



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA
LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIAS**

ANTONIA VITÓRIA MORENO SANTOS

**ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA DE UM SISTEMA DE
MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA, CONSIDERANDO A PROGRESSÃO DE
TAXAÇÃO TARIFÁRIA PREVISTA NA LEI N° 14.300, UM ESTUDO DE CASO**

REDENÇÃO – CE

2023

ANTONIA VITÓRIA MORENO SANTOS

**ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA DE UM SISTEMA DE
MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA, CONSIDERANDO A PROGRESSÃO DE
TAXAÇÃO TARIFÁRIA PREVISTA NA LEI N° 14.300, UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia de Energias da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro de Energias.

Orientador: Prof. Me. Humberto Ícaro Pinto Fontinele.

REDENÇÃO–CE

2023

Página reservada para ficha catalográfica.

ANTONIA VITÓRIA MORENO SANTOS

ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA DE UM SISTEMA DE MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA, CONSIDERANDO A PROGRESSÃO DE TAXAÇÃO TARIFÁRIA PREVISTA NA LEI Nº 14.300, UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Programa de Graduação em Engenharia de Energias da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro de Energias. Área de concentração: Sistemas elétricos de potência.

Aprovado em: 30/11/2023

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



HUMBERTO ICARO PINTO FONTINELE

Data: 28/12/2023 23:17:41-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Humberto Icaro Pinto Fontinele (Orientador)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Prof. Dr. Herivelton Alves de Oliveira
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Prof. Dr. Gustavo Alves de Lima Henn
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

**“Entregue o seu caminho ao Senhor;
confie Nele, e Ele agirá.”**

(Salmos 37:5)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre estar presente em minha vida, guiando e iluminando meus caminhos e me permitindo chegar ao final desta árdua jornada.

Aos meus pais, Adriana e Orleânio, por todo amor, carinho e incentivo, por me acompanharem e me impulsionarem a lutar pelos meus objetivos e metas. Esta caminhada não teria acontecido sem o apoio de vocês.

Ao prof. Humberto Icaro Pinto Fontinele, pelo valoroso empenho nas orientações e sugestões que enriqueceram meu trabalho.

Aos meus queridos amigos que me acompanharam na caminhada da graduação, pela ajuda e amizade. Agradeço especialmente aos amigos: Marisabel, Lizandra, Bruna e Marlo, pelas incansáveis ajudas no decorrer de todas as disciplinas e pelo companheirismo, meu muito obrigada.

Agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho explora o impacto da Lei nº 14.300 na atratividade de empreendimentos de microgeração fotovoltaica, realizando um estudo de caso em que se quantifica a influência financeira, ao longo dos anos, da nova taxaço progressiva do Fio B. Através de um estudo comparativo, observa-se os impactos financeiros da taxaço progressiva prevista na lei. Constata-se que, enquanto os avanços tecnológicos têm reduzido consistentemente os custos de instala o e melhorado a eficiência dos sistemas, a nova legisla o pode representar desafios significativos em termos de rentabilidade para projetos de microgera o fotovoltaica. Este trabalho destaca a importância de uma abordagem equilibrada na formula o de políticas que promova a gera o através da energia solar, mas também considere a sustentabilidade financeira dos projetos. A análise sugere a necessidade de uma contínua colabora o entre os diversos agentes do setor para assegurar um futuro energético renovável e economicamente viável.

Palavras-chave: microgera o fotovoltaica; lei n  14.300; viabilidade financeira.

ABSTRACT

This paper explores the impact of Law 14.300 on the attractiveness of photovoltaic microgeneration projects, carrying out a case study in which the financial influence of the new progressive percentage tax on the B Wire is quantified over the years. Through a comparative study, the financial impacts of the progressive charging provided for in the law are observed. It found that while technological advances have consistently reduced installation costs and improved system efficiency, the new legislation could pose significant challenges in terms of profitability for photovoltaic microgeneration projects. This work highlights the importance of a balanced approach to policymaking that promotes generation through solar energy, but also considers the financial sustainability of projects. The analysis suggests the need for continued collaboration between the various players in the sector to ensure a renewable and economically viable energy future.

Keywords: photovoltaic microgeneration; law No. 14,300; financial viability.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 1.1 LEI Nº 14.300 E SUA IMPORTÂNCIA PARA O CENÁRIO DA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO BRASIL..... | 16 |
| 1.2 OBJETIVOS..... | 17 |
| 1.2.1 Geral..... | 17 |
| 1.2.2 Específicos..... | 17 |
| 1.3 JUSTIFICATIVA..... | 18 |
| 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO..... | 18 |
| | |
| 2 PANORAMA GERAL SOBRE A GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO BRASIL E NO MUNDO..... | 19 |
| 2.1 EVOLUÇÃO E CRESCIMENTO DA MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA NOS ÚLTIMOS ANOS..... | 19 |
| 2.1.1 Trajetória de crescimento..... | 19 |
| 2.1.2 Fatores impulsionadores..... | 20 |
| 2.3 INCENTIVOS E SUBSÍDIOS GOVERNAMENTAIS..... | 22 |
| 2.4 MANUTENÇÃO EVIDA ÚTIL..... | 22 |
| 2.5 FINANCIAMENTO E MODELOS DE NEGÓCIOS..... | 23 |
| 2.6 DESAFIOS E CONSIDERAÇÕES..... | 24 |
| | |
| 3 A LEI Nº 14.300..... | 26 |
| 3.1 BREVE HISTÓRICO LEGISLATIVO..... | 26 |
| 3.2 IMPACTOS FINANCEIROS PREVISTOS PARA A MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA..... | 26 |
| 3.3 PROJEÇÕES TARIFÁRIAS À LUZ DA LEI Nº 14.300..... | 28 |
| 3.4 TARIFAS IMPLEMENTADAS NO CEARÁ..... | 29 |
| | |
| 4 VIABILIDADE FINANCEIRA: ASPECTOS GERAIS..... | 31 |
| 4.1 RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO (ROI) | 31 |
| 4.2 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL) | 32 |
| 4.3 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) | 32 |
| 4.4 PAYBACK SIMPLES E PAYBACK DESCONTADO..... | 33 |

| | |
|--|-----------|
| 4.5 CUSTO NIVELADO DA ENERGIA (LCOE) | 34 |
| 4.6 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE..... | 35 |
| 5 ESTUDO DE CASO..... | 37 |
| 5.1 QUALIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO..... | 37 |
| 5.2 MANUTENÇÃO..... | 39 |
| 5.3 RESULTADOS..... | 40 |
| 6 CONCLUSÃO..... | 44 |
| 6.1 CONTRIBUIÇÕES DESTE TRABALHO..... | 44 |
| 6.2 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS..... | 45 |
| REFERÊNCIAS..... | 46 |
| ANEXOS..... | 50 |
| Anexo 1 - Fluxo de caixa para cenário com compensação integral..... | 50 |
| Anexo 2 – Fluxo de caixa para cenário com compensação na nova regra..... | 54 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Célula Fotovoltaica de Silício..... | 15 |
| Figura 2: Componentes Tarifárias..... | 29 |
| Figura 3: Mapa da região de instalação do sistema..... | 38 |
| Figura 4: Irradiação Inclinada para a Célula 57336..... | 38 |
| Figura 5: Consumo da rede e energia injetada para o cenário..... | 40 |
| Figura 6: Fluxo de caixa – Cenário de Compensação Integral..... | 41 |
| Figura 7: Fluxo de caixa – Cenário de Compensação Conforme a Lei nº 14.300..... | 42 |
| Figura 8: Fluxo de caixa acumulado..... | 43 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Valores da Contribuição de Iluminação Pública para consumidores do subgrupo B1 em Fortaleza..... | 30 |
| Tabela 2: Histórico de consumo de energia elétrica para a residência..... | 37 |
| Tabela 3: Especificações | 38 |
| Tabela 4: Fluxo de caixa para cenário com compensação integral..... | 50 |
| Tabela 5: Fluxo de caixa para cenário com compensação na nova regra..... | 54 |

1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, o cenário energético mundial tem experimentado mudanças profundas e aceleradas. Para atender à sua crescente necessidade de energia, o mundo historicamente tem dependido de fontes de energia não renováveis, como gás natural, petróleo e carvão. Ainda que esses combustíveis fósseis sejam abundantes e lucrativos em várias regiões, eles são limitados e causam graves consequências socioeconômicas e ambientais (FOMATHEUS, 2015).

A queima de combustíveis fósseis tem sido a principal fonte de emissões de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO₂), desde a Revolução Industrial. O fenômeno das mudanças climáticas tem sido associado à maior concentração desses gases na atmosfera, o que resulta em eventos climáticos extremos, elevação do nível do mar e perda de biodiversidade. Para mitigar os efeitos das mudanças climáticas, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e outras organizações internacionais têm alertado repetidamente para a necessidade de uma mudança para um modelo energético mais sustentável (CHAMBULE, 2010).

Paralelamente aos desafios ambientais, o cenário geopolítico do petróleo e outros combustíveis fósseis têm sido marcado por instabilidades. As oscilações nos preços, conflitos em regiões produtoras e a crescente preocupação com a segurança energética têm incentivado nações a diversificar suas matrizes e buscar autonomia (EPE, 2014).

Em uma situação como essa, as fontes de energia renováveis se tornam uma solução essencial. Essas fontes de energia prometem não apenas diminuir o efeito que a geração de energia tem no meio ambiente, mas também fornecer uma fonte de energia mais descentralizada e confiável. Investimentos e estudos substanciais têm sido realizados em muitas das opções disponíveis, incluindo energia solar, eólica, hidrelétrica, geotérmica e biomassa. Alguns estudos que baseiam este trabalho são de: Bezerra (2022), Cavalcante (2020), Janousek (2022) e Lira (2019).

O compromisso global com as energias renováveis foi solidificado através de acordos internacionais, como o Acordo de Paris, no qual países se comprometeram a tomar medidas para limitar o aquecimento global. O investimento em fontes renováveis não é apenas uma questão de sustentabilidade, mas também econômica, à medida que os custos associados a tecnologias como solar e eólica continuam a diminuir, tornando-as competitivas em relação às fontes tradicionais (STEFANELLO, 2019).

No entanto, a transição energética apresenta alguns obstáculos. Os obstáculos a serem superados incluem a reestruturação de mercados e infraestruturas, a incorporação de fontes renováveis intermitentes à rede e a necessidade de inovações no armazenamento de energia. Ainda assim, devido à necessidade urgente de enfrentar o impacto da mudança climática e à promessa de uma matriz energética mais resiliente e autônoma, parece que a tendência para um futuro energético mais limpo e sustentável é inevitável.

Nos últimos anos, houve um aumento na busca por opções diferentes de fornecimento energético, impulsionado pela busca de economia na fatura de energia. Os sistemas de geração solar em pequena escala surgem como uma solução promissora para essa necessidade, pois são capazes de produzir eletricidade de maneira eficiente e limpa, aproveitando a energia solar. Essa alternativa não apenas reduz os impactos ambientais da geração de energia, mas também pode proporcionar independência energética e redução dos custos com eletricidade ao longo do tempo. Embora os benefícios ambientais e a autonomia sejam claros, uma pergunta comum que surge é: “Esse investimento é realmente viável financeiramente?”

Os custos iniciais envolvidos na instalação e operação de um sistema de microgeração fotovoltaica são: aquisição de equipamentos, mão de obra para instalação e manutenções periódicas (CASTRO, 2007). Gerando poupanças substanciais ao reduzir ou eliminar a necessidade de energia da rede, o sistema fotovoltaico torna-se atrativo. Os governos incentivam frequentemente a adoção da energia solar com incentivos como créditos fiscais, descontos e financiamento a juros baixos. Uma fonte adicional de rendimento pode ser gerada através da venda de energia excedente à rede em muitos locais. Essas economias devem ser consideradas ao longo da vida útil estimada do sistema fotovoltaico, que normalmente é de 20 a 25 anos (CARVALHO et.al., 2019).

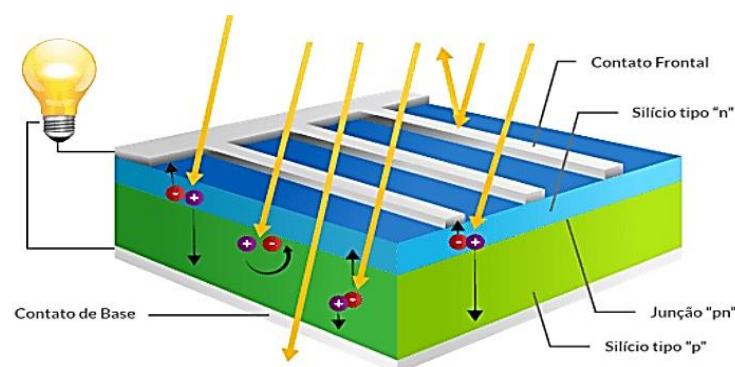
Considerar a projeção da inflação, os ajustes tarifários e a depreciação dos equipamentos ao longo dos anos são cruciais para um cálculo preciso do tempo de retorno do investimento. Um ponto importante a considerar é que os sistemas de microgeração fotovoltaica exigem um investimento inicial substancial. No entanto, pesquisas recentes sugerem que estão se tornando cada vez mais viáveis economicamente (CARVALHO et.al, 2019). Com a redução dos custos e a otimização da eficiência dos equipamentos, os incentivos governamentais e a economia nas contas de eletricidade, em uma análise inicial, parece ser atrativo investir nesta tecnologia.

