN 482/2012	Lei 14.300/2022
Direito Adquirido	Não existia garantia – competência da ANEEL para alterar a REN 482/2012	Para projetos homologados até 12 meses após a publicação da Lei fica garantido o regime atual até 31/12/2045
Valoração dos Créditos	Compensação de 100% das componentes tarifárias	Algumas componentes deixaram de ser compensadas integralmente, de acordo com a regra de transição prevista. A regra nova entra a partir de 2029.
Compensação das componentes tarifárias	Poderia ser alterada a qualquer momento pela ANEEL.	Encontro de "contas" a ser feito em até 18 meses da publicação da Lei, a partir de diretrizes do CNPE. ANEEL será obrigada a considerar o cálculo de SCEE de todos os benefícios ao sistema da GD.
Demanda das Usinas	TUSD C	TUSD G (até 70% menor que a TUSD C)
Custo de Disponibilidade	Cobrando em duplicidade na prática	Deixa de ser cobrado em duplicidade

Quadro 1 – Comparativo das principais mudanças trazidas pela Lei 14.300

(conclusão)

Assunto	REN 482/2012	Lei 14.300/2022
Geração Compartilhada	Via Consórcio (PJ) ou Cooperativa (PF)	Via Consórcio, Cooperativa, Associação e Condomínio Civil (voluntário ou edifício)
Potência Máxima	Até 5 MW para todas as fontes de energia	Até 3MW para fontes não despacháveis e até 5MW para fontes despacháveis
Distribuição de créditos	Feita por percentual	Feita por prioridade e por percentual
Troca de titularidade	A qualquer momento, a partir da assinatura do CUSD e do CCER	(i)em projetos já conectados não implicará perdas nos benefícios; (ii)será permitida transferência de titularidade ou controle até a solicitação de vistoria do ponto de conexão para a distribuidora.
Comercialização de energia	Vedado	Possibilidade de comercialização dos excedentes com as distribuidoras por meio de chamada pública a ser regulada pela ANEEL.

Fonte: Genyx Solar Power, 2023

4.5 Composição tarifária

A fatura de energia é composta por tarifas, que são relacionadas ao consumo de energia elétrica, custos de aquisição de energia, uso do sistema de distribuição e transmissão, perdas, encargos e impostos.

O consumo de energia elétrica é faturado em R$/kWh consumidos. Os custos com aquisição de energia estão alocados na Tarifa de Energia (TE) da fatura e são decorrentes da contratação de energia por parte das distribuidoras em leilões regulados. Os custos com o uso do sistema de distribuição e transmissão estão inseridos na Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) ou Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão (TUST). Os custos relacionados às perdas são divididos em: Perdas Técnicas, que são perdas no circuito elétrico, e perdas não técnicas, que são resultantes de furtos e problemas de medição. Dentre os encargos e impostos estão PIS, COFINS, ICMS e a Contribuição de Iluminação Pública (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA, 2019).

4.5.1 Bases de cálculo de PIS/COFINS e ICMS

O valor a ser pago dos tributos PIS, COFINS e ICMS são calculados por meio da multiplicação da base de cálculo pela alíquota daquele tributo.

A base de cálculo dos tributos PIS e COFINS são determinadas da mesma forma através da Equação 1 (EDP ES, 2022).

$$Base\ de\ Cálculo \frac{PIS}{COFINS} = \frac{(Consumo \times TE) + Adic.Bandeira\ (R\$)}{\left[1 - \frac{PIS\ (\%) + COFINS\ (\%)}{100}\right]} \quad (1)$$

A base de cálculo do ICMS é determinada pela Equação 2 (EDP ES, 2022).

$$Base\ de\ Cálculo\ ICMS = \frac{(Consumo \times TE) + Adic.Bandeira\ (R\$)}{\left[1 - \frac{PIS\ (\%) + COFINS\ (\%)}{100}\right] \div [1 - \frac{ICMS\ (\%)}{100}]} \quad (2)$$

4.6 Indicadores financeiros

Projetos de instalação de sistemas de geração solar possuem custo relativamente alto, que incluem equipamentos - placas solares, inversores, estrutura e cabos -, projeto elétrico, homologação, equipe de trabalhadores, entre outros. Devido ao alto custo do projeto, é importante para o consumidor levar em consideração alguns indicadores financeiros, dessa forma é possível visualizar o sistema como um gasto ou como um investimento. Dois indicadores relevantes para esse tipo de projeto são o *payback* e o Retorno Financeiro Bruto.

4.6.1 *Payback*

O *Payback* é o indicador responsável por analisar em quanto tempo é recuperado um investimento. O cálculo do *Payback* é feito pela razão entre o valor do investimento e a rentabilidade anual, tal e como é apresentado na Equação 3 (MODALMAIS, 2022).

$$\boldsymbol{Payback = \frac{Valor\ total\ do\ investimento}{Rentabilidade}} \qquad (\mathbf{3})$$

4.6.2 Retorno Financeiro Bruto

O Retorno Financeiro Bruto representa o quanto o consumidor economizou no decorrer dos anos com a instalação de um sistema fotovoltaico. Um sistema de geração fotovoltaico tem, em media, 25 anos de vida útil. Portanto, o Retorno Financeiro bruto para esse projeto é a economia mensal multiplicada pelo número de meses do ano e o tempo de vida útil em anos, tal como é determinado pela Equação 4 (MAIS RETORNO, 2019).

$$\boldsymbol{Retorno\ Financeiro\ Bruto = Economia\ Mensal}\ (\boldsymbol{R}\$) \times \mathbf{12} \times \mathbf{25} \qquad (\mathbf{4})$$

4.7 Financiamento Solar

O financiamento é uma antecipação de crédito que o cliente pode recorrer juntamente a uma instituição financeira. Assim, consegue adquirir bens de alto valor com condições de pagamento facilitadas e o valor do crédito, acrescido de juros, é pago em parcelas (CRESOL, 2022).

O crescente número de instalações fotovoltaicas no Brasil e no mundo fez com que grandes bancos e corretoras criassem linhas de financiamento específicas para energia solar. As taxas de juros variam de 0,75% a 1,54% a. m (PORTAL SOLAR, 2022), de acordo com o prazo estabelecido na solicitação, e o cliente pode começar a economizar com o sistema antes de pagá-lo por completo.

Para calcular o valor das parcelas do financiamento é necessário calcular o coeficiente de financiamento (CF), apresentado na Equação 5 (MUNDO EDUCAÇÃO, 2022).

$$\boldsymbol{CF = \frac{i}{1-(1+i)^{-n}}} \tag{5}$$

Em que *i* representa o valor dos juros aplicados, e *n* representa o número de parcelas do pagamento. Depois de calculado o coeficiente de financiamento, basta multiplicar pelo valor do financiamento, como indica a Equação 6.

$$\boldsymbol{Valor\ das\ parcelas = CF \times valor\ do\ financiamento} \tag{6}$$

5 METODOLOGIA E ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO

Inicialmente, foi realizado embasamento teórico do assunto deste trabalho. Foi feita análise da Resolução Normativa 482 de 2012, que regulamentou a geração distribuída no Brasil até dia 06 de janeiro de 2023, e da Lei 14.300, que entrou em vigor a partir deste dia.

Para realizar o estudo de caso proposto, foi necessário buscar lugares diferentes, com diferentes padrões de consumo e que mais procuram instalar sistemas de geração fotovoltaica, como por exemplo estabelecimentos que utilizam energia elétrica durante todo o dia, lugares que recebem grande fluxo de pessoas e residências. Com intuito de comparação, as três faturas selecionadas possuem tipo de fornecimento trifásico e pertencem ao grupo B: A primeira, da área comum de um condomínio, a segunda pertencente a uma academia de musculação, e a última de uma residência. As unidades consumidoras ficam localizadas no estado do Espírito na área de concessão da distribuidora de energia elétrica EDP Espírito Santo. O quadro 2 detalha informações importantes relacionadas a cada unidade consumidora.

Quadro 2 – Informações das unidades consumidoras.

Unidade Consumidora	Tipo de fornecimento	Custo de disponibilidade	Média de Consumo
Condomínio	Trifásico	100 kWh	1.345 kWh
Academia	Trifásico	100 kWh	1.509 kWh
Residência	Trifásico	100 kWh	300 kWh

Após a definição das unidades consumidoras que seriam utilizadas no estudo de caso, foi utilizado o histórico da conta do último ano para calcular a média anual de consumo de cada uma das unidades consumidoras. Utilizando o valor encontrado da média, foi possível iniciar a simulação de fatura de cada unidade.

A fim de que fossem estudadas as mudanças trazidas pela Lei 14.300, fez-se necessário o estudo das faturas com base na antiga normativa. Utilizando as regras da Resolução Normativa 482, no cálculo das faturas foi considerado que toda energia foi compensada

pelo sistema, isto é, toda energia consumida da rede pela unidade foi abatido com o montante de energia gerada durante o mês, o que faz o valor referente ao consumo ativo de energia ser zerado. Os valores então faturados dessas unidades foram os valores de custo de disponibilidade, que para as três são o custo referente a 100 kWh devido ao tipo de fornecimento feito pela distribuidora ser trifásico, valores de tributos, como PIS, COFINS e ICMS, residuais de custo de disponibilidade e a taxa de Iluminação Pública, que tem um valor fixo de acordo com o consumo de energia para cada cidade. Os valores das alíquotas dos tributos e das taxas destinadas à Iluminação Pública estão disponíveis no *site* da EDP. As bases de cálculo utilizadas para os tributos foram calculadas utilizando as equações 1 e 2. Depois de calculados, todos os valores foram somados a fim de determinar o valor total da fatura de cada unidade consumidora utilizando as normas da Resolução Normativa 482.

Após a leitura detalhada da Lei 14.300, foi feita uma segunda análise, do valor da fatura dos três clientes para um sistema de geração de energia fotovoltaica sob as regras da Lei, utilizando o *software* Microsoft Excel 2010. Para essa análise, é necessário fazer sete simulações, uma para cada ano durante o escalonamento previsto. A cada ano, de 2023 a 2029, a porcentagem de compensação que será destinada ao pagamento da TUSD fio B aumenta até que seja compensada de forma integral, portanto os valores das faturas mudam todos os anos, assim como os indicadores financeiros. Segundo a Resolução Homologatória nº 3091, de 02 de agosto de 2022, da EDP ES, a tarifa relacionada à TUSD Fio B corresponde à 28,37% das componentes tarifárias; esse valor foi utilizado nos cálculos de compensação de energia ativa (EDP ES, 2022).

Com os valores determinados das faturas de cada consumidor, foi feita uma análise de viabilidade financeira, levando em conta o *payback* e o retorno financeiro obtido por cada unidade consumidora com a instalação do sistema. Também foi levado em conta valores de financiamento para instalação do sistema com opções de pagamento parcelado. Dessa forma é possível concluir se é viável economicamente para os consumidores entrarem no SCEE logo no primeiro ano de atuação da lei, ou se instalar o sistema futuramente é a melhor opção.

Por fim, foram feitas as comparações entre as duas análises e formulada uma conclusão sobre o impacto financeiro da nova lei sobre as faturas dos consumidores.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No estudo das faturas, os cálculos das componentes tarifárias foram realizados utilizando o valor da tarifa disponível no site da EDP ES e da Resolução Homologatória nº 3091, de 02 de agosto de 2022. Além disso, também foi considerada Bandeira Tarifária Verde, que é a bandeira vigente no momento em que está sendo feito este estudo. As bases de cálculo foram calculadas utilizando as equações 1 e 2 disponíveis na Seção 4.3.1, e em todas as faturas foram consideradas que toda a energia consumida foi compensada, ou seja, toda a energia que cada cliente consumiu da rede foi injetada por ele, ou estava armazenada em créditos de energia.

Para melhor compreensão dos resultados obtidos, as unidades consumidoras (UC) selecionadas para esse estudo serão identificadas como UC 1, UC 2 e UC 3 sendo elas, respectivamente, a área comum de condomínio, academia e residência.

6.1 Análise sob regras da Resolução Normativa 482/2012

6.1.1 Fatura correspondente à UC 1

A primeira UC a ser analisada é a área comum de um condomínio de apartamentos, classe comercial. O consumo médio mensal dessa unidade consumidora no último ano foi de 1.345 kWh/mês. Na tabela 1 e Tabela 2, estão relacionados os valores faturados e o total pago, em média, por essa UC para tal consumo.

Tabela 1 – Descrição do consumo de energia da UC 1 sob regras da Resolução Normativa 482

Descrição	Quantidade (kWh)	Tarifa (R$/kWh)	Total (R$)
Energia Ativa Consumida	1.345	0,67384	906,31
Energia Ativa Compensada	1.345	0,67384	906,31
Custo de Disponibilidade	100	0,67384	67,38

Tabela 2 – Descrição dos tributos na fatura da UC 1 sob regras da Resolução Normativa 482

Tributo	Base de Cálculo	Alíquota (%)	Total (R$)
PIS	401,90	1,30	5,22
PIS Injetado	401,90	1,30	5,22
PIS Custo Disponibilidade	29,88	1,30	0,39
COFINS	401,90	5,99	24,07
COFINS Injetado	401,90	5,99	24,07
COFINS Custo Disp.	29,88	5,99	1,79
ICMS	333,58	17	56,70
ICMS Injetado	333,58	17	56,70
ICMS Custo Disp.	24,80	17	4,22
Iluminação Pública	-	-	77,47
Total a Pagar			151,25

6.1.2 Fatura correspondente à UC 2

A segunda UC a ser analisada é de uma academia faturada como subgrupo B1. O consumo médio mensal dessa unidade no último ano foi de 1.509 kWh/mês. Na Tabela 3 e Tabela 4, estão relacionados os valores faturados e o total pago, em média, por essa UC para tal consumo.

Tabela 3 – Descrição do consumo de energia da UC 2 sob regras da Resolução Normativa 482

Descrição	Quantidade (kWh)	Tarifa (R$/kWh)	Total (R$)
Energia Ativa Consumida	1.509	0,67384	1016,82
Energia Ativa Compensada	1.509	0,67384	1016,82
Custo de Disponibilidade	100	0,67384	67,38

Tabela 4 - Descrição dos tributos na fatura da UC 2 sob regras da Resolução Normativa 482

Tributo	Base de Cálculo	Alíquota (%)	Total (R$)
PIS	450,91	1,30	5,86
PIS Injetado	450,91	1,30	5,86
PIS Custo Disponibilidade	29,88	1,30	0,39
COFINS	450,91	5,99	27,01
COFINS Injetado	450,91	5,99	27,01
COFINS Custo Disp.	29,88	5,99	1,79
ICMS	374,25	17	63,62
ICMS Injetado	374,25	17	63,62
ICMS Custo Disp.	24,80	17	4,22
Iluminação Pública	-	-	80,83
Total a Pagar			154,61

6.1.3 Fatura correspondente à UC 3

A terceira UC a ser analisada é residencial. O consumo médio mensal dessa unidade no último ano foi de 300 kWh/mês. Na Tabela 5 e Tabela 6, estão relacionados os valores faturados e o total pago, em média, por essa UC para tal consumo.

Tabela 5 – Descrição do consumo de energia da UC 3 sob regras da Resolução Normativa 482.