A Resolução Normativa 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabelece as condições gerais para o acesso de micro e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e cria o sistema de compensação de energia no Brasil. Microgeração distribuída é um sistema de geração de energia elétrica com potência instalada

de até 75 quilowatts (kW). Geralmente é utilizado em residências, pequenos comércios, indústrias de pequeno porte e propriedades rurais. O excedente de energia gerado pela microgeração pode ser injetado na rede elétrica, gerando créditos que podem ser utilizados para abater o consumo de energia em momentos nos quais a geração solar não é suficiente. Minigeração distribuída refere-se a sistemas com potência instalada superior a 75 kW e igual ou inferior a 5 megawatts (MW). Pode ser implementada em empreendimentos comerciais, industriais, agronegócios, condomínios e outros estabelecimentos de maior porte. Assim como na microgeração, a minigeração também utiliza o sistema de compensação, permitindo que o excedente de energia seja injetado na rede e convertido em créditos. Usinas de geração distribuída são sistemas com potência superior a 5 MW. Normalmente destinadas a empreendimentos de maior porte, como usinas fotovoltaicas comerciais ou industriais. O regime de compensação é semelhante, mas há particularidades relacionadas ao porte e à operação dessas usinas. A Resolução 482/2012 estabelece as regras para o sistema de compensação de energia, no qual os consumidores podem utilizar a energia excedente gerada por seus sistemas fotovoltaicos para abater o consumo de energia da rede elétrica em momentos nos quais a geração solar não é suficiente (NETO, 2014).

Os sistemas fotovoltaicos são compostos por painéis solares (que contêm células fotovoltaicas) suporte para os painéis, inversor solar, string box e cabeamento. Estas células, feitas predominantemente de silício, têm a propriedade de converter a luz solar direta em corrente elétrica através do chamado "efeito fotovoltaico". Quando a luz incide sobre a célula, ela libera elétrons, criando uma corrente que pode ser usada para alimentar dispositivos elétricos ou ser armazenada em baterias (BLUESOL, 2015).

Figura 1: Célula Fotovoltaica de Silício



Fonte: *Blue Sol*, 2015.

A modularidade da microgeração fotovoltaica é um grande atrativo. Isso significa que os sistemas podem ser ajustados para atender às necessidades específicas do usuário, podendo ser expandida aproveitando-se integralmente os equipamentos já instalados. Além disso, a energia solar tornou-se cada vez mais acessível e atraente devido aos avanços na eficiência das células fotovoltaicas e à redução dos preços dos painéis nos últimos anos.

A venda do excedente de energia gerada para a concessionária pode ser uma fonte adicional de renda em vários lugares (CAVALCANTE et al., 2020). O SCEE (Sistema de Compensação de Energia Elétrica) é um sistema no qual a energia ativa é injetada por uma unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída na rede da distribuidora local. Essa energia é cedida a título de empréstimo gratuito e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa ou contabilizada como crédito de energia de unidades consumidoras participantes do sistema (BEZERRA,2023).

Em resumo, a microgeração fotovoltaica representa uma revolução no cenário energético, permitindo que indivíduos e empresas se tornem produtores de energia. Ela encapsula a promessa de um futuro mais sustentável, descentralizado e autônomo no que diz respeito à geração e ao consumo de energia. Neste trabalho, discute-se as considerações financeiras relacionadas à implementação de um sistema de microgeração fotovoltaica, levando em consideração a tarifação complementar prevista pela Lei nº 14.300.

1.1 LEI Nº 14.300 E SUA IMPORTÂNCIA PARA O CENÁRIO DA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO BRASIL

A Lei nº 14.300, também conhecida como Marco Legal da Geração Distribuída (GD), foi publicada em 7 de janeiro de 2022 e trouxe mudanças significativas para o setor de energia solar no Brasil. Esta lei federal aborda os conceitos e regras de transição para a alteração do novo modelo de compensação de energia, substituindo a antiga REN 482/2021 (BEZERRA, 2023).

A Lei 14.300 é importante, pois estabelece um marco regulatório para o setor de energia solar no Brasil, trazendo mais segurança jurídica e previsibilidade para os investidores. Além disso, as mudanças propostas pela lei visam equilibrar os interesses dos consumidores e das concessionárias de energia, garantindo a sustentabilidade do setor no longo prazo (BEZERRA, 2022).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Avaliar a viabilidade financeira de implantar e operar um sistema de microgeração fotovoltaica no Brasil, levando em consideração as mudanças na taxação tarifária previstas pela Lei nº 14.300.

1.2.2 Específicos

Para se alcançar o objetivo geral deste trabalho, se estabeleceu os objetivos específicos que seguem.

- Realizar um levantamento do panorama atual da geração fotovoltaica no Brasil e no mundo.
- Realizar uma análise do impacto da Lei nº 14.300, especialmente no que diz respeito ao impacto financeiro para a microgeração fotovoltaica.
- Apresentar os principais custos envolvidos na implantação e operação de usinas de microgeração fotovoltaica;
- Realizar um estudo de caso para ilustrar uma comparação de viabilidade financeira entre um empreendimento de microgeração fotovoltaica com e sem o impacto financeiro da Lei nº 14.300, ao longo dos anos.
- Estabelecer conclusões baseadas nos resultados alcançados no estudo de caso.

1.3 JUSTIFICATIVA

A fim de enfrentar os desafios impostos pela mudança climática e pela crescente demanda por energia, é necessário passar a utilizar fontes de energia renováveis em todo o mundo. A energia solar fotovoltaica, que atende aos princípios de eficiência energética e sustentabilidade, surge como uma alternativa promissora nesse contexto. A microgeração fotovoltaica no Brasil tem crescido rapidamente devido ao interesse crescente de empresas e consumidores em alternativas de produção de energia mais acessíveis e sustentáveis.

Neste trabalho se propõe realizar uma análise comparativa detalhada da viabilidade financeira de um sistema de microgeração fotovoltaica fictício, considerando a progressão da taxação tarifária prevista pela Lei nº 14.300. A pesquisa se justifica pelo interesse de usuários,

potenciais usuários, investidores e fornecedores em entender, na prática, os impactos financeiros previstos na Lei nº 14.300, neste mercado, nos próximos anos.

A análise proposta é útil não apenas para fornecedores, investidores e consumidores, mas também para os formuladores de políticas públicas, pois fornece informações sólidas para avaliar os efeitos da legislação atual, permitindo que esses agentes possam planejar estratégias mais assertivas para promover viabilidade financeira e sustentabilidade para esse mercado.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho se estrutura em 5 capítulos, onde os 4 capítulos seguintes abordam os temas descritos abaixo.

No capítulo 2 são abordadas explicações sobre sistema de microgeração fotovoltaica, com sua evolução, trajetória de crescimento, fatores impulsionadores e desafios.

No capítulo 3 é explanada a Lei nº 14.300 e como ela impacta o cenário fotovoltaico brasileiro atual.

Após, no capítulo 4, são apresentados os principais indicadores de viabilidade financeira que podem ser adotados para empreendimentos de geração fotovoltaica.

No capítulo 5 é realizado um estudo de caso que permite quantificar o impacto da lei na atratividade de empreendimentos de microgeração fotovoltaica. O estudo de caso aborda os custos de instalação e o período de retorno e lucro de empreendimentos desta natureza, e são discutidas as principais mudanças que a lei impõe.

2 PANORAMA GERAL SOBRE A GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO BRASIL E NO MUNDO

A microgeração fotovoltaica é uma solução viável e promissora para os desafios de sustentabilidade, segurança e independência de fontes de energia não renováveis. Ele representa uma solução direta para os problemas ambientais e a crescente demanda por energia, fornecendo uma maneira de descentralizar a produção de energia, enquanto reduz a pegada de carbono (CHAMBULE, 2010).

2.1 EVOLUÇÃO E CRESCIMENTO DA MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA NOS ÚLTIMOS ANOS

Ao longo das últimas décadas, a microgeração fotovoltaica tem experimentado um crescimento notável graças aos avanços tecnológicos, a redução dos preços e o aumento da popularidade em todo o mundo. Este crescimento não é apenas uma tendência temporária, é uma resposta firme aos problemas energéticos e ambientais que estão sendo enfrentados em todo o mundo. A seguir é apresentada resumidamente a trajetória de crescimento dessa indústria e os fatores motivadores (SAUAIA, 2019).

2.1.1 Trajetória de crescimento

Os primórdios da geração fotovoltaica remontam ao início da exploração espacial na década de 1950 e 1960. A necessidade de fornecer energia a satélites e outros equipamentos espaciais de forma autônoma impulsionou o desenvolvimento e a adoção de células solares fotovoltaicas como fonte de energia. O primeiro satélite a utilizar células solares foi o Vanguard 1, lançado pelos Estados Unidos em 1958. No entanto, as células solares nesse período eram relativamente ineficientes e caras. As primeiras células solares eram baseadas em silício cristalino, e os satélites inicialmente dependiam mais de baterias recarregáveis ou fontes de radioisótopos para energia.

Com o tempo, as tecnologias fotovoltaicas avançaram, impulsionadas em grande parte por investimentos em pesquisa e desenvolvimento para aplicações espaciais. As células solares de silício amorfo e células solares de arsenieto de gálio (GaAs) tornaram-se comuns devido à sua maior eficiência e menor peso em comparação com as células de silício cristalino (RABELO, 2022).

Até o início dos anos 2000, a energia solar fotovoltaica era percebida mais como uma tecnologia nicho, utilizada predominantemente em aplicações off-grid e em regiões remotas. Contudo, o crescimento da consciência ambiental e os primeiros sinais de viabilidade comercial começaram a mudar esta percepção (NAKABAYASHI, 2014).

Os anos 2010 a 2020 testemunharam um crescimento explosivo na adoção de energia solar. Vários países, incluindo Alemanha, China, EUA e Índia, estabeleceram metas ambiciosas de energia renovável e implementaram políticas incentivadoras. Durante esse período, a capacidade instalada de energia solar fotovoltaica cresceu exponencialmente (NAKABAYASHI, 2014).

A tendência continuou nos anos 2020, com uma queda acentuada nos custos e um aumento significativo na eficiência dos painéis. A microgeração fotovoltaica, em particular, ganhou destaque, com sistemas residenciais e comerciais se tornando comuns em muitas regiões (BEZERRA, 2022).

Hoje em dia as expectativas de expansão da microgeração distribuída se mantêm elevadas. De acordo com a Bloomberg (2023) a potência instalada global da geração fotovoltaica deve crescer 392 GW em 2023, dos quais 3 GW estão instalados no Brasil (Governo Federal, 2023). Segundo projeção apresentada para os Cenários Socioeconômicos e Demanda para 2050, a energia fotovoltaica, na modalidade geração distribuída, tem potencial a suprir até 72,22% da área de carga demandada pelo setor residencial até 2050 (STEFANELLO et al., 2019).

Os principais fatores impulsionadores deste crescimento são apresentados na seção seguinte.

2.1.2 Fatores impulsionadores

- **Redução de Custos:** talvez o maior catalisador do crescimento da microgeração fotovoltaica tenha sido a queda vertiginosa nos custos dos módulos fotovoltaicos. Impulsionados pela inovação tecnológica, economias de escala e concorrência intensificada, os preços dos painéis solares caíram mais de 80% na década de 2010 (DANTAS, 2018).
- **Incentivos Governamentais:** subsídios, tarifas *feed-in*, créditos fiscais e outras políticas de incentivo desempenharam um papel crucial em tornar a energia solar uma opção economicamente viável no Brasil. Por exemplo, a Resolução Normativa 482/2012 da ANEEL estabeleceu as condições gerais para o acesso de micro e minigeradores de

energia elétrica aos sistemas de distribuição de energia elétrica. Ela permite a geração distribuída, incluindo a solar, e estabelece as regras para a compensação de energia elétrica. Os sistemas de microgeração fotovoltaica podem aderir ao sistema de compensação de energia elétrica, isso significa que a energia gerada e não consumida instantaneamente pode ser injetada na rede elétrica, gerando créditos que podem ser utilizados para abater o consumo em outros momentos. Em alguns estados brasileiros, os governos estaduais oferecem isenção ou redução do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) sobre a energia gerada por sistemas de microgeração fotovoltaica. Isso contribui para tornar a geração solar mais atrativa economicamente. Alguns bancos e instituições financeiras oferecem linhas de crédito especiais e financiamentos para a instalação de sistemas de energia solar, muitas vezes com condições facilitadas. O governo realiza leilões de energia, incluindo projetos solares, para promover o investimento em larga escala. Esses leilões incentivam o crescimento do setor solar no país (DANTAS, 2018).

- **Consciência Ambiental:** o crescente reconhecimento das mudanças climáticas e a necessidade de transição para fontes de energia limpa impulsionaram o interesse público e o investimento na energia (CHAMBULE, 2010).
- **Tecnologia e Eficiência:** avanços em pesquisas resultaram em painéis mais eficientes, inversores mais confiáveis e sistemas de armazenamento mais sofisticados. A eficiência dos painéis solares fotovoltaicos melhorou ao longo do tempo devido aos avanços tecnológicos. Painéis fotovoltaicos mais eficientes, baseados em tecnologias como células monocristalinas e policristalinas, têm se tornado mais comuns. Módulos fotovoltaicos de alta eficiência, como os de filmes finos e bifaciais, também estão sendo mais amplamente adotados (CAVALCANTE, 2020).
- **Modelos Financeiros Inovadores:** o surgimento de modelos de negócios, como acordos de compra de energia (PPAs) e leasing de sistemas solares, facilitou a adoção da microgeração fotovoltaica por reduzir o ônus financeiro inicial para os consumidores (CARVALHO, 2019).
- **Integração à Rede e *Net Metering*:** a capacidade de vender o excedente da energia gerada e devolvida à rede, em muitos países, tornou a microgeração fotovoltaica ainda mais atraente para os consumidores (EPE, 2014).

2.3 INCENTIVOS E SUBSÍDIOS GOVERNAMENTAIS

Muitos governos oferecem incentivos para encorajar a adoção de sistemas fotovoltaicos. No Brasil, as principais iniciativas do governo para estimular esse mercado são apresentadas a seguir (CARVALHO, 2019).

- Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD): é um programa da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) que visa estimular o desenvolvimento da geração distribuída, incluindo a microgeração solar. Ele abrange diversas iniciativas, como o Net Metering.
- Leilões de Energia: o governo realiza leilões de energia, nos quais os projetos de geração solar podem participar, para vender a energia gerada. Esses leilões podem oferecer contratos de longo prazo, o que proporciona uma fonte estável de receita para os projetos.
- Financiamentos e Linhas de Crédito: instituições financeiras e agências governamentais podem oferecer financiamentos e linhas de crédito especiais para projetos de energia solar, visando facilitar o acesso a essas tecnologias.
- Isenção ou Redução de Impostos: em alguns casos, pode haver isenções ou reduções de impostos para equipamentos e sistemas de energia solar. Isso varia de acordo com a legislação estadual e federal.
- Programa de Eficiência Energética das Distribuidoras: algumas distribuidoras de energia têm programas de eficiência energética que incentivam a adoção de tecnologias renováveis, incluindo sistemas fotovoltaicos.

Vale salientar que a disponibilidade e as condições desses incentivos podem mudar e é crucial verificar as informações mais recentes junto às autoridades reguladoras, agências governamentais, e instituições financeiras. Além disso, consultar profissionais do setor é fundamental para garantir projetos que maximizem os benefícios que a tecnologia pode trazer.

2.4 MANUTENÇÃO E VIDA ÚTIL

Embora os sistemas fotovoltaicos sejam conhecidos por sua baixa manutenção, há custos associados que devem ser levados em consideração, como manutenções periódicas e conserto ou troca de equipamentos (CARVALHO, 2019).

O monitoramento mensal da quantidade de energia gerada é importante para identificar possíveis falhas. Inspeções visuais de módulos, inversores, conectores e outros componentes também devem ser realizadas regularmente para detectar

defeitos ou falhas nos equipamentos, pontos de deterioração, infiltrações e falhas na estrutura de montagem. Se possível, realizar uma inspeção termográfica para verificar a existência de pontos quentes, que indicam falhas internas nos módulos ou inversores e reduzem o desempenho do sistema (COSTA; HIRASHIMA; FERREIRA, 2021; SOUZA; SOUZA; MINORI, 2019).

2.5 FINANCIAMENTO E MODELOS DE NEGÓCIOS

A microgeração fotovoltaica abre diversas oportunidades para modelos de negócios inovadores e sustentáveis. Aqui estão alguns modelos de negócios que são aplicados com frequência na microgeração fotovoltaica (THORMANN, 2017):

- Venda direta de sistemas fotovoltaicos residenciais: empresas especializadas vendem e instalam sistemas fotovoltaicos em residências. Os clientes podem comprar os sistemas diretamente ou financiá-los.
- Leasing ou aluguel de sistemas: empresas oferecem a opção de leasing ou aluguel de sistemas fotovoltaicos para clientes que desejam usufruir dos benefícios da energia solar sem a necessidade de um investimento inicial significativo.
- Empreendimento em telhados comunitários: empresas instalam e operam sistemas fotovoltaicos em telhados de edifícios compartilhados por uma comunidade. Os participantes recebem créditos na conta de energia, proporcionando uma solução compartilhada e acessível.
- Plataformas de financiamento coletivo (crowdfunding): plataformas online permitem que investidores individuais financiem projetos de microgeração fotovoltaica. Esses investidores podem receber retorno financeiro com base na produção de energia ou outros modelos de participação nos lucros.
- Serviços de monitoramento e manutenção: empresas oferecem serviços de monitoramento remoto e manutenção para sistemas fotovoltaicos, garantindo seu funcionamento eficiente ao longo do tempo. Esses serviços podem ser oferecidos como assinaturas mensais.
- Integração com imóveis inteligentes (smart homes): empresas integram sistemas fotovoltaicos com tecnologias de casas inteligentes, permitindo o gerenciamento remoto da produção de energia, armazenamento e consumo, proporcionando maior eficiência energética.

- Soluções para empresas e indústrias: empresas oferecem soluções turnkey para empresas e indústrias, incluindo a instalação de grandes sistemas fotovoltaicos, serviços de monitoramento e otimização do consumo de energia.
- Plano de assinatura para energia solar: modelos de negócios baseados em assinatura, nos quais os consumidores pagam uma taxa mensal fixa para ter acesso à energia solar gerada por um sistema instalado em sua propriedade.
- Empreendimentos comerciais de geração distribuída: empresas desenvolvem projetos de geração distribuída, fornecendo energia solar a várias propriedades comerciais ou industriais.
- Serviços de consulta: empresas oferecem serviços de consultoria para ajudar clientes a avaliar a viabilidade de instalar sistemas fotovoltaicos, considerando aspectos técnicos, regulatórios e financeiros.

Esses modelos de negócios refletem a diversidade de oportunidades na indústria de microgeração fotovoltaica. A inovação e a criatividade são essenciais para aproveitar o potencial completo dessa tecnologia em constante evolução.

2.6 DESAFIOS E CONSIDERAÇÕES

A microgeração fotovoltaica enfrenta desafios, apesar dos benefícios substanciais, por exemplo a disponibilidade da luz solar, que é o principal fator que influencia na capacidade de geração do sistema. Além disso, apesar da diminuição ao longo dos anos, o investimento inicial ainda pode ser considerado alto para muitas pessoas.

Além disso, podem existir obstáculos burocráticos que dificultem a implementação e a integração dos sistemas à rede elétrica em regiões onde as leis ainda não foram ajustadas.

A microgeração fotovoltaica é mais do que uma tendência, é uma realidade em crescente adoção ao redor do mundo. Representa uma solução viável e sustentável aos desafios energéticos atuais, alinhando-se à necessidade global de transição para fontes de energia mais limpas (DANTAS, 2023).

A energia solar fotovoltaica entra no processo de neutralização do carbono, pois a emissão de gases poluentes durante seu processo de produção de energia é mínima e provoca baixo impacto ambiental. Além de ser uma fonte limpa e renovável, ela ocupa pouco espaço e permite a instalação em lugares diversos, mesmo os mais remotos, além de a necessidade de manutenção ser pequena. Sistemas fotovoltaicos convertem a luz solar em eletricidade e podem ser instalados em telhados para produzir a energia. A energia solar fotovoltaica também é utilizada em fábricas, indústrias, pequenos negócios e até na

agricultura. E pode gerar energia limpa para milhares de consumidores. Essas vantagens proporcionam aos consumidores a manutenção de seus processos de geração de energia com sustentabilidade. E isso tudo sem falar na economia na conta de luz, que pode ficar até 95% mais barata. (TOPSUN, 2021)

A capacidade de microgeração fotovoltaica no Brasil tem experimentado um crescimento notável nos últimos anos. A Resolução Normativa 482/2012 da ANEEL, que estabeleceu as condições para a geração distribuída, contribuiu para o aumento da instalação de sistemas solares em residências, comércios e indústrias. Globalmente, a capacidade de microgeração fotovoltaica tem crescido exponencialmente. Vários países têm implementado políticas de incentivo, leis de geração distribuída e metas de energia renovável, impulsionando a adoção de sistemas solares em pequena escala. A China, os Estados Unidos e alguns países europeus têm liderado a expansão da capacidade instalada de microgeração fotovoltaica (RABELO, 2022).

No capítulo seguinte será abordada a Lei 14.300, discutindo-se especialmente o impacto desta lei na atratividade de empreendimentos de microgeração fotovoltaica, nos próximos anos.

3 A LEI N° 14.300

3.1 BREVE HISTÓRICO LEGISLATIVO

A Lei n° 14.300, sancionada em 06 de janeiro de 2022, institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, que consiste basicamente do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS). Ela altera o sistema de compensação de crédito de energia, que é o tratamento dado para o excedente de energia injetado na rede da distribuidora e que retorna para o cliente em forma de desconto na conta de luz (BEZERRA, 2022).

A Lei foi publicada no dia 07 de janeiro de 2022. Apesar de já ter sido sancionada, a lei possui um período de transição para projetos solicitados em até 12 meses, contados da publicação da Lei. Isso significa que todos os projetos instalados antes de 7 de janeiro de 2023 permanecem submetidos às regras compensação da Resolução 482 (Resolução Normativa n.º 482/2012), até o dia 31 de dezembro de 2045 (ANEEL, 2023).

Aprovada pela câmara, uma das novas regras que essa lei traz é a instituição da cobrança dos custos de distribuição para quem produz a própria energia e, atualmente, não paga essa tarifa quando usa a rede, mas compensa esse uso com os créditos de geração. Ou seja, os usuários passam a pagar integralmente a distribuição quando não usa a própria energia, como é comum acontecer durante a noite ou em dias de pouca luminosidade (MENEZES, 2022).

3.2 IMPACTOS FINANCEIROS PREVISTOS PARA A MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA

Os impactos previstos para a tarifa progressiva na microgeração fotovoltaica são significativos. A nova lei prevê que os usuários que geram sua própria energia terão que pagar integralmente pela distribuição quando não estiverem usando sua própria energia. Isso significa que mesmo que o consumidor esteja gerando mais energia do que consome durante o dia, ainda terá que pagar pela distribuição à noite ou em dias nublados quando sua produção for menor (MENEZES, 2022).

Isso pode ter um impacto significativo nos custos para os usuários que dependem da geração fotovoltaica para suas necessidades energéticas. No entanto, é importante notar que esta é uma mudança necessária para garantir a sustentabilidade do sistema elétrico como um todo. Entre os benefícios dessa nova tarifação, encontram-se (MENEZES, 2022):

- **Justiça tarifária:** a cobrança do Fio B é mais justa e equilibrada, pois leva em consideração não apenas o consumo de energia elétrica de cada cliente, mas também a capacidade da rede elétrica local.
- **Estímulo à eficiência energética:** a tarifa Fio B só impacta o montante de energia exportada para a rede elétrica da concessionária, não gerando, portanto, custo para a energia gerada e consumida instantaneamente na unidade consumidora. Isso incentiva os consumidores a otimizar o uso de sua própria geração de energia.
- **Atratividade:** para consumidores residenciais e comerciais, a tarifa é um componente crucial na decisão de instalar ou não sistemas fotovoltaicos. Tarifas menores ou incentivos tarifários, como créditos de *net metering*, podem motivar mais consumidores a optarem pela energia solar.
- **Competitividade em relação a outras fontes de energia:** a taxação tarifária tem um papel fundamental em determinar a competitividade da microgeração fotovoltaica em relação a outras fontes de energia. Uma taxação tarifária bem estruturada pode tornar a energia solar uma alternativa mais competitiva em relação a fontes de energia convencionais.

A tarifa adicional Fio B, prevista na Lei 14.300/22, tem alguns aspectos negativos que foram apontados por especialistas e integradores do setor, como, por exemplo, o impacto financeiro. A tarifa Fio B pode levar a um aumento nos custos para os consumidores que geram sua própria energia, especialmente aqueles que injetam uma grande quantidade de energia na rede. Também há a desvalorização da energia gerada. Como não será possível compensar o Fio B, a energia gerada por meio da usina fotovoltaica pode ser desvalorizada, pois terá um valor inferior em relação ao valor do kWh fornecido através da concessionária.

A energia injetada na rede também alivia o sistema de distribuição, mas o consumidor não recebe um benefício por proporcionar esse alívio. Ele apenas tem a obrigação de pagar o Fio B, não sendo, portanto, uma via de mão dupla entre consumidor e distribuidora de energia. Outro ponto é que a tarifação do Fio B é complexa e pode ser difícil para os consumidores entenderem. Além disso, a tarifa Fio B só impacta o montante de energia exportado para a rede elétrica da concessionária, não impactando na energia gerada e consumida instantaneamente na unidade consumidora. Isso pode criar incerteza sobre a viabilidade de futuros projetos de energia solar (MENEZES, 2022).

A Lei nº 14.300 representa uma mudança significativa na forma como a geração distribuída é regulamentada no Brasil. Embora possa aumentar os custos para alguns usuários

no curto prazo, ela é um passo importante para garantir a sustentabilidade do sistema elétrico no longo prazo, como foi desenvolvido acima.