Descrição	Quantidade (kWh)	Tarifa (R$/kWh)	Total (R$)
Energia Ativa Consumida	300	0,67384	202,15
Energia Ativa Compensada	300	0,67384	202,15
Custo de Disponibilidade	100	0,67384	67,38

Tabela 6 - Descrição dos tributos na fatura da UC 3 sob regras da Resolução Normativa 482

Tributo	Base de Cálculo	Alíquota (%)	Total (R$)
PIS	89,39	1,30	1,16
PIS Injetado	89,39	1,30	1,16
PIS Custo Disponibilidade	29,88	1,30	0,39
COFINS	89,39	5,99	5,35
COFINS Injetado	89,39	5,99	5,35
COFINS Custo Disp.	29,88	5,99	1,79
ICMS	74,19	17	12,61
ICMS Injetado	74,19	17	12,61
ICMS Custo Disp.	24,80	17	4,22
Iluminação Pública	-	-	47,16
Total a Pagar			120,94

6.2 Análise da fatura sob vigência do Novo Marco Legal

O Art. 27 da Lei 14.300 estabelece o escalonamento da compensação de energia até o ano 2029. No ano 2022, a TUSD Fio B corresponde a 28,37% das componentes tarifárias. Para o cálculo dos novos valores correspondentes às faturas de energia analisadas acima, será fixado o mesmo valor de tarifa. O cálculo do valor da fatura correspondente foi realizado da mesma forma descrita na Seção 6.1. Os valores de encargos e tributos também foram fixados para melhor comparação e conclusão.

6.2.1 Análise das faturas da UC 1

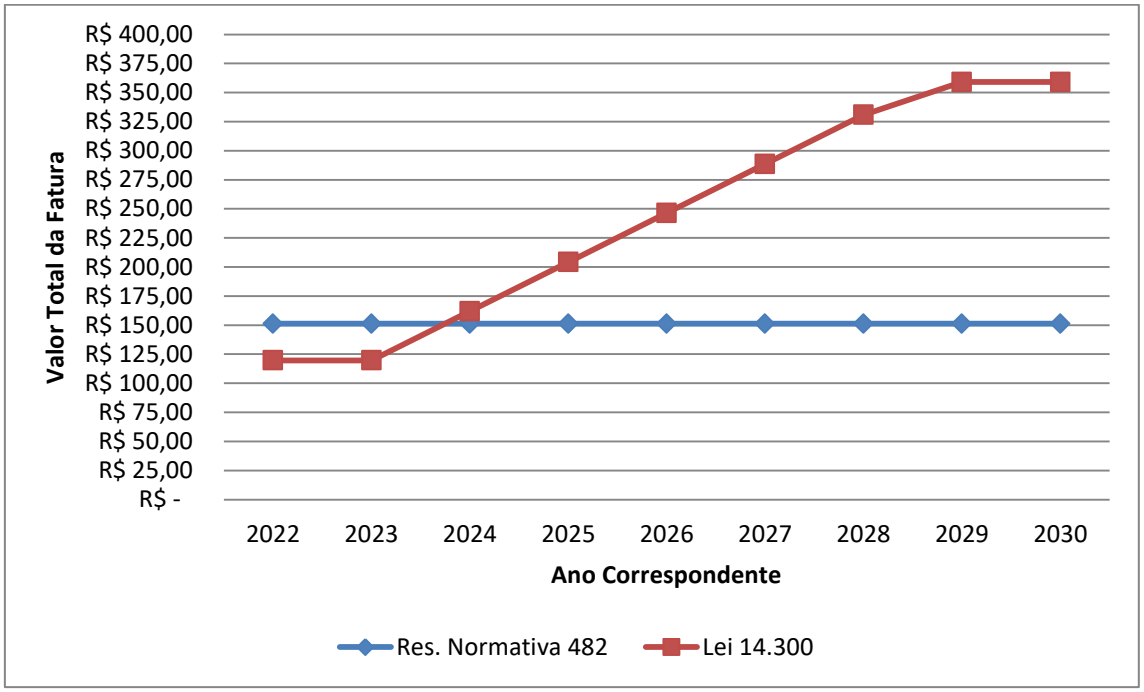
A Tabela 7 relaciona a energia gerada, em média, pelo sistema ao mês, quanto dessa energia é compensada, ou seja, é paga pela geração e não contabilizada na fatura e o valor total a ser pago pela UC 1 em cada ano, de 2023 a 2029, de acordo com o escalonamento proposto pela lei.

Tabela 7 – Análise da fatura da UC 1 sob regras da Lei 14.300

Ano	Energia Gerada/mês	Energia Compensada/mês	Total
2023 (15%)	1.345 kWh	1.287,76 kWh	R$119,70
2024 (30%)	1.345 kWh	1.230,53 kWh	R$161,93
2025 (45%)	1.345 kWh	1.173,29 kWh	R$204,17
2026 (60%)	1.345 kWh	1.116,05 kWh	R$246,40
2027 (75%)	1.345 kWh	1.058,82 kWh	R$288,63
2028 (90%)	1.345 kWh	1.001,58 kWh	R$330,86
2029 (100%)	1.345 kWh	963,42 kWh	R$359,02

O Gráfico 2 demonstra a diferença do valor das faturas ao longo dos anos. É possível perceber que, a partir de 2024, o valor da fatura com as regras da Lei 14.300 se torna maior do que o valor da fatura anterior à Lei.

Gráfico 2 – Valores das faturas da UC 1 ao longo dos anos



Fonte: Produção do próprio autor.

6.2.2 Análise das faturas da UC 2

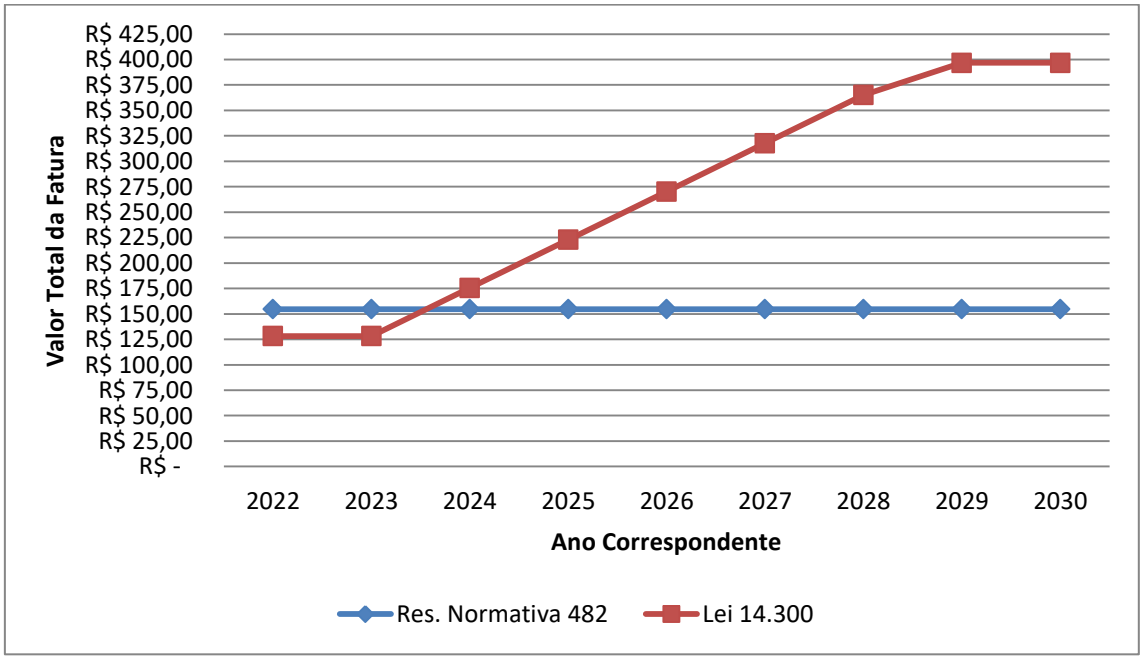
Assim com a Tabela 7, a Tabela 8 relaciona a energia gerada, em média, pelo sistema ao mês, quanto dessa energia é compensada, ou seja, é paga pela geração e não contabilizada na fatura e o valor total a ser pago pela UC 2 em cada ano, de 2023 a 2029, de acordo com o escalonamento proposto pela lei.