3.3 PROJEÇÕES TARIFÁRIAS À LUZ DA LEI N° 14.300

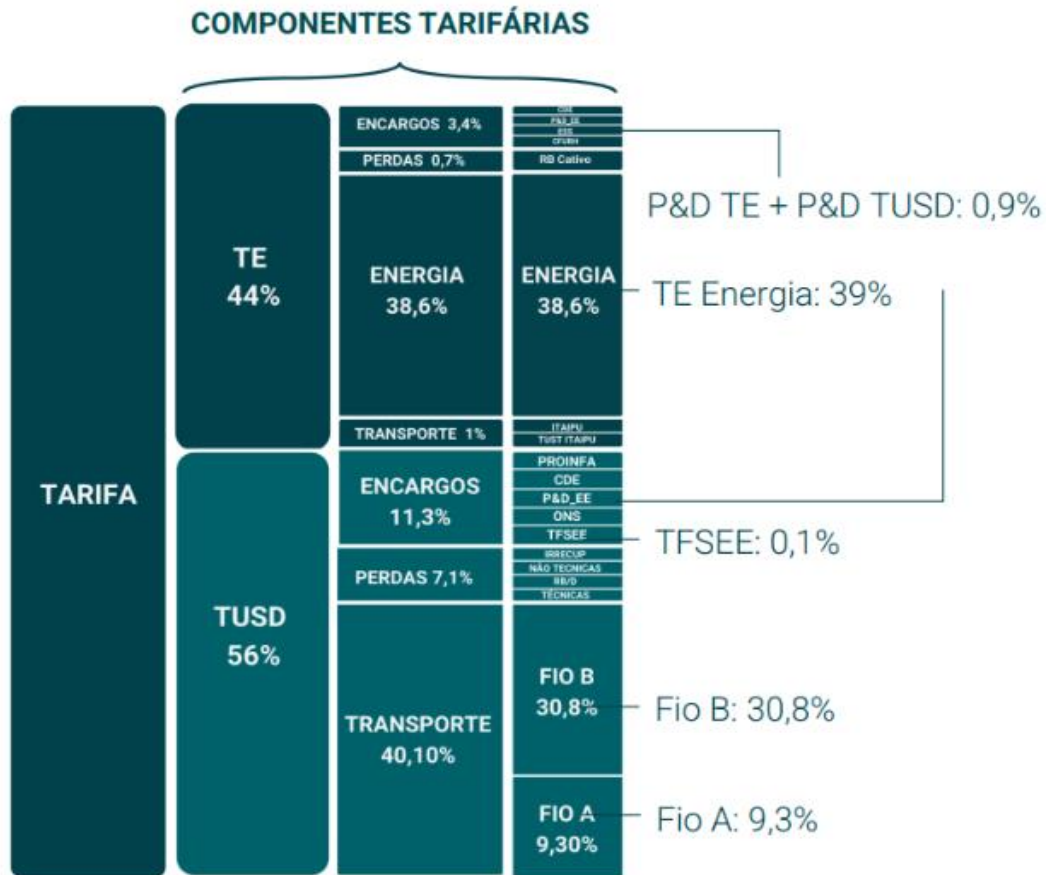
Aqui são apresentadas as principais mudanças que a Lei n° 14.300 traz para o segmento de microgeração fotovoltaica (ANEEL, 2023):

- **Aumento dos Custos de Distribuição:** a nova lei institui a cobrança dos custos de distribuição para quem produz a própria energia. Isso significa que os usuários vão passar a pagar integralmente a distribuição quando não usa a própria energia, como durante a noite ou em dias de pouca luminosidade. Isso não significa que para a concessionária o custo de distribuição aumentou, mas sim que a cobrança ao usuário autoprodutor ou de geração distribuída passa a ser feita sobre a energia demandada da rede.
- **Impacto nos Incentivos Fiscais:** embora a Lei 14.300 não trate diretamente de questões tributárias, as mudanças que ela traz podem ter um impacto indireto nos incentivos fiscais disponíveis para a microgeração fotovoltaica. Por exemplo, se os custos de distribuição aumentarem, isso pode reduzir o valor dos incentivos fiscais disponíveis para esses sistemas.
- **Tempo de Retorno do Investimento:** todas essas mudanças podem afetar o tempo de retorno do investimento para sistemas de microgeração fotovoltaica. Se os custos operacionais aumentarem e os incentivos fiscais diminuírem, isso pode prolongar o tempo que leva para recuperar o investimento inicial em um sistema fotovoltaico.
- **Custeio da Geração Distribuída:** parte dos custos da GD, que antes compunham a estrutura tarifária, agora serão repassados para a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), tornando necessária a criação de uma quota específica que passará a compor os encargos da tarifa de energia.
- **Tarifa de Referência para Faturamento da Demanda Contratada:** para usinas geradoras de Mini GD remotas pertencente ao Grupo A, a tarifa de referência para faturamento da demanda contratada (MUSD – Montante de Uso do Sistema de Distribuição) passa a ser a TUSD injeção e não mais TUSD demanda.
- **Componentes Tarifárias Relativas à Remuneração dos Ativos do Serviço de Distribuição:** a lei prevê o pagamento de 100% 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.

Na Figura 2 são apresentadas as componentes tarifárias, já considerando a nova lei.

Figura 2: Componentes Tarifárias



Fonte: Greener.

Portanto, essas mudanças visam garantir a sustentabilidade do sistema elétrico e assegurar que todos os usuários contribuam para sua manutenção. É importante que os usuários desses sistemas estejam cientes dessas mudanças e considerem seus potenciais impactos ao tomar decisões sobre investimentos em energia solar. Na seção seguinte são trazidos mais detalhes relacionados a viabilidade financeira de microgeração fotovoltaica, mais especificamente para sistemas implantados no estado do Ceará.

3.4 TARIFAS IMPLEMENTADAS NO CEARÁ

A tarifa atual, cobrada pela Enel Ceará, vigente a partir de abril de 2022, é de R\$ 0,41373/kWh para a TUSD (Tarifa de Uso de Distribuição) e de R\$ 0,29561/kWh para a TE (Tarifa de Energia). Com a nova regra de compensação, foi considerado que a TUSD Fio B

representa 38% da tarifa sem tributos (Peso da TUST Fio B na Tarifa de Eletricidade – ENEL CE 2022.)

Os tributos incidentes sobre a tarifa são o PIS/COFINS e o ICMS. O PIS/COFINS tem alíquota variável, atualizada mensalmente. A maioria dos estados adota alíquota de 4,3%, que é a alíquota considerada neste estudo de caso. O ICMS tem alíquota de 25% acrescido de 2% do FECOP (Fundo Estadual de Combate à Pobreza), totalizando assim 27% de tributos. Os usuários que possuem consumo mensal inferior a 50 kWh são isentos destes tributos. O valor do imposto faz parte da base de cálculo da taxa de imposto, conforme apresentado na Equação 1.

$$\text{Valor a ser cobrado} = \frac{\text{Valor da tarifa}}{1 - (\text{PIS} + \text{COFINS} + \text{ICMS})} \quad (1)$$

A contribuição para a iluminação pública é somada ao valor resultante, depois da aplicação dos impostos. Especificamente em Fortaleza, a contribuição para a iluminação pública, levando em consideração consumidores do subgrupo B1 (residencial), consiste dos valores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Valores da Contribuição de Iluminação Pública Para Consumidores do Subgrupo B1, em Fortaleza

| Faixa de consumo (kWh) | Valor (R\$) |
|------------------------|-------------|
| 0 a 70 | 0,00 |
| 71 a 100 | 4,17 |
| 101 a 150 | 9,83 |
| 151 a 200 | 10,45 |
| 201 a 250 | 11,08 |
| 251 a 350 | 26,10 |
| 351 a 400 | 26,17 |
| 401 a 500 | 26,60 |
| 501 a 800 | 54,10 |
| 801 a 1000 | 74,31 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2023) com base em (PREFEITURA DE FORTALEZA, 2013)

Além do entendimento da composição da tarifa de energia, é necessário conhecer a definição dos principais indicadores financeiros e a ferramenta fluxo de caixa, pois estes serão aplicados no estudo de caso deste trabalho. Portanto, o próximo capítulo aborda as questões relacionadas a análise financeira, que são necessárias para desenvolver o estudo de caso.

4 VIABILIDADE FINANCEIRA: ASPECTOS GERAIS

Os indicadores de viabilidade financeira são ferramentas essenciais para avaliar a rentabilidade de um investimento. Quando usados em conjunto, podem fornecer uma visão abrangente da viabilidade financeira do projeto. Os principais componentes da análise de retorno do investimento são discutidos a seguir (LIRA, 2019).

4.1 RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO (ROI)

O ROI, ou Retorno sobre Investimento, é uma métrica que avalia a eficiência e a rentabilidade de um investimento. O cálculo do ROI é bastante direto e envolve comparar o ganho obtido com o custo do investimento (PHILLIPS, 2023). A fórmula básica do ROI é apresentada na Equação 2.

$$ROI = \frac{(\text{Ganho do Investimento} - \text{Custo do Investimento})}{\text{Custo do Investimento}} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

- Ganho do Investimento refere-se ao valor obtido com o investimento. Pode incluir receitas adicionais, economias de custos ou qualquer outro benefício financeiro resultante do investimento.
- Custo do Investimento é o montante total gasto no investimento, incluindo despesas iniciais e quaisquer custos contínuos associados.

O resultado do ROI é geralmente expresso em porcentagem e a sua interpretação é simples. Se o ROI for positivo, significa que o investimento gerou mais ganhos do que o custo do investimento, indicando um retorno lucrativo. Já se for negativo, o investimento resultou em perdas e se for zero indica que o ganho é igual ao custo, resultando em nenhum lucro nem prejuízo.

Quanto maior o valor percentual do ROI, mais lucrativo é considerado o investimento.

É importante notar que o ROI não leva em conta o tempo em que os retornos são obtidos. Dois investimentos com o mesmo ROI podem ter perfis de retorno muito diferentes ao longo do tempo. Além disso, o ROI deve ser avaliado em conjunto com outros indicadores e considerações para uma análise abrangente do desempenho do investimento (PHILLIPS, 2023).

4.2 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

O Valor Presente Líquido (VPL) é uma métrica financeira utilizada para avaliar a viabilidade de um investimento (VIANA, 2023). Ele representa a diferença entre o valor presente de entradas de caixa (fluxos de caixa positivos) e saídas de caixa (fluxos de caixa negativos) ao longo do tempo. O VPL é calculado descontando esses fluxos de caixa a uma taxa de desconto específica.

A fórmula básica para calcular o VPL é apresentada na Equação 3.

$$VPL = \sum \left(\frac{FC}{(1+r)^n} \right) \quad (3)$$

Onde:

- FC representa os fluxos de caixa esperados em cada período;
- r é a taxa de desconto ou taxa de retorno mínima exigida pelo investidor;
- n é o período de tempo em que os fluxos de caixa ocorrem.

O resultado do VPL pode ser interpretado da seguinte forma (VIANA, 2023):

- Se o VPL for positivo, o investimento é considerado viável, indicando que o retorno esperado é maior do que a taxa de desconto aplicada.

- Se o VPL for zero, o investimento está no ponto de equilíbrio, ou seja, o retorno esperado é igual à taxa de desconto.

- Se o VPL for negativo, o investimento é considerado inviável, pois o retorno esperado não cobre adequadamente a taxa de desconto.

Ao tomar decisões de investimento, geralmente compara-se o VPL de diferentes projetos e escolhe-se aquele com o VPL mais alto, pois isso sugere o maior potencial de retorno em relação ao custo do investimento.

4.3 TAXA INTERNA DE RETORNO - TIR

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é outra métrica financeira utilizada na avaliação de investimentos (CAPITAL, 2019). Ao contrário do Valor Presente Líquido, que usa uma taxa de desconto específica para trazer a valor presente todos os fluxos de caixa futuros, a TIR é a taxa de desconto que torna o VPL de um projeto de investimento igual a zero.

A fórmula básica para calcular a TIR é dada pela Equação 4 (CAPITAL, 2019):

$$\sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{[1 + TIR]^i} - \text{investimento inicial} = 0 \quad (4)$$

Onde:

- FC = Fluxos de caixa
- i = período de cada investimento
- N = período final do investimento.

Ao calcular a TIR, procura-se a taxa de desconto que faz com que a soma presente dos fluxos de caixa seja igual ao investimento inicial. Em outras palavras, a TIR é a taxa na qual o projeto não gera nem lucro nem prejuízo.

Para interpretar a TIR, tem-se:

- Se a TIR for maior que a taxa mínima de atratividade (normalmente a taxa de custo de capital ou taxa de retorno exigida), o projeto é considerado viável.
- Se a TIR for igual à taxa mínima de atratividade, o projeto está no ponto de equilíbrio.
- Se a TIR for menor que a taxa mínima de atratividade, o projeto pode não ser considerado viável.

Assim como com o VPL, a TIR é usada para comparar projetos de investimento, sendo que a escolha geralmente recai sobre o projeto com a maior TIR, indicando um maior potencial de retorno em relação ao custo do investimento (CAPITAL, 2019).

4.4 PAYBACK SIMPLES E PAYBACK DESCONTADO

O Payback, seja simples ou descontado, é uma métrica utilizada para avaliar o tempo que um projeto levará para recuperar o investimento inicial. Essa métrica é bastante útil para analisar a liquidez de um investimento e é especialmente útil em situações em que a liquidez é uma consideração crítica (GITMAN, 2007).

O Payback Simples é calculado como o período necessário para recuperar o investimento inicial sem levar em consideração o valor do dinheiro ao longo do tempo. A fórmula para o Payback Simples é dada pela Equação 5.

$$\text{Payback} = \frac{\text{Investimento}}{\text{Retorno no período}} \quad (5)$$

O resultado é expresso em anos ou em meses. A interpretação é direta: quanto mais curto o período de payback, mais rápido o investimento é recuperado.

O Payback Descontado, por outro lado, leva em consideração o valor do dinheiro ao longo do tempo, aplicando uma taxa de desconto aos fluxos de caixa. A fórmula é mais complexa e requer cálculos iterativos. A ideia é descontar os fluxos de caixa futuros para seus valores presentes e determinar em qual ponto a soma acumulada desses valores descontados iguala ou excede o investimento inicial (GITMAN, 2007), conforme mostrado na Equação 6.

$$PV = \frac{FV}{(1 + I)^N} \quad (6)$$

O resultado é novamente expresso em anos ou meses.

Ambas as formas de Payback têm suas vantagens e limitações. O Payback Simples é fácil de entender e calcular, mas não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo. O Payback Descontado corrige essa limitação, mas é mais complexo de calcular e interpretar (GITMAN, 2007).

4.5 CUSTO NIVELADO DA ENERGIA (LCOE)

O Custo Nivelado da Energia (LCOE, do inglês Levelized Cost of Energy) é uma métrica usada para avaliar o custo de geração de eletricidade ao longo do tempo, considerando todos os custos associados a um projeto de energia elétrica. É uma ferramenta comum para comparar a viabilidade econômica de diferentes fontes de energia e tecnologias de geração (PATEL, 2023).

A fórmula básica para o cálculo do LCOE é dada pela Equação 7.

$$LCOE = \frac{CT}{EP} \left[\frac{R\$}{kWh} \right] \quad (7)$$

Onde CT (Custo Total) inclui o Capex (Despesas de capital), o Opex (Despesas operacionais) e os custos residuais, e pode ser calculado através da Equação 8.

$$CT = CD + CI + CF + CV [R\$] \quad (8)$$

Onde:

CD: Custos Diretos

CI: Custos Indiretos

CF: Custos Fixos

CV: Custos Variáveis

Já o EP (energia total produzida) corresponde ao resultado ao longo de toda a vida útil da usina. O primeiro passo o cálculo da EP consiste em somar o Capex (sigla do termo, em inglês, Capital Expenditure, que significa “despesas de capitais”) e o Opex (vem do inglês Operational Expenditure, que significa em português “despesas operacionais”).