Tabela 8 – Análise da fatura da UC 2 sob regras da Lei 14.300

Ano	Energia Gerada/mês	Energia Compensada/mês	Total
2023 (15%)	1.509 kWh	1.444,78 kWh	R$128,21
2024 (30%)	1.509 kWh	1.380,57 kWh	R$175,59
2025 (45%)	1.509 kWh	1.316,35 kWh	R$222,97
2026 (60%)	1.509 kWh	1.252,14 kWh	R$270,36
2027 (75%)	1.509 kWh	1.187,92 kWh	R$317,74
2028 (90%)	1.509 kWh	1.123,71 kWh	R$365,12
2029 (100%)	1.509 kWh	1.080,90 kWh	R$396,71

O Gráfico 3 demonstra a diferença do valor das faturas ao longo dos anos. É possível perceber que, a partir de 2024, o valor da fatura com as regras da Lei 14.300 se torna maior do que o valor da fatura anterior à Lei.

Gráfico 3 – Valores das faturas da UC 2 ao longo dos anos



Fonte: Produção do próprio autor.

6.2.3 Análise das faturas da UC 3

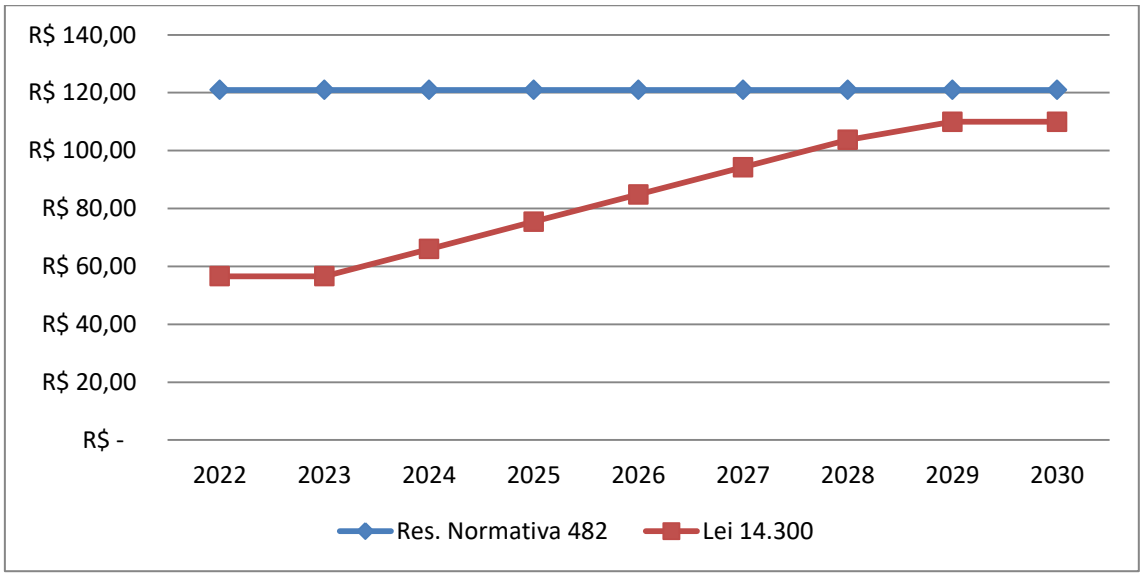
Assim como as Tabelas 7 e 8, a Tabela 9 relaciona a energia gerada, em média, pelo sistema ao mês, quanto dessa energia é compensada, ou seja, é paga pela geração e não contabilizada na fatura e o valor total a ser pago pela UC 3 em cada ano, de 2023 a 2029, de acordo com o escalonamento proposto pela lei.

Tabela 9 – Análise da fatura da UC 3 sob regras da Lei 14.300

Ano	Energia Gerada/mês	Energia Compensada/mês	Total
2023 (15%)	300 kWh	287,23 kWh	R$56,58
2024 (30%)	300 kWh	274,47 kWh	R$66,00
2025 (45%)	300 kWh	261,70 kWh	R$75,42
2026 (60%)	300 kWh	248,93 kWh	R$84,84
2027 (75%)	300 kWh	236,28 kWh	R$94,26
2028 (90%)	300 kWh	223,40 kWh	R$103,68
2029 (100%)	300 kWh	214,89 kWh	R$109,96

O Gráfico 4 demonstra a diferença do valor das faturas ao longo dos anos. É possível perceber, em todos os anos, o valor da fatura com as regras da Lei 14.300 é menor do que o valor da fatura anterior à Lei.

Gráfico 4 – Valores das faturas da UC 3 ao longo dos anos



Fonte: Produção do próprio autor.

6.3 Análise de viabilidade financeira

Os indicadores financeiros mais importantes para estudar a viabilidade financeira da instalação do sistema são *Payback*, e o Retorno Financeiro, os quais são apresentados a seguir para as três UCs sob estudo.

6.3.1 *Payback*

O sistema instalado na UC 1, que gera em torno de 1.345 kWh ao mês, tem um valor médio de R$56.000,00 (ALDO SOLAR, 2022). Ao realizar os cálculos da Subseção 6.1.1 sem o desconto dos valores injetados, nota-se que o valor total da fatura de energia sem o sistema fotovoltaico seria de R$1.069,77 reais, logo a economia proporcionada pelo sistema é de R$918,52 reais ao mês. Fazendo o cálculo do *Payback* para esse sistema sob vigência da normativa 482, tem-se que o investimento demora cerca de 5 anos e 29 dias para ser recuperado, como mostra a Equação 4.

$$\boldsymbol{Payback = \frac{56000}{918,52 \times 12} = 5,08\ anos} \qquad (\mathbf{4})$$

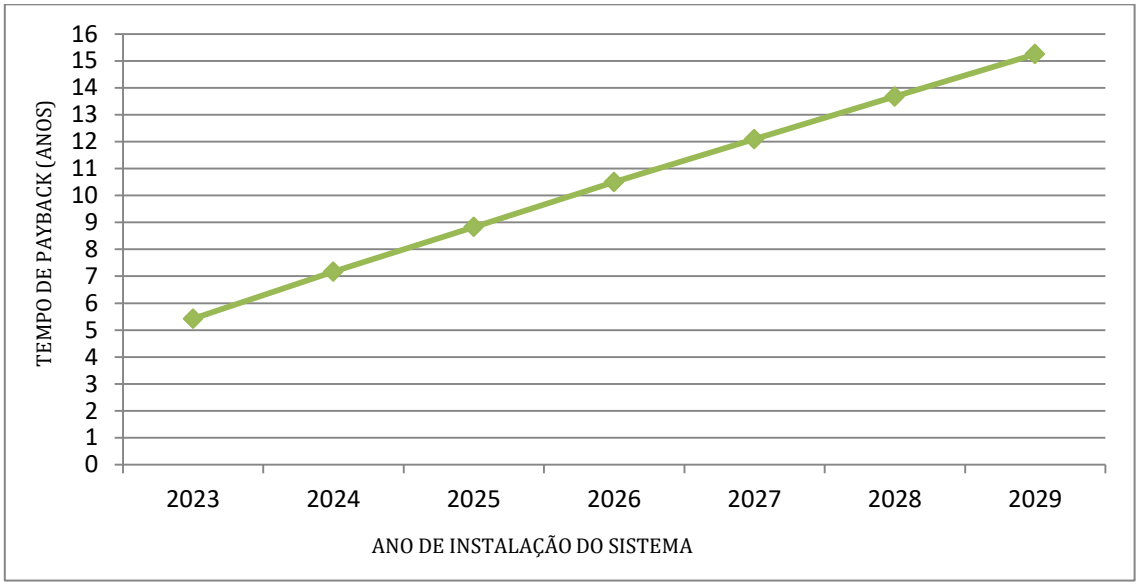
Sob a ótica da Lei 14.300, o valor do *payback* varia de acordo com o ano em que o sistema é instalado, visto que os valores da fatura variam em 7 anos como mostrado nas Tabelas 7 a 9. Sabe-se que, a cada ano em que o consumidor deixa de instalar o sistema, a economia que seria proporcionada naquele ano é perdida, essa perda foi levada em consideração no cálculo do *payback* a partir de 2024. Além disso, o valor do sistema foi corrigido a cada ano com taxa de 5,79%, baseado no valor acumulado do IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor) de 2022 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2022).