Dividindo o CT pelo EP em questão, se obtém o LCOE, em R\$/kWh.

Principais características do LCOE:

- Comparação entre Tecnologias: o LCOE permite a comparação direta entre diferentes tecnologias de geração de energia, independentemente de sua capacidade instalada, vida útil ou eficiência.
- Consideração do Tempo: o LCOE considera o valor do dinheiro ao longo do tempo, descontando os custos futuros para o valor presente.
- Vida Útil: a fórmula incorpora a vida útil do projeto, refletindo os custos ao longo de toda a sua operação.

O LCOE é uma ferramenta valiosa, mas é importante usá-lo em conjunto com outras métricas e considerações, uma vez que não abrange todos os aspectos importantes de uma decisão de investimento, como impactos ambientais, regulatórios e sociais.

4.6 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade é uma ferramenta importante na avaliação da viabilidade financeira de um investimento. Ela ajuda a identificar quais fatores têm o maior impacto nos resultados financeiros e como esses resultados podem variar em diferentes cenários. Aqui estão alguns passos para realizar uma análise de sensibilidade (GITMAN, 2007):

- Identificação de Variáveis Críticas: listagem todas as variáveis-chave que afetam a viabilidade financeira do empreendimento. Isso pode incluir o custo inicial do sistema, a taxa de desconto, a vida útil do sistema, a taxa de inflação, os incentivos fiscais, a tarifa de energia, entre outros.
- Definição de Cenários: estabelecimento de diferentes cenários para cada variável identificada. Por exemplo, para o custo inicial, pode-se criar cenários com diferentes valores para representar possíveis variações nos preços dos painéis solares, inversores, etc.

- **Modelagem Financeira:** uso de uma planilha ou software de modelagem financeira para representar o fluxo de caixa do projeto ao longo do tempo, levando em conta os diferentes cenários. Inclusão dos custos iniciais, receitas provenientes da geração de energia, custos operacionais, incentivos fiscais, e outros elementos relevantes.
- **Gráficos e Relatórios:** criação de gráficos e relatórios para visualizar de forma clara como as diferentes variáveis afetam a viabilidade financeira. Isso pode incluir gráficos de tornado, gráficos de sensibilidade e relatórios de sensibilidade.
- **Análise de Risco:** consideração da probabilidade de ocorrência dessas mudanças. Isso ajuda a entender o risco associado a cada variável.
- **Tomada de Decisão:** com base nos resultados da análise de sensibilidade, decisões informadas são tomadas sobre o projeto. As variáveis com o maior impacto são identificadas e há a concentração em estratégias para mitigar riscos ou aproveitar oportunidades.

A análise de sensibilidade é uma ferramenta dinâmica e iterativa. À medida que mais informações se tornam disponíveis ou as condições do mercado mudam, a análise de sensibilidade pode ser atualizada para garantir que as decisões sejam fundamentadas e alinhadas com os objetivos financeiros.

Com o conhecimento das principais ferramentas de avaliação de viabilidade financeira de um investimento, pode-se então apresentado um estudo de caso em que se é postulado um investimento em um sistema de microgeração fotovoltaica. Com o objetivo de perceber a viabilidade financeira, será usado o VPL. A escolha deste indicador se justifica devido a este fornecer uma abordagem robusta e fundamentada para analisar a viabilidade de investimentos, sendo útil em investimentos de diversas naturezas.

5 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso a seguir é fictício, objetivando avaliar a viabilidade financeira de um sistema de microgeração fotovoltaica no Brasil. A instalação é residencial, localizada em Fortaleza, no Ceará. A análise avalia a viabilidade financeira do projeto, tendo como indicador o VLP e levando em considerando as taxações tarifárias previstas pela Lei 14.300.

5.1 QUALIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

Para a elaboração do dimensionamento, é necessário dispor do histórico de consumo de energia elétrica ao menos dos últimos doze meses. A residência em estudo possui carga instalada aproximada de 40 kVA e o histórico de consumo mensal de últimos 12 meses é apresentado na Tabela 2.

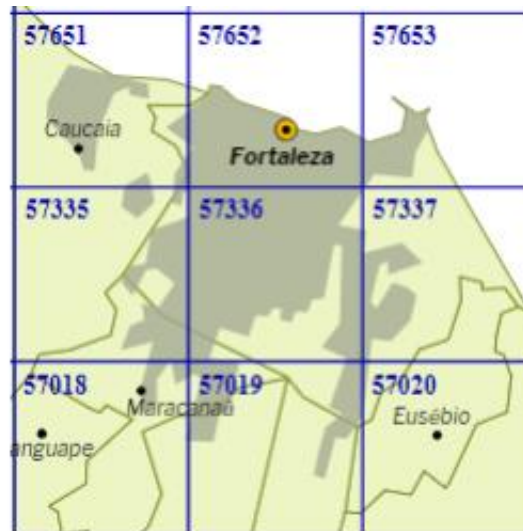
Tabela 2: Histórico de consumo de energia elétrica para a residência

| Mês | Consumo de Energia (kWh) |
|-----------|--------------------------|
| Janeiro | 872 |
| Fevereiro | 846 |
| Março | 862 |
| Abril | 814 |
| Maio | 821 |
| Junho | 796 |
| Julho | 827 |
| Agosto | 835 |
| Setembro | 883 |
| Outubro | 786 |
| Novembro | 958 |
| Dezembro | 956 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

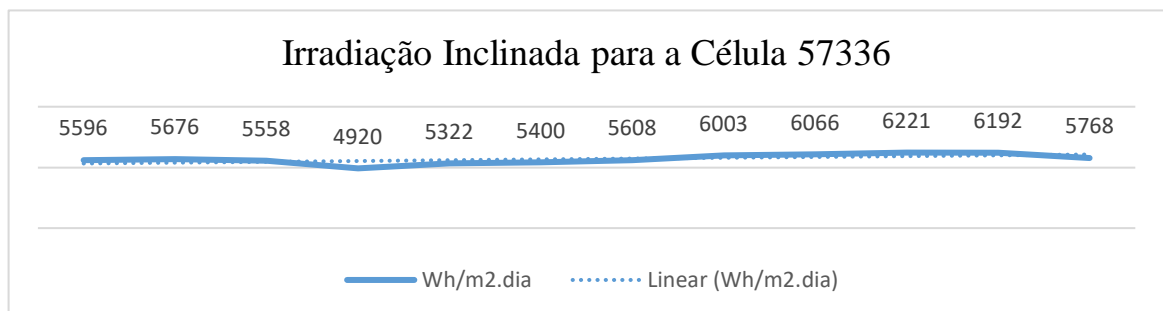
Também é necessário conhecer a média mensal de irradiação no local, considerando o ângulo de inclinação adotado para a instalação dos painéis. O ângulo de inclinação adotado para a instalação dos painéis é igual a latitude do local de instalação, pois assim se maximiza a geração, pois resulta em mais tempo de exposição dos painéis a incidência de radiação próxima a perpendicular (SOUSA, 2022).

Na Figura 3 é mostrada o mapeamento da irradiação solar no local escolhido para instalação do sistema e as regiões próximas. A residência encontra-se na célula 57336 do mapa.

Figura 3: Mapa da região de instalação do sistema

Fonte: INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2017

Na Figura 4 é apresentada a evolução da irradiação, considerando incidência no plano inclinado na célula em questão, de janeiro a dezembro de 2021, que foi a última atualização do INPE e da DIAV (Divisão de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades) até a presente data.

Figura 4: Irradiação Inclinada para a Célula 57336

Fonte: Elaborado pelo autor com base em INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2017

Na Tabela 3 são apresentadas as especificações de um sistema de geração fotovoltaica capaz de atender a demanda da residência em estudo, considerando as características apresentadas anteriormente.

Tabela 3: Especificações

| | |
|----------------------------------|---------------|
| Potência do sistema (kWp) | 7,28 |
| Inclinação (°) | 20 |
| Fabricante do módulo | LEAPTON |
| Modelo do módulo | LP182-M-78-MH |

| | |
|---|----------------|
| Potência do módulo (Wp) | 560 |
| Área de cada módulo (m²) | 2,77 |
| Quantidade de módulos | 13 |
| Fabricante do inversor | SOLPLANET |
| Modelo do inversor | ASW5000-S |
| Potência nominal do inversor (kW) | 5 |
| Perdas (%) | 4 |
| Área ocupada pelos módulos (m²) | 36 |
| Local | Fortaleza – CE |

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O dimensionamento é realizado adotando condições ideais, considerando o espaço para a instalação, orientação dos módulos no sentido norte e a inclinação do telhado aproximadamente igual a latitude do local. O fator de perdas é de 4% ao ano, contudo é um valor médio que pode variar dependendo da temperatura, sombreamento dos módulos e outros fatores. A quantidade de módulos é dada pela empresa *BRB Solar*¹, que fornece a informação quando se passa o tipo de residência, a irradiação solar e o consumo mensal.

Considerando o valor médio de mercado atual, o investimento para implantação do sistema, considerando equipamentos, materiais de aplicação e mão de obra, é de R\$ 29.671,32. Estão inclusos também os gastos com serviço de assessoria e de acompanhamento do processo de homologação a distribuidora de energia local.

5.2 MANUTENÇÃO

Para o cálculo do custo estimado de manutenção, considera-se que a inspeção visual é realizada por conta do proprietário do sistema, portanto sem custo adicional. Como em Fortaleza não há grandes variações de temperatura e há chuvas distribuídas durante o ano, considera-se a necessidade de apenas uma limpeza anual. Nesse cenário, o valor de manutenção anual é estimado em 0,5% do investimento inicial, para projetos de microgeração (IPEADATA, 2022). Foi considerado um custo total de manutenção de 1% ao ano, para se ter uma margem para arcar com eventuais os custos de manutenção no inversor que possam surgir em anos futuros.

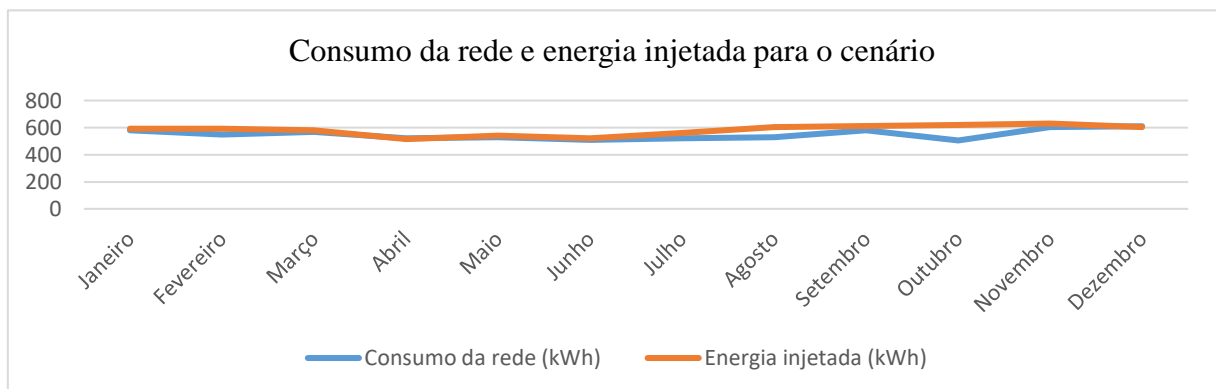
¹ Informações em: <https://www.brbsolar.com/orcamento>. Acesso em: 12 out. 2023.

5.3 RESULTADOS

São analisados dois cenários, um em que o sistema entra em operação em janeiro de 2022 e outro que entra em operação em janeiro de 2023, sendo, portanto, o primeiro submetido a antiga lei e o novo a Lei 14.300. Vale pontuar que partir de 2046 todas as unidades estarão sujeitas às mesmas regras e isso deve ser levado em consideração no fluxo de caixa, se for necessário.

O primeiro cenário considera a REN 482. Na Figura 5 é mostrando o consumo de energia previsto e o valor para a energia injetada durante um ano, desconsiderando a degradação dos módulos a uma taxa de 4% ao ano. Optou-se por considerar uma depreciação de 4% pois considerou-se uma vida útil de 25 anos para o sistema. Também é considerada a vigência da bandeira verde em todos os casos, durante o período avaliado.

Figura 5: Consumo da rede e energia injetada para o cenário



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A diferença entre o consumo e a energia injetada é prevista levando em consideração a estimativa de geração, que por sua vez leva em consideração a irradiação solar no local e as características do sistema, e o consumo médio da unidade, baseado no histórico de consumo dos últimos 12 meses. As tabelas que compõe o Anexo I trazem o um fluxo de caixa para o cenário com a compensação integral e um fluxo de caixa para a nova regra de compensação.

Na Figura 6 tem-se o fluxo de caixa com compensação integral, ou seja, sem a cobrança do ICMS sobre a TUSD e o valor do Fio B. A análise ocorre entre 2022 e 2027, com interstício mensal.