A Tabela 10 apresenta os valores de *payback* obtidos pela UC 1 relativos ao ano de entrada no SCEE. No Gráfico 5, apresentam-se os valores de *payback* obtidos pela UC 1 de acordo com o ano em que essa UC entrou no SCEE.

Tabela 10 – Análise dos valores de *payback* obtido pela UC 1 durante escalonamento

Payback						
2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
5 anos e 6 meses	7 anos e 2 meses	8 anos e 10 mês	10 anos e 6 meses	12 anos e 1 mês	13 anos e 8 meses	15 anos e 3 meses

Gráfico 5 – Tempos de *payback* obtidos pela UC 1



Fonte: Produção do próprio autor.

O sistema instalado na UC 2 gera em torno de 1.509 kWh ao mês e custa, em média, R$61.000 (ALDO SOLAR, 2022). O valor das faturas de energia sem e com geração distribuída são de, respectivamente, R$1.194,14 e R$154,61. Nesse caso, a economia mensal é de, em média, R$1.039,53. O *payback* do investimento sob as regras da normativa 482 é de, aproximadamente, 4 anos e 11 meses, como mostra a Equação 5.

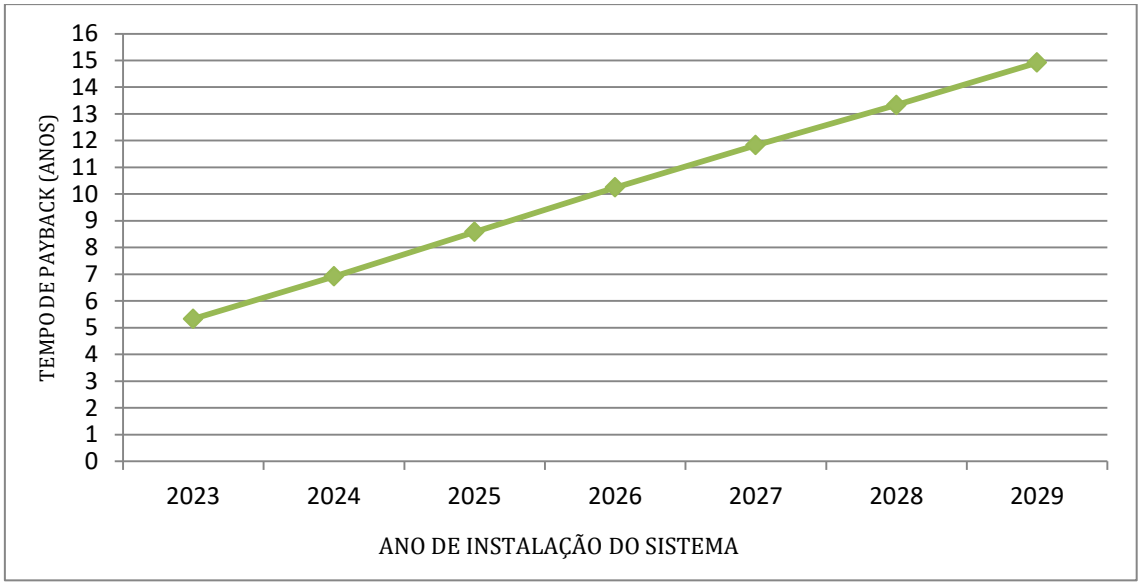
$$\boldsymbol{Payback = \frac{61000}{1.039,53 \times 12} = 4,89\ anos} \qquad (5)$$

Sob vigência da Lei 14.300, o valor do *payback* para cada ano, até o fim do escalonamento, está determinado na Tabela 11 e apresentado no Gráfico 6.

Tabela 11 – Análise do valor de *payback* obtido pela UC 2 durante escalonamento

Payback						
2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
5 anos e 4 meses	6 anos e 11 meses	8 anos e 7 meses	10 anos e 3 meses	11 anos e 10 meses	13 anos e 4 meses	14 anos e 11 meses

Gráfico 6 – Valores de *payback* obtidos pela UC 2



Fonte: Produção do próprio autor.

A economia da fatura da UC 3, que foi de R$268,43 para R$120,94 com a geração de energia fotovoltaica, foi de R$147,49. Um sistema que gera, em média, 300 kWh ao mês custa em torno de R$16.000,00 (ALDO SOLAR, 2022). Dessa forma, o *Payback* desse investimento, antes da Lei 14.300, é de 9 anos e 1 mês, como mostra a Equação 6.

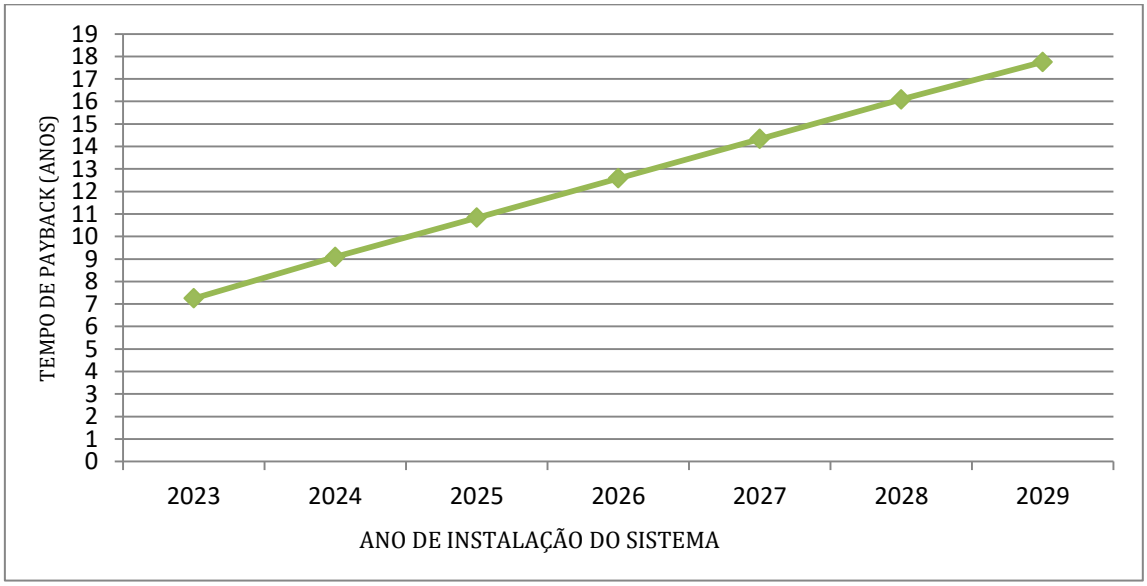
$$\boldsymbol{Payback = \frac{16000}{147,49 \times 12} = 9,04\ anos} \tag{6}$$

Sob vigência da Lei 14.300, o valor do *payback* aplicado a cada ano do escalonamento está demonstrado na Tabela 12 e apresentado no Gráfico 7.