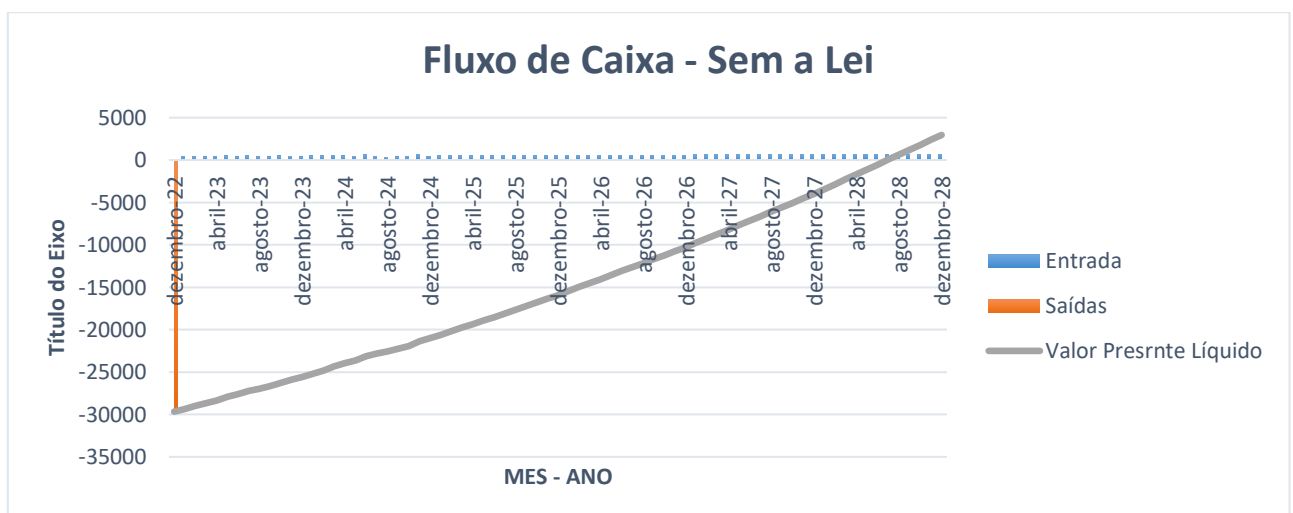
Detalhadamente, considera-se a evolução dos valores para contas energética sem e com o sistema de microgeração fotovoltaica. O cálculo do valor da conta de energia com o sistema

de geração é agora realizado sem duplicidade tanto em KWh quanto em R\$ (anteriormente, havia a percepção de que o valor era cobrado duas vezes), o que passou a ser cobrado com a nova regra. Esse valor em duplicidade na nova regra é devido ao ICMS que é calculado sobre o TE e sobre o Fio B. Nessa conta também se levou em consideração os custos com iluminação pública, de acordo com a taxa cobrada na cidade considerada. Com esses valores, é calculado a economia com energia, que no caso é a diferença entre a conta de luz sem a compensação e a conta de luz com compensação do sistema, representando sendo representado o valor estimado de economia mensal. Também se encontra o valor da manutenção, que foi calculado de acordo com a taxa anual de 1% do investimento inicial. Ademais, é usado também o valor da depreciação do sistema de 4% ao ano (que é distribuída ao longo dos meses).

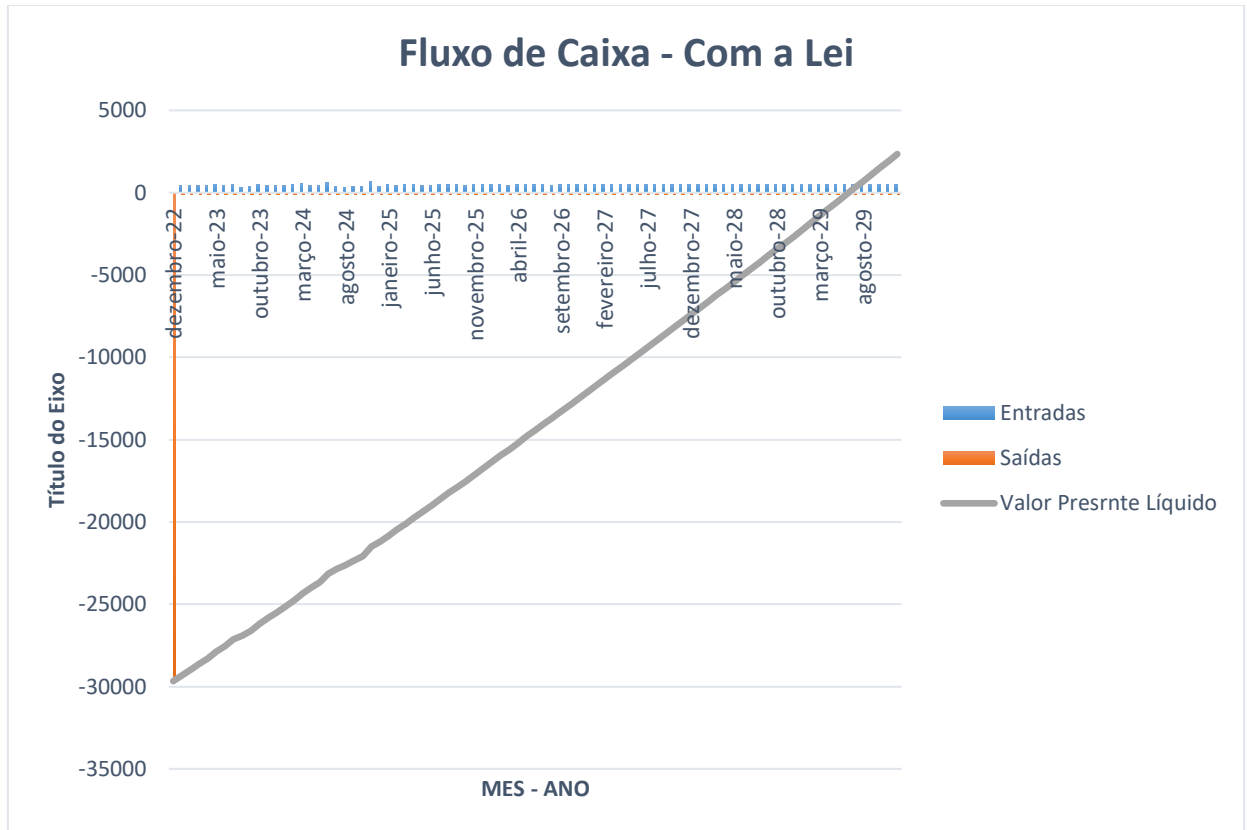
Os fluxos de caixa completos, tanto para o cenário com compensação integral quanto para o cenário das novas regras da Lei 14.300, compõe os Anexo I e II, respectivamente. Os fluxos de caixa levam em consideração um custo de oportunidade para um investimento financeiro básico, considerando um rendimento de 100% no CDI atual. Com isso, para calcular o fluxo de caixa, que é necessário para compreender o tempo de recuperação do investimento, é somado os valores das entradas, com os valores das saídas. No mês seguinte, o cálculo é realizado em cima do fluxo de caixa do mês anterior, até que o payback seja obtido.

Na figura 6 é apresentado o gráfico do fluxo de caixa, com as entradas, saídas e VLP, para o cenário de compensação integral, enquanto na figura 7 é apresentado o mesmo fluxo de caixa, porém para o cenário de compensação conforme as regras da Lei nº 14.300.

Figura 6: Fluxo de caixa – Cenário de Compensação Integral



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

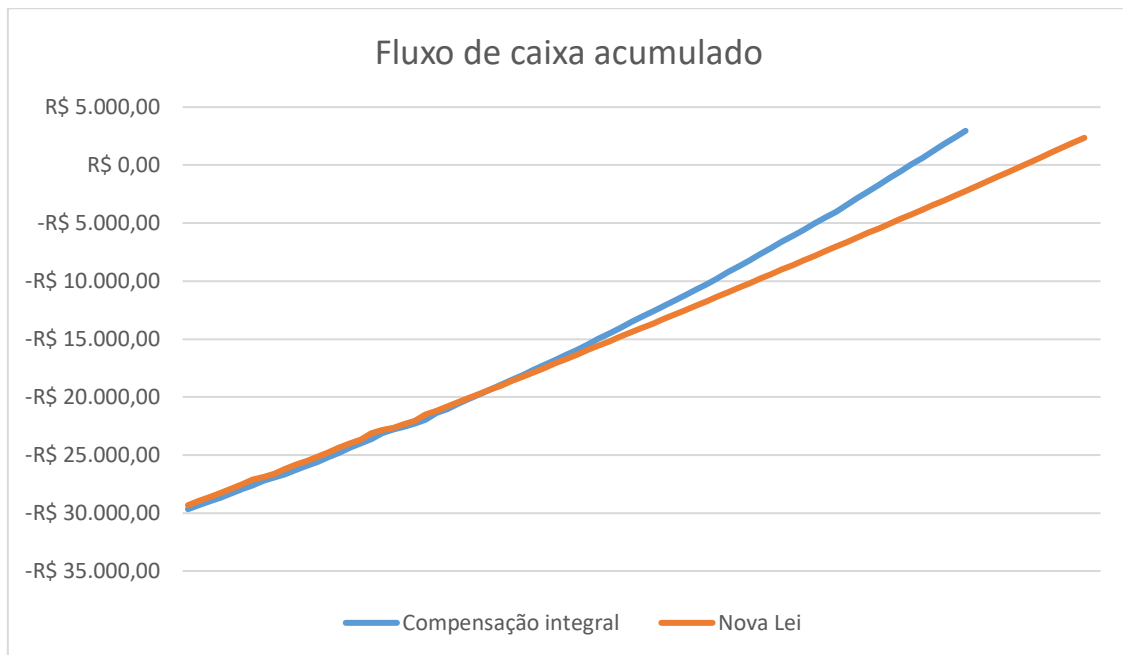
Figura 7: Fluxo de caixa – Cenário de Compensação Conforme a Lei nº 14.300

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O *payback* no primeiro cenário é atingido em 66 meses após a instalação do sistema. Com a nova regra de compensação, o período de retorno do investimento aumenta para 79 meses, pois o valor de compensação diminui devido a cobrança da TUSD e do percentual progressivo do valor do Fio B. Considerou-se também a isenção da cobrança do ICMS sobre o valor dessas duas parcelas da tarifa.

No anexo 2 é dado o custo da implantação do sistema e o custo da conta de energia, seguindo as regras da nova lei, levando em consideração o ICMS sobre a TUSD e o Fio B. A TUSD Fio B representa 38% da tarifa e sobre ela incide o PIS/COFINS de 4,3% e o ICMS 27% (com os 2% do FECOP). Também foi considerado o valor da iluminação pública para a localidade.

Neste novo cenário, o tempo para recuperação do investimento é maior, passando a ser de 79 meses. Comparando os resultados obtidos, observa-se um aumento significativo no tempo de *payback*, que passa a ser 19,7% maior no cenário da nova Lei. Assim, o projeto reduz sua atratividade financeira com a Lei. Na Figura 6 é apresentado o fluxo de caixa para o cenário de compensação integral e de compensação de acordo com a Lei 14.300.

Figura 8: Fluxo de caixa acumulado

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Na Figura 6 é possível observar a evolução do fluxo de caixa ao longo dos meses. Percebe-se que a taxa de recuperação do investimento é ligeiramente maior para o cenário sem a tarifação progressiva do FIO B, nos primeiros meses, passando a ser cada vez mais acentuada com o passar do tempo, visto que existe uma previsão de correção tarifária ao longo dos anos e, conseqüentemente, também da correção do valor do FIO B.

Portanto, os números obtidos neste estudo de caso mostram que a tarifação do FIO B, prevista na Lei n° 14.300, representam impactos financeiros significativos em empreendimentos de microgeração fotovoltaica, mas que não tornam o tornam um investimento de baixa atratividade.

6 CONCLUSÃO

O estudo sobre a viabilidade financeira de sistemas de microgeração fotovoltaica, considerando a progressão de taxação tarifária estipulada pela lei nº 14.300, revelou aspectos cruciais sobre o panorama energético do país. Com a análise temporal, é possível perceber a mudança não apenas da tecnologia fotovoltaica, mas também do cenário regulatório e econômico que a cerca.

Os sistemas de microgeração fotovoltaica representam uma solução promissora na transição para um modelo energético mais limpo e sustentável. No entanto, sua adoção e efetividade financeira são intrinsecamente ligadas às políticas públicas e às decisões governamentais. A Lei nº 14.300, ao introduzir novas estruturas tarifárias, demonstrou o poder da legislação em influenciar o mercado de microgeração de energia.

6.1 CONTRIBUIÇÕES DESTE TRABALHO

Neste estudo foi levantada uma situação fictícia, com a instalação de um sistema de microgeração fotovoltaica em uma área residencial de Fortaleza, prevendo as implicações das alterações que a Lei 14.300 impõe aos consumidores do grupo B1.

Para contextualização, foram explanadas as principais alterações trazidas pela Lei 14.300, assim como um panorama atual da geração fotovoltaica no Brasil, além dos indicadores mais comumente adotados em estudos de viabilidade financeira.

O estudo de caso permitiu a identificação de tendências claras. Enquanto os avanços tecnológicos continuam a tornar os sistemas fotovoltaicos mais acessíveis e eficientes, a estrutura de taxação prevista na nova legislação poderá ter implicações negativas na rentabilidade dos projetos. É crucial que os interessados nessa forma de geração de energia estejam cientes dos desafios e oportunidades proporcionados pelo novo quadro regulatório. Neste trabalho foi analisada a instalação de um sistema fotovoltaico e calculado o tempo de retorno do investimento, em um cenário de compensação integral e em um cenário com desconto progressivo da taxação do Fio B. A principal conclusão é que, mesmo com perda de atratividade, os investimentos em projetos de microgeração ainda são bastante atrativos, tendendo a se tornarem ainda mais atrativos à medida que as tecnologias se tornarem mais baratas.

O caminho para um futuro energético sustentável é multifacetado. A viabilidade financeira da microgeração fotovoltaica, embora promissora, é suscetível a influências externas,

especialmente políticas e regulatórias. Os *stakeholders* do setor energético, desde consumidores a investidores e formuladores de políticas, devem colaborar e adaptar-se continuamente para assegurar que a energia solar siga desempenhando um papel cada vez mais vital na matriz energética do país.