Tabela 12 – Análise do valor de *payback* obtido pela UC 3 durante escalonamento

Payback						
2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
7 anos e 4 meses	9 anos e 2 meses	10 anos e 11 meses	12 anos e 7 meses	14 anos e 4 meses	16 anos e 2 meses	17 anos e 9 meses

Gráfico 7 – Valores de *payback* obtidos pela UC 3



Fonte: Produção do próprio autor.

6.3.2 Retorno Financeiro

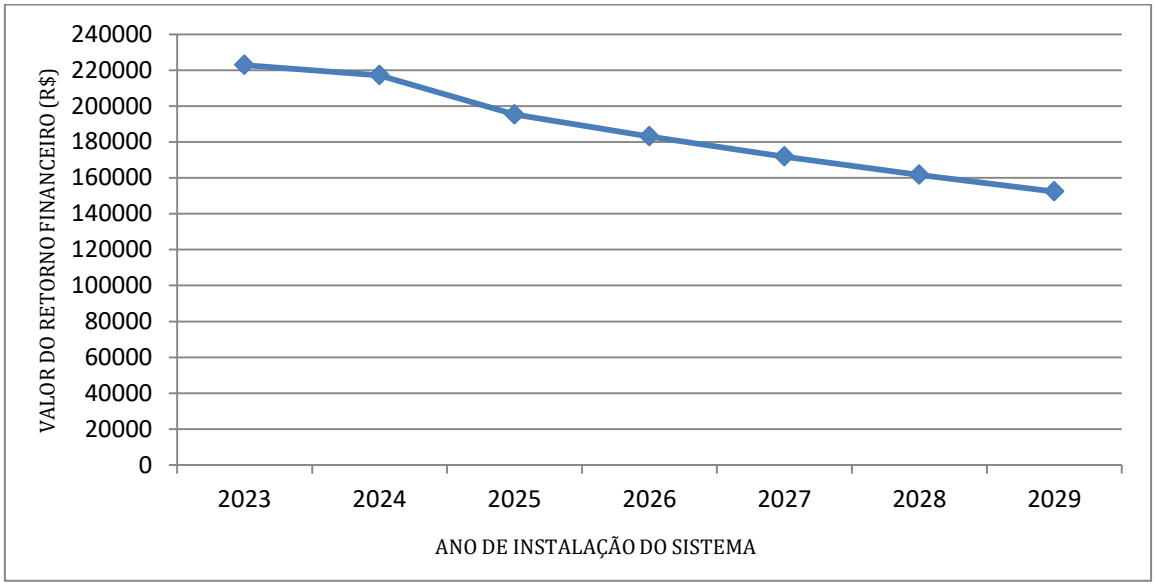
O cálculo do Retorno Financeiro leva em consideração o período de 25 anos, que é o tempo médio de vida útil do sistema de geração de energia fotovoltaica. Como o adiamento do projeto implica na perda da economia referente àquele ano, os valores de economia perdidos em cada ano de atraso da entrada do consumidor no SCEE são descontados no valor final do retorno financeiro bruto.

Para vias de comparação, a UC 1 tem um retorno financeiro bruto de R$275.556,00 antes da aplicação da nova lei. Agora, os retornos financeiros estão descritos de acordo com os respectivos anos na Tabela 13 e no Gráfico 8.

Tabela 13 – Análise do retorno financeiro obtido pela UC 1 durante escalonamento

Retorno Financeiro (R$)						
2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
222.854,16	217.110,48	195.322,30	183.076,90	171.845,00	161.626,70	152.421,80

Gráfico 8 – Retorno Financeiro obtido pela UC 1



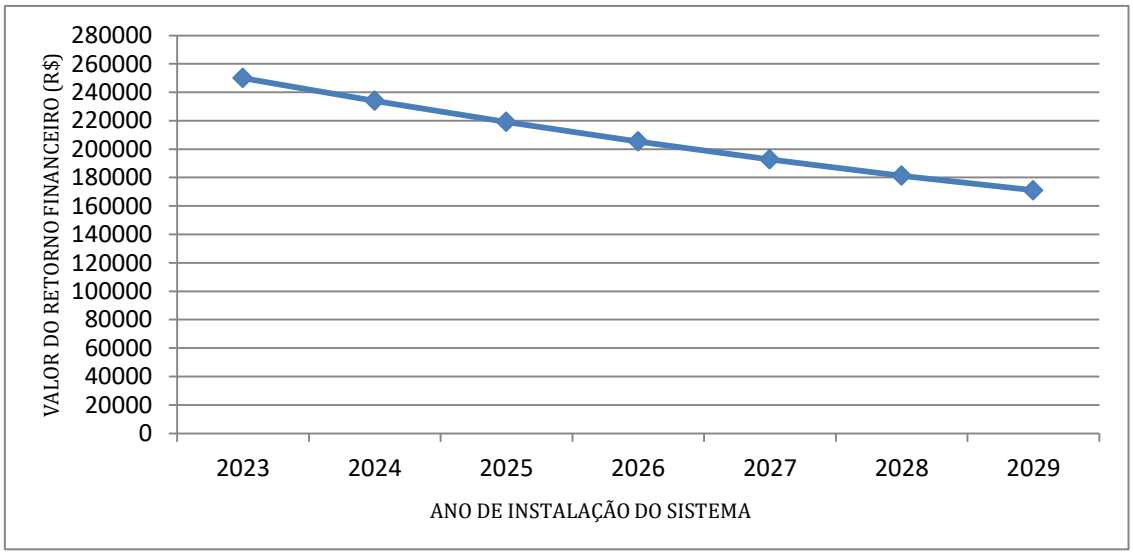
Fonte: Produção do próprio autor.

Na academia, o retorno financeiro antes da vigência da Lei 14.300 é de R$311.859,00. O retorno financeiro de cada ano está expresso na Tabela 14 e no Gráfico 8.

Tabela 14 – Análise do retorno financeiro obtido pela UC 2 durante escalonamento

Retorno Financeiro (R$)						
2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
250.032,24	234.019,08	219.143,00	205.404,10	192.802,60	181.338,10	171.010,80

Gráfico 9 – Retorno Financeiro obtido pela UC 2



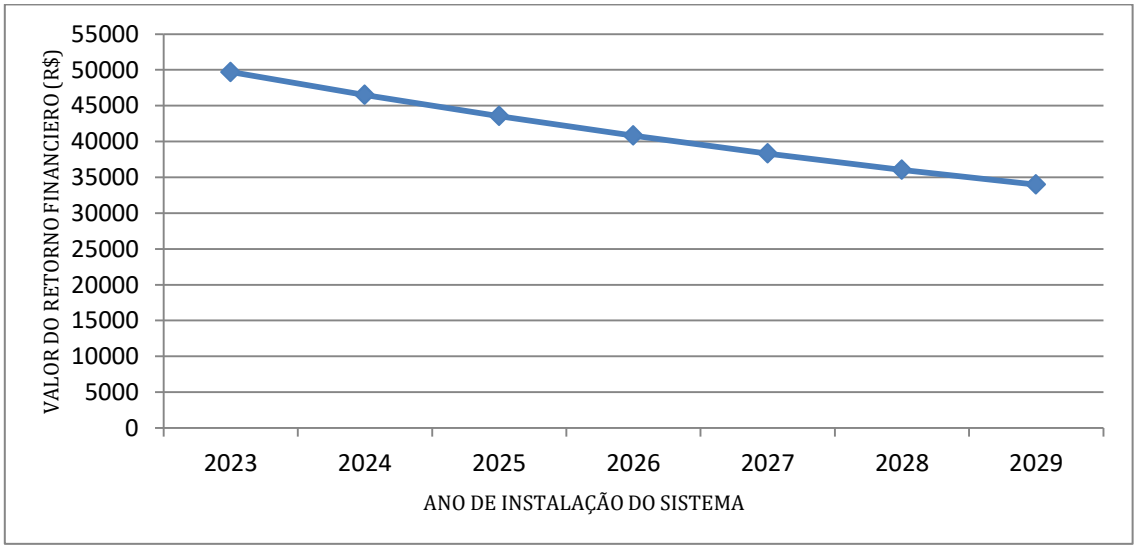
Fonte: Produção do próprio autor.

Por fim, o retorno financeiro obtido pela instalação residencial antes da Lei 14.300 foi de R$44.247,00. Sob a vigência do novo marco legal o retorno passa aos valores descritos na Tabela 15 e no Gráfico 9.

Tabela 15 – Análise do retorno financeiro obtido pela UC 3 durante escalonamento

Retorno Financeiro (R$)						
2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
49.688,76	46.506,00	43.549,32	40.818,72	38.314,20	36.035,76	33.983,40

Gráfico 10 – Retorno Financeiro obtido pela UC 3



Fonte: Produção do próprio autor.

6.3.3 Financiamento Solar

O consumidor que tem interesse em instalar um sistema fotovoltaico, mas não pode custear toda a instalação à vista, tem também a opção de financiar o valor da instalação. O cliente pode, por exemplo, preferir a opção do financiamento logo no primeiro ano para economizar por mais tempo, a esperar para adquirir o sistema à vista. Os valores das taxas de juros variam de acordo com o crédito e a proposta do consumidor. A análise apresentada na Tabela 16 demonstra o valor total a ser pago em um financiamento solar para cada unidade consumidora em 2023. Para esse estudo, é utilizada a taxa média de juros de 0,9% a. m. para um prazo de 12 meses, acrescentando 0,1% a. m. a cada ano a mais de prazo, e sem valor de entrada. Para calcular o valor do coeficiente de financiamento é utilizada as equações 5 e 6.

Tabela 16 - Valores de financiamento das UCs

Valores de Financiamento em 2023			
Parcelas	UC 1	UC 2	UC 3
12 parcelas (0,9% a.m.)	R$ 59.329,80	R$ 64.627,11	R$ 16.951,37
24 parcelas (1% a.m.)	R$ 63.266,75	R$ 68.915,56	R$ 18.076,21
36 parcelas (1,1% a.m.)	R$ 68.121,38	R$ 74.203,64	R$ 19.463,25
48 parcelas (1,2% a.m.)	R$ 73.994,06	R$ 80.600,67	R$ 21.141,16
60 parcelas (1,3% a.m.)	R$ 80.996,28	R$ 88.228,09	R$ 23.141,79

Para fim de comparação, a Tabela 17 apresenta os valores corrigidos dos sistemas juntamente com as economias perdidas ao longo dos anos, que foram também utilizados para os cálculos de *payback* e retorno financeiro.

Tabela 17 - Valores corrigidos para instalação de um sistema fotovoltaico

Valor da instalação do sistema fotovoltaico (R$)							
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
UC 1	56.000,00	70.643,24	84.967,45	98.983,39	112.702,68	126.137,47	139.300,64
UC 2	61.000,00	77.323,06	93.282,05	108.888,83	124.155,79	139.096,30	153.724,39
UC 3	16.000,00	19.468,60	22.877,79	26.230,70	29.530,59	32.780,95	35.985,45

6.4 Tabelas comparativas dos valores obtidos

Para fins de comparação, as Tabelas 16 a 20 apresentam os resultados obtidos na Seção 6 relacionando as três unidades consumidoras em estudo.

A Tabela 18 mostra os valores totais das faturas de cada UC sob as regras da Resolução Normativa 482.

Tabela 18 – Valores totais das faturas sob regras da Resolução Normativa 482

Unidade consumidora	Valor total da fatura
UC 1	R$ 151,25
UC 2	R$ 154,61
UC 3	R$ 120,94

A Tabela 19 apresenta os valores totais das faturas sob as regras da Lei 14.300 para as três UCs.

Tabela 19 - Valores totais das faturas sob regras da Lei 14.300

	Valor total da fatura						
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
UC 1	R$119,70	R$161,93	R$204,17	R$246,40	R$288,63	R$330,86	R$359,02
UC 2	R$128,21	R$175,59	R$222,97	R$270,36	R$317,74	R$365,12	R$396,71
UC 3	R$56,58	R$66,00	R$75,42	R$84,84	R$94,26	R$103,68	R$109,96

A Tabela 20 apresenta os valores de *payback* e retorno financeiro das UCs sob regras da Resolução Normativa 482.

Tabela 20 – Valores de *payback* e retorno financeiro bruto sob regras da Resolução Normativa 482

	Payback	Retorno Financeiro Bruto
UC 1	5 anos e 29 dias	R$ 275.556,00
UC 2	4 anos e 11 meses	R$ 311.859,00
UC 3	9 anos e 1 mês	R$ 44.247,00

A Tabela 21 apresenta os valores de *payback* obtidos pelas UCs sob regras da Lei 14.300 e a Tabela 22 apresenta os valores de retorno financeiro bruto das UCs sob regras da Lei 14.300.

Tabela 21 – Valores de *payback* das UCs sob regras da Lei 14.300

	Valor do *payback*						
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
UC 1	5 anos e 6 meses	7 anos e 2 meses	8 anos e 10 mês	10 anos e 6 meses	12 anos e 1 mês	13 anos e 8 meses	15 anos e 3 meses
UC 2	5 anos e 4 meses	6 anos e 11 meses	8 anos e 7 meses	10 anos e 3 meses	11 anos e 10 meses	13 anos e 4 meses	14 anos e 11 meses
UC 3	7 anos e 4 meses	9 anos e 2 meses	10 anos e 11 meses	12 anos e 7 meses	14 anos e 4 meses	16 anos e 2 meses	17 anos e 9 meses

Tabela 22 - Valores de retorno financeiro bruto das UCs sob regras da Lei 14.300

	Retorno Financeiro Bruto						
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
UC 1	222.854,16	217.110,48	195.322,30	183.076,90	171.845,00	161.626,70	152.421,80
UC 2	250.032,24	234.019,08	219.143,00	205.404,10	192.802,60	181.338,10	171.010,80
UC 3	49.688,76	46.506,00	43.549,32	40.818,72	38.314,20	36.035,76	33.983,40

7 CONCLUSÃO

As mudanças relacionadas à Lei 14.300 foram apresentadas com base em um estudo de caso. Ao todo, três faturas foram analisadas, de três diferentes lugares e padrões de consumo. Os dois estabelecimentos com maior consumo de energia, a UC 1 e UC 2, apresentaram aumento em suas faturas ao final do escalonamento, por conta da menor compensação de energia, mas ainda assim terão a possibilidade de economizar mais de 50% a cada mês, visto que a fatura da UC 1 passou de R$1.069,77 sem o sistema fotovoltaico para R$359,02 com o sistema ao final do escalonamento, e a fatura da UC 2 passou de R$1.194,14 sem o sistema fotovoltaico para R$396,71 com o sistema ao final do escalonamento. Já a UC 3, de menor consumo, obteve diferença no valor das faturas de maneira contrária, com redução na conta de energia. Isso ocorre porque a Lei 14.300 determina que unidades consumidoras com padrão de fornecimento trifásico que consomem mais do que 100 kWh não precisam pagar o custo de disponibilidade, custeando apenas o valor da tarifa TUSD Fio B na compensação de energia. No caso das UCs 1 e 2, o valor da tarifa TUSD Fio B, equivalente à 28,37% da energia injetada que é retirada na compensação, é maior do que o custo de 100 kWh determinado pelo custo de disponibilidade anterior à Lei. O contrário acontece com a UC 3, onde o custo da tarifa TUSD Fio B é menor do que o custo de disponibilidade. Logo, as UCs 1 e 2 apresentaram aumento da fatura de energia, enquanto a UC 3 apresentou diminuição desse valor.