6.2 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

A microgeração fotovoltaica possui o potencial de criar uma ampla gama de empregos, desde a fase de pesquisa até a instalação e manutenção. Esse crescimento na indústria pode fortalecer a economia nacional e estimular o empreendedorismo local. Adicionalmente, transforma consumidores em "prosumidores", proporcionando autonomia energética e uma sensação de contribuição para um futuro sustentável.

Em suma, sob a nova legislação, o país tem uma oportunidade única de se posicionar como pioneiro na revolução energética sustentável, beneficiando tanto a economia local quanto o meio ambiente global. Discussões continuam sendo necessárias, para garantir que a taxa seja justa e permita melhorar as condições de investimento neste mercado, nos próximos anos.

Como sugestões para trabalhos futuros, encontram-se:

- 1) Desenvolver o mesmo tipo de estudo de caso, porém para usuário de minigeração e autogeração;
- 2) Realizar o mesmo tipo de estudo de caso, porém comparando cenários para diferentes estados, visto que o valor de FIO B muda para diferentes distribuidoras;
- 3) Realizar um estudo comparativo do impacto da taxa do FIO B para produtores deficitários (gera menos que consome), em equilíbrio (gera, em média, a mesma quantidade que consome) e superavitários (gera mais que consome).

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Anexo III da Resolução Normativa ANEEL no 956, de 7 de dezembro de 2021: Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST Módulo 3 - Conexão ao sistema de distribuição de energia elétrica**, 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/ptbr/centrais-de-conteudos/procedimentos-regulatorios/prodist>. Acesso em: 7 out. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Processos Tarifários**, 2021e. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/calendario-de-atividades/processostarifarios>. Acesso em: 25 set. 2023.

BLUESOL. **Os sistemas de energia solar fotovoltaica**. Salvador, BA, BRA: BLUE SOL EDUCACIONAL, 2015.

BEZERRA, Francisco Diniz. **Micro e Minigeração Distribuída e suas Perspectivas com a Lei 14.300/2022**. Caderno Setorial ETENE, nº 234. Agosto de 2022. Link de acesso: [2022_CDS_234.pdf \(bnb.gov.br\)](https://www.bnb.gov.br/2022_CDS_234.pdf) Acesso em: 12 de out. de 2023.

CAPITAL NOW. Como calcular a TIR e usar a Taxa Interna de Retorno para investir. Disponível em: <https://capitalresearch.com.br/blog/como-calcular-a-tir/> Acesso em: 15 de nov. de 2023.

CASTRO, Rui MG. **Introdução à energia fotovoltaica**. DEEC/Secção de Energia, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2007.

Carvalho, M. M. de, Magalhães, A. S., & Domingues, E. P.. (2019). **Impactos econômicos da ampliação do uso de energia solar residencial em Minas Gerais**. *Nova Economia*, 29(2), 459–485. Link de acesso: <https://doi.org/10.1590/0103-6351/4719>. Acesso em: 12 de out. de 2023.

CAVALCANTE, Lucas Vitor De Castro. OLIVEIRA, Vinicius Magno Uchôa Lima. **Sistemas Fotovoltaicos: Uma alternativa na geração de energia elétrica**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 11, Vol. 07, pp. 104-126. Novembro de 2020. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-eletrica/energia-eletrica>. Acesso em: 12 de out. de 2023.

CHAMBULE, J. A., 2010. **Impacto sócio-ambiental dos sistemas fotovoltaicos em Moçambique**, Maputo: s.n.

DANTAS, Stefano Giacomazzi; POMPERMAYER, Fabiano Mezadre. **VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NO BRASIL E POSSÍVEIS EFEITOS NO SETOR ELÉTRICO**. IPEA, Rio de Janeiro, 2018. Link de acesso: [TD_2388.pdf \(ipea.gov.br\)](https://www.ipea.gov.br/td_2388.pdf). Acesso em: 12 de out. de 2023.

ELISARDO, Alax; WIPPEL, Bruno Eduardo. Estudo de projeto de sistemas fotovoltaico voltado a mini e micro geração: para residência conectada a rede. **Engenharia Elétrica-Pedra Branca**, 2018.

EPE, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2014. **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil - Condicionantes e Impactos**. Rio de Janeiro: s.n.

FOMATHEUS, wordpress. **Cenário revolução energética para 2050**. 2015. Disponível em: <<https://fomatheus.wordpress.com/2015/02/10/matriz-energetica-brasileira/>>. Acesso em: 12 de out. de 2023.

FURTADO, André. **Crise energética e trajetórias de desenvolvimento tecnológico**. 2003. Disponível em <http://www.ie.ufrj.br/oldroot/desenvolvimento/pdfs/crise_energetica_e_trajetorias_de_de_senvolvimento_tecnologico.pdf>. Acesso em: 12 de out. de 2023.

GIOVANNI, Breno. **ANÁLISE ECONÔMICA DAS NOVAS REGRAS DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ESTABELECIDAS NA LEI 14.300 EM SISTEMAS DE MICROGERAÇÃO**. 2022.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**. 10ª edição, São Paulo: Harbra. 2007

GOVERNO FEDERAL. **ANEEL regulamenta marco legal da Micro e Minigeração Distribuída. Agência Nacional de Energia Elétrica, 14/02/2023**. Link de acesso: [ANEEL regulamenta marco legal da Micro e Minigeração Distribuída — Agência Nacional de Energia Elétrica \(www.gov.br\)](http://www.aneel.gov.br/aneel-regulamenta-marco-legal-da-micro-e-minigeracao-distribuida). Acesso em: 12 de out. de 2023.

GREENER. **Estudo estratégico geração distribuída: mercado fotovoltaico**. 2º. Semestre 2021. Disponível em: <https://www.greener.com.br/> . Acesso em: 15 out. 2023.

HOSENUZZAMAN, M. et al., 2015. **Global prospects, progress, policies, and environmental impact of solar photovoltaic power generation**. *Global prospects, progress, policies, and environmental impact of solar photovoltaic power generation*, janeiro, Volume 41, p. 284–297.

IPEADATA. **Índice de Preços ao Consumidor Ampliado (IPCA)**, 2022. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=38391> . Acesso em: 3 nov. 2022

JANOUSEK, Wladimir. **Mercado fotovoltaico: perspectivas e projeções de importação de módulos para 2022**. Disponível em: [Mercado fotovoltaico: perspectivas e projeções de importação de módulos para 2022 \(canalsolar.com.br\)](https://canalsolar.com.br/mercado-fotovoltaico-perspectivas-e-projecoes-de-importacao-de-modulos-para-2022) Acesso em: 15 de nov. de 2023.

Lira, M. A. T., Melo, M. L. da S., Rodrigues, L. M., & Souza, T. R. M. de .. (2019). **Contribuição dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica para a Redução de CO₂ no Estado do Ceará**. *Revista Brasileira De Meteorologia*, 34(3), 389–397. <https://doi.org/10.1590/0102-7786343046>

MARQUES, Olivia. **A Crise Energética Mundial**. 2012. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAJeQAD/a-crise-energetica-mundial>>. Acesso em: 2023-10-12.

MENEZES, Mariana Pereira. **Impactos da Lei 14.300 na viabilidade de usinas de micro e minigeração fotovoltaica: estudo de caso no Ceará.** 2022. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

NAKABAYASHI, Renny Kunizo. **Microgeração fotovoltaica no Brasil: condições atuais e perspectivas futuras.** 2014. Dissertação (Mestrado em Energia) - Instituto de Energia e Ambiente, University of São Paulo, São Paulo, 2014. doi:10.11606/D.106.2014.tde-26012015-141237. Acesso em: 2023-10-12.

NETO, Giovani Zanetti; DA COSTA, Wagner Teixeira; VASCONCELOS, Vinicius Belmuds. A Resolução Normativa N° 482/2012 da ANEEL: Possibilidades e Entraves para a Microgeração Distribuída. In: **Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS.** 2014.

PATEL, Neil. **LCOE: o que é?** Disponível em: <https://mayaenergy.com.br/lcoe/#:~:text=LCOE%20%3D%20CT%20perdas2F%20EP,o%20valor%20do%20custo%20residual>. Acesso em: 15 de nov. de 2023.

PHILLIPS, Patricia Pulliam. **Return on investment (ROI) basics.** American Society for Training and Development, 2023.

PINTO, Adeon Cecilio et.al. **ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA NA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA.** Editora Atena, 2020. Link de acesso: [Artigo - Atena Editora](#). Acesso em: 12 de out. de 2023.

Presidência da República. Secretaria-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **LEI N° 14.300, DE 6 DE JANEIRO DE 2022.** Link de acesso: [L14300 \(planalto.gov.br\)](https://www.planalto.gov.br) Acesso em: 12 de out. de 2023.

RABELO, Pamela Silva. **Análise da influência da temperatura na eficiência de geração de sistemas de energia solar fotovoltaica com otimizadores de potência.** 2022.

SANTOS, Filipe Fernandes dos. **Utilização de Energia Fotovoltaica para a eficiência energética de uma moradia.** Tese (Doutorado) — Universidade do Porto, 2011.

SAUAIA, Rodrigo Lopes. **Energia solar fotovoltaica: panorama, oportunidades e desafios.** Audiência Pública, Comissão de Minas e Energia – CME, Câmara dos Deputados. Brasília, 13/08/2019. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividadelegislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cme/apresentacoes-em-eventos/2019/13-08-2019-distribuicao-de-energia-solar-fotovoltaica/2019.08.13%20ABSOLAR%20-%20Energia%20Solar%20Fotovoltaica%20-%20Dr.%20Rodrigo%20Lopes%20Sauaia.pdf> >. Acesso em: 29 out. 2023.

SOUSA, Thales Alexandre Silva et. al. **Estudo de implementação de Projeto Fotovoltaico em Instituição Beneficente.** Centro Paula Souza, 2022.

STEFANELLO, Camila et.al. **Análise envoltória da curva de carga brasileira em 2050 e do papel da microgeração fotovoltaica distribuída.** IX Congresso Brasileiro de Engenharia de

Produção. Link de acesso: [10202019_201000_5dacf08cb7577.pdf \(aprepro.org.br\)](https://aprepro.org.br/10202019_201000_5dacf08cb7577.pdf). Acesso em: 15 de nov. de 2023.

TOPSUN – ENERGIA SOLAR. **Energia solar e crédito de carbono:** Entenda qual a relação entre essas modalidades. Disponível em: [Energia solar e crédito de carbono: Entenda qual a relação entre essas modalidades | TOP SUN ENERGIA SOLAR | G1 \(globo.com\)](https://g1.globo.com/energia-solar/topsun-energia-solar/g1-energia-solar-e-credito-de-carbono-entenda-qual-a-relacao-entre-essas-modalidades-top-sun-energia-solar-g1-energia-solar-1.2023-11-15). Acesso em: 15 de nov. de 2023.

THORMANN, Alice Lubianca; CORTIMIGLIA, Marcelo Nogueira; TODESCHINI, Bruna Villa. Mapeamento de modelos de negócio de integradores para projetos de energia solar fotovoltaica no Brasil. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 3, n. 2, p. 69-88, 2017.

VIANA, Lislye. **VPL:** o que é, fórmula e como usar o método VPL para investir. Disponível em: <https://blog.inco.vc/financas/vpl/>. Acesso em: 15 de nov. de 2023.

VICTOR, João Lucas Fontinele. **Panorama da viabilidade econômico – financeira de sistema de microgeração solar fotovoltaico conectado à rede nas 27 capitais brasileiras no ano de 2017.** 86 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Energias Renováveis) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

ANEXOS

Anexo 1 - Fluxo de caixa para cenário com compensação integral

| | | |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Custos (Instalação) | Depreciação mensal (4% aa) | Lucro perdido (1,0542% am) |
| R\$ 29.671,32 | R\$ 98,90 | R\$ 312,80 |

| 2022 | | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| DATA | VALORES | | | | | | FLUXO DE CAIXA | | |
| Meses | Investimento Reajust. (CDI) | Conta sem Compensação | Conta Com Compensação | Economia | Depreciação (VU 25 anos) | Manutenção | Entradas | Saídas | VPL |
| | R\$ 29.671,32 | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 | R\$ 29.671,32 | -R\$ 29.671,32 |
| Janeiro | R\$ 29.674,45 | R\$ 617,49 | R\$ 173,79 | R\$ 443,70 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 443,70 | R\$ 104,09 | -R\$ 29.331,71 |
| Fevereiro | R\$ 29.677,58 | R\$ 620,00 | R\$ 193,00 | R\$ 427,00 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 427,00 | R\$ 104,09 | -R\$ 29.008,81 |
| Março | R\$ 29.680,70 | R\$ 634,71 | R\$ 186,20 | R\$ 448,51 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 448,51 | R\$ 104,09 | -R\$ 28.664,39 |
| Abril | R\$ 29.683,83 | R\$ 600,00 | R\$ 163,00 | R\$ 437,00 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 437,00 | R\$ 104,09 | -R\$ 28.331,48 |
| Maio | R\$ 29.686,96 | R\$ 670,78 | R\$ 173,23 | R\$ 497,55 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 497,55 | R\$ 104,09 | -R\$ 27.938,03 |
| Junho | R\$ 29.690,09 | R\$ 616,00 | R\$ 183,46 | R\$ 432,54 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 432,54 | R\$ 104,09 | -R\$ 27.609,58 |
| Julho | R\$ 29.693,22 | R\$ 675,00 | R\$ 176,00 | R\$ 499,00 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 499,00 | R\$ 104,09 | -R\$ 27.214,68 |
| Agosto | R\$ 29.696,35 | R\$ 510,20 | R\$ 133,26 | R\$ 376,94 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 376,94 | R\$ 104,10 | -R\$ 26.941,83 |
| Setembro | R\$ 29.699,48 | R\$ 550,00 | R\$ 153,13 | R\$ 396,87 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 396,87 | R\$ 104,10 | -R\$ 26.649,06 |
| Outubro | R\$ 29.702,61 | R\$ 690,98 | R\$ 213,00 | R\$ 477,98 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 477,98 | R\$ 104,10 | -R\$ 26.275,17 |
| Novembro | R\$ 29.705,75 | R\$ 634,00 | R\$ 170,33 | R\$ 463,67 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 463,67 | R\$ 104,10 | -R\$ 25.915,60 |
| Dezembro | R\$ 29.708,88 | R\$ 590,78 | R\$ 160,36 | R\$ 430,42 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 430,42 | R\$ 104,10 | -R\$ 25.589,28 |
| Total | | R\$ 7.409,94 | R\$ 2.078,76 | R\$ 5.331,18 | R\$ 1.186,85 | R\$ 24,73 | R\$ 5.331,18 | R\$ 1.249,14 | |