De maneira geral, foi observado que, para unidades consumidoras com fornecimento trifásico com energia injetada de até 352 kWh, na qual 28,37% dessa energia equivale a 100 kWh descontados da compensação, os valores encontrados nas faturas de energia serão menores com a implantação da Lei. Para casos onde a energia injetada é maior do que esse valor, os consumidores perceberão aumento nas faturas.

Sabe-se que, cada vez que o consumidor adia o projeto, ele deixa de economizar um valor considerável na fatura de energia todos os meses. Esse valor refletiu em um aumento do tempo de *payback* e diminuição do retorno financeiro obtido por cada UC. Enquanto as instalações feitas em 2023 e 2024 renderam *paybacks* menores de 10 anos, as mais tardias apresentaram valores de *payback* consideravelmente altos, mas ainda

assim menores do que o tempo de vida útil do sistema, que é de 25 anos. Da mesma forma, os valores de retorno financeiro caíram com o passar dos anos, fazendo do financiamento uma alternativa economicamente viável para quem deseja parcelar o valor do projeto.

O consumidor que optar por fazer um financiamento solar logo em 2023 estará em vantagem em relação à aqueles que optarem por aguardar mais tempo para entrar no SCEE. Isso porque, o valor da economia dos meses em que o projeto não foi feito se torna considerável e esse valor adicionado ao custo do projeto é, inclusive, maior do que o valor total a ser pago no financiamento, caso ele seja feito.

Este trabalho foi realizado com base em dados atuais do ano de 2022, seguramente retirados dos sites oficiais da ANEEL e da EDP Espírito Santo, e os resultados obtidos foram satisfatórios. Os desvios que podem, talvez, serem observados entre a simulação e as reais faturas no futuro poderão ter como motivo ajustes de alíquotas, impostos e taxas de juros que ainda não foram determinados enquanto este trabalho está sendo escrito.

Por fim, este trabalho mostra que o Novo Marco Legal da Geração Distribuída pode diminuir o valor da conta de energia em unidades consumidoras de baixo consumo e aumentar em unidades de maior consumo. No entanto, a geração distribuída é, ainda assim, a melhor opção para quem deseja gerar a própria energia, contribuir para o futuro do planeta e obter grande economia todos os meses.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012.** 2012. Disponível em: https://www.cocel.com.br/wp-content/uploads/2014/12/Resolu%C3%A7%C3%A3o-Aneel-482-de-17-de-abril-de-2012.pdf. Acesso em: 27 dez. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015.** 2012. Disponível em: https://ensolarecia.com.br/wp-content/uploads/2020/03/RN-687-Aneel.pdf. Acesso em: 12 jan. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Tarifas e Informações Econômico-Financeiras.** 2022. Disponível em: https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/relatorios-e-indicadores/tarifas-e-informacoes-economico-financeiras. Acesso em: 09 out. de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Tarifa Residencial – Evolução TUSD/TE.** 2022. Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiOTY0NWQzOGItMmQ3ZS00MWUzLTllNmMtNTA5NTYxODdhYTkzIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOjR9. Acesso em: 09 out. de 2022.

ALDO SOLAR. **Gerador de Energia Solar Fotovoltaico.** 2022. Disponível em: https://www.aldo.com.br/categoria/energia-solar/gerador-de-energia-solar-fotovoltaico/on-grid/growatt/telha-colonial-gancho?filtro=3%3A2~30000. Acesso em: 28 out. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA. **Tarifas de Energia.** 2019. Disponível em: https://www.abradee.org.br/setor-de-distribuicao/tarifas-de-energia/. Acesso em: 10 de out. de 2022.

BLOG MODALMAIS. **Como calcular o prazo de retorno de investimentos.** 2022. Disponível em: https://www.modalmais.com.br/blog/payback-calcular-retorno-investimentos/. Acesso em: 22 de out. de 2022.

CANAL SOLAR. **Entendendo a tarifação do Fio B previsto na Lei 14.300.** 2022. Disponível em: https://canalsolar.com.br/tarifacao-do-fio-b-previsto-na-lei-14-300/. Acesso em: 05 out. 2022.

CRESOL. **Financiamento: veja os tipos e como essa modalidade funciona.** 2022. Disponível em: https://blog.cresol.com.br/financiamento-como-funciona/#O_que_e_financiamento. Acesso em: 31 jan. 2023.

EDP ESPÍRITO SANTO. **Tarifas Vigentes.** 2022. Disponível em: https://www.edp.com.br/tarifas-vigentes/. Acesso em: 10 de out. de 2022.

IMPRENSA NACIONAL. **Lei nº 14.300 de 6 de janeiro de 2022.** 2022. Disponível em: https://in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.300-de-6-de-janeiro-de-2022-372467821. Acesso em: 27 dez. 2021.

MAIS RETORNO. **Retorno Líquido.** 2019. Disponível em: https://maisretorno.com/portal/termos/r/retorno-liquido. Acesso em: 22 de out. de 2022.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Cálculo de financiamento.** Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/matematica/calculo-financiamento.htm. Acesso em: 31 jan. 2023.

PORTAL SOLAR. **Radar GD: Energia Solar atinge 9 GW na modalidade distribuída no Brasil.** 2022. Disponível em https://www.portalsolar.com.br/noticias/mercado/geracao-distribuida/radar-gd-energia-solar-atinge-9-gw-na-modalidade-distribuida-no-brasil. Acesso em: 02 de abr. de 2022.

PORTAL SOLAR. 2022. Disponível em https://www.portalsolar.com.br/noticias/editoria/mercado/internacional. Acesso em: 13 de fev. de 2022.

PORTAL SOLAR. **EUA suspende tarifas de importação para equipamentos de energia solar.** 2022. Disponível em https://portalsolar.com.br/noticias/mercado/internacional/eua-suspende-tarifas-de-importacao-para-equipamentos-de-energia-solar. Acesso em: 02 de dez. de 2022.

PORTAL SOLAR. **Comissão europeia aprova criação de aliança da indústria solar fotovoltaica.** 2022. Disponível em https://www.portalsolar.com.br/noticias/mercado/internacional/comissao-europeia-aprova-criacao-da-alianca-da-industria-solar-fotovoltaica. Acesso em: 02 de dez. de 2022.

PORTAL SOLAR. **Financiamento de energia Solar: as melhores linhas de crédito do mercado.** 2022. Disponível em https://www.portalsolar.com.br/financiamento-de-energia-solar-guia-completo. Acesso em: 31 de jan. de 2023.

PORTAL SOLAR. 2022. Disponível em https://www.portalsolar.com.br/noticias/mercado/internacional/china-atinge-360-gw-em-capacidade-solar-fotovoltaica-em-operacao. Acesso em: 02 de dez. de 2022.

RUBIM, B. **Desvendando a Lei 14.300.** 2022. Disponível em https://barbararubim.com.br/category/geracao-distribuida/. Acesso em: 13 de fev. de 2022.

SCHRIEFER, D. H. **Estudo da alteração da Resolução Normativa nº 482/2012 e seus impactos no mercado de geração fotovoltaica.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2022.

PEREIRA, N. X. **Desafios e perspectivas da energia solar fotovoltaica no Brasil: Geração Distribuída vs Geração Centralizada.** 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Sorocaba, 2019.