| 2023 | | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| DATA | VALORES | | | | | | FLUXO DE CAIXA | | |
| Meses | Investimento Reajust. (CDI) | Conta sem Compensação | Conta Com Compensação | Economia | Depreciação (VU 25 anos) | Manutenção | Entradas | Saídas | VPL |
| Janeiro | R\$ 29.712,01 | R\$ 673,07 | R\$ 188,95 | R\$ 484,12 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 484,12 | R\$ 104,10 | -R\$ 25.209,25 |
| Fevereiro | R\$ 29.715,14 | R\$ 700,00 | R\$ 198,90 | R\$ 501,10 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 501,10 | R\$ 104,10 | -R\$ 24.812,25 |
| Março | R\$ 29.718,27 | R\$ 750,00 | R\$ 178,90 | R\$ 571,10 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 571,10 | R\$ 104,10 | -R\$ 24.345,25 |
| Abril | R\$ 29.721,41 | R\$ 650,00 | R\$ 168,90 | R\$ 481,10 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 481,10 | R\$ 104,10 | -R\$ 23.968,25 |
| Mai | R\$ 29.724,54 | R\$ 660,00 | R\$ 208,90 | R\$ 451,10 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 451,10 | R\$ 104,10 | -R\$ 23.621,24 |
| Junho | R\$ 29.727,67 | R\$ 833,10 | R\$ 220,90 | R\$ 612,20 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 612,20 | R\$ 104,10 | -R\$ 23.113,14 |
| Julho | R\$ 29.730,81 | R\$ 604,79 | R\$ 196,90 | R\$ 407,89 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 407,89 | R\$ 104,10 | -R\$ 22.809,35 |
| Agosto | R\$ 29.733,94 | R\$ 513,76 | R\$ 158,90 | R\$ 354,86 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 354,86 | R\$ 104,10 | -R\$ 22.558,59 |
| Setembro | R\$ 29.737,08 | R\$ 604,76 | R\$ 218,90 | R\$ 385,86 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 385,86 | R\$ 104,10 | -R\$ 22.276,83 |
| Outubro | R\$ 29.740,21 | R\$ 602,97 | R\$ 188,00 | R\$ 414,97 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 414,97 | R\$ 104,10 | -R\$ 21.965,96 |
| Novembro | R\$ 29.743,35 | R\$ 887,64 | R\$ 189,80 | R\$ 697,84 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 697,84 | R\$ 104,10 | -R\$ 21.372,22 |
| Dezembro | R\$ 29.746,48 | R\$ 596,74 | R\$ 147,90 | R\$ 448,84 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 448,84 | R\$ 104,10 | -R\$ 21.027,48 |
| Total | | R\$ 8.076,83 | R\$ 2.265,85 | R\$ 5.810,98 | R\$ 1.186,85 | R\$ 24,73 | R\$ 5.810,98 | R\$ 1.249,18 | |

| 2024 | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------|--------------------------|------------|----------------|------------|----------------|
| DATA | VALORES | | | | | | FLUXO DE CAIXA | | |
| Meses | Investimento Reajust. (CDI) | Conta sem Compensação | Conta Com Compensação | Economia | Depreciação (VU 25 anos) | Manutenção | Entradas | Saídas | VPL |
| Janeiro | R\$ 29.749,62 | R\$ 733,70 | R\$ 205,80 | R\$ 527,90 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 527,90 | R\$ 104,10 | -R\$ 20.603,68 |
| Fevereiro | R\$ 29.752,75 | R\$ 723,65 | R\$ 200,80 | R\$ 522,85 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 522,85 | R\$ 104,10 | -R\$ 20.184,93 |
| Março | R\$ 29.755,89 | R\$ 743,65 | R\$ 215,80 | R\$ 527,85 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 527,85 | R\$ 104,10 | -R\$ 19.761,18 |
| Abril | R\$ 29.759,03 | R\$ 753,65 | R\$ 220,80 | R\$ 532,85 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 532,85 | R\$ 104,10 | -R\$ 19.332,43 |
| Mai | R\$ 29.762,16 | R\$ 713,65 | R\$ 190,80 | R\$ 522,85 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 522,85 | R\$ 104,10 | -R\$ 18.913,69 |
| Junho | R\$ 29.765,30 | R\$ 703,65 | R\$ 209,80 | R\$ 493,85 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 493,85 | R\$ 104,10 | -R\$ 18.523,94 |
| Julho | R\$ 29.768,44 | R\$ 763,65 | R\$ 216,80 | R\$ 546,85 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 546,85 | R\$ 104,10 | -R\$ 18.081,19 |
| Agosto | R\$ 29.771,58 | R\$ 733,70 | R\$ 195,80 | R\$ 537,90 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 537,90 | R\$ 104,10 | -R\$ 17.647,40 |
| Setembro | R\$ 29.774,72 | R\$ 733,50 | R\$ 195,80 | R\$ 537,70 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 537,70 | R\$ 104,10 | -R\$ 17.213,80 |
| Outubro | R\$ 29.777,86 | R\$ 723,75 | R\$ 205,80 | R\$ 517,95 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 517,95 | R\$ 104,10 | -R\$ 16.799,95 |

| | | | | | | | | | |
|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|----------------|
| Novembro | R\$ 29.780,99 | R\$ 744,65 | R\$ 205,80 | R\$ 538,85 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 538,85 | R\$ 104,10 | -R\$ 16.365,21 |
| Dezembro | R\$ 29.784,13 | R\$ 732,55 | R\$ 206,00 | R\$ 526,55 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 526,55 | R\$ 104,10 | -R\$ 15.942,76 |
| Total | | R\$ 8.803,75 | R\$ 2.469,80 | R\$ 6.333,95 | R\$ 1.186,85 | R\$ 24,73 | R\$ 6.333,95 | R\$ 1.249,23 | |

| 2025 | | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------|----------------|--------------|----------------|
| DATA | VALORES | | | | | | FLUXO DE CAIXA | | |
| Meses | Investimento Reajust. (CDI) | Conta sem Compensação | Conta Com Compensação | Economia | Depreciação (VU 25 anos) | Manutenção | Entradas | Saídas | VPL |
| Janeiro | R\$ 29.787,27 | R\$ 799,80 | R\$ 224,33 | R\$ 575,47 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 575,47 | R\$ 104,10 | -R\$ 15.471,40 |
| Fevereiro | R\$ 29.790,41 | R\$ 820,00 | R\$ 229,33 | R\$ 590,67 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 590,67 | R\$ 104,11 | -R\$ 14.984,83 |
| Março | R\$ 29.793,55 | R\$ 781,70 | R\$ 220,33 | R\$ 561,37 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 561,37 | R\$ 104,11 | -R\$ 14.527,57 |
| Abril | R\$ 29.796,70 | R\$ 799,00 | R\$ 225,33 | R\$ 573,67 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 573,67 | R\$ 104,11 | -R\$ 14.058,00 |
| Mai | R\$ 29.799,84 | R\$ 821,00 | R\$ 227,33 | R\$ 593,67 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 593,67 | R\$ 104,11 | -R\$ 13.568,44 |
| Junho | R\$ 29.802,98 | R\$ 799,00 | R\$ 224,33 | R\$ 574,67 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 574,67 | R\$ 104,11 | -R\$ 13.097,87 |
| Julho | R\$ 29.806,12 | R\$ 800,00 | R\$ 220,33 | R\$ 579,67 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 579,67 | R\$ 104,11 | -R\$ 12.622,31 |
| Agosto | R\$ 29.809,26 | R\$ 780,70 | R\$ 224,33 | R\$ 556,37 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 556,37 | R\$ 104,11 | -R\$ 12.170,05 |
| Setembro | R\$ 29.812,40 | R\$ 799,00 | R\$ 224,33 | R\$ 574,67 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 574,67 | R\$ 104,11 | -R\$ 11.699,49 |
| Outubro | R\$ 29.815,55 | R\$ 797,00 | R\$ 224,00 | R\$ 573,00 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 573,00 | R\$ 104,11 | -R\$ 11.230,59 |
| Novembro | R\$ 29.818,69 | R\$ 799,00 | R\$ 224,00 | R\$ 575,00 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 575,00 | R\$ 104,11 | -R\$ 10.759,70 |
| Dezembro | R\$ 29.821,83 | R\$ 799,80 | R\$ 224,03 | R\$ 575,77 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 575,77 | R\$ 104,11 | -R\$ 10.288,04 |
| Total | | R\$ 9.596,00 | R\$ 2.692,00 | R\$ 6.904,00 | R\$ 1.186,85 | R\$ 24,73 | R\$ 6.904,00 | R\$ 1.249,28 | |

| 2026 | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------|--------------------------|------------|----------------|------------|---------------|
| DATA | VALORES | | | | | | FLUXO DE CAIXA | | |
| Meses | Investimento Reajust. (CDI) | Conta sem Compensação | Conta Com Compensação | Economia | Depreciação (VU 25 anos) | Manutenção | Entradas | Saídas | VPL |
| Janeiro | R\$ 29.824,98 | R\$ 870,70 | R\$ 244,53 | R\$ 626,17 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 626,17 | R\$ 104,11 | -R\$ 9.765,98 |
| Fevereiro | R\$ 29.828,12 | R\$ 870,63 | R\$ 244,53 | R\$ 626,10 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 626,10 | R\$ 104,11 | -R\$ 9.243,99 |
| Março | R\$ 29.831,27 | R\$ 870,64 | R\$ 244,53 | R\$ 626,11 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 626,11 | R\$ 104,11 | -R\$ 8.721,99 |
| Abril | R\$ 29.834,41 | R\$ 870,64 | R\$ 244,53 | R\$ 626,11 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 626,11 | R\$ 104,11 | -R\$ 8.199,99 |

| | | | | | | | | | |
|--------------|---------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| Maio | R\$ 29.837,56 | R\$ 870,64 | R\$ 244,53 | R\$ 626,11 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 626,11 | R\$ 104,11 | -R\$ 7.677,99 |
| Junho | R\$ 29.840,70 | R\$ 877,64 | R\$ 246,53 | R\$ 631,11 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 631,11 | R\$ 104,11 | -R\$ 7.150,99 |
| Julho | R\$ 29.843,85 | R\$ 869,64 | R\$ 242,55 | R\$ 627,09 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 627,09 | R\$ 104,11 | -R\$ 6.628,01 |
| Agosto | R\$ 29.846,99 | R\$ 872,64 | R\$ 244,53 | R\$ 628,11 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 628,11 | R\$ 104,11 | -R\$ 6.104,01 |
| Setembro | R\$ 29.850,14 | R\$ 871,64 | R\$ 243,53 | R\$ 628,11 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 628,11 | R\$ 104,11 | -R\$ 5.580,01 |
| Outubro | R\$ 29.853,29 | R\$ 873,64 | R\$ 244,53 | R\$ 629,11 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 629,11 | R\$ 104,11 | -R\$ 5.055,01 |
| Novembro | R\$ 29.856,43 | R\$ 871,64 | R\$ 245,53 | R\$ 626,11 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 626,11 | R\$ 104,11 | -R\$ 4.533,01 |
| Dezembro | R\$ 29.859,58 | R\$ 869,64 | R\$ 244,50 | R\$ 625,14 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 625,14 | R\$ 104,11 | -R\$ 4.011,99 |
| Total | | R\$ 10.459,73 | R\$ 2.934,35 | R\$ 7.525,38 | R\$ 1.186,85 | R\$ 24,73 | R\$ 7.525,38 | R\$ 1.249,33 | |

| 2027 | | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| DATA | VALORES | | | | | | FLUXO DE CAIXA | | |
| Meses | Investimento Reajust. (CDI) | Conta sem Compensação | Conta Com Compensação | Economia | Depreciação (VU 25 anos) | Manutenção | Entradas | Saídas | VPL |
| Janeiro | R\$ 29.862,73 | R\$ 950,09 | R\$ 266,53 | R\$ 683,56 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 683,56 | R\$ 104,11 | -R\$ 3.432,54 |
| Fevereiro | R\$ 29.865,88 | R\$ 950,00 | R\$ 266,53 | R\$ 683,47 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 683,47 | R\$ 104,11 | -R\$ 2.853,18 |
| Março | R\$ 29.869,03 | R\$ 950,00 | R\$ 266,53 | R\$ 683,47 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 683,47 | R\$ 104,11 | -R\$ 2.273,83 |
| Abril | R\$ 29.872,18 | R\$ 950,00 | R\$ 266,53 | R\$ 683,47 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 683,47 | R\$ 104,11 | -R\$ 1.694,47 |
| Maio | R\$ 29.869,03 | R\$ 950,00 | R\$ 266,53 | R\$ 683,47 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 683,47 | R\$ 97,82 | -R\$ 1.108,82 |
| Junho | R\$ 29.872,18 | R\$ 950,00 | R\$ 266,53 | R\$ 683,47 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 683,47 | R\$ 104,11 | -R\$ 529,46 |
| Julho | R\$ 29.875,32 | R\$ 950,00 | R\$ 266,53 | R\$ 683,47 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 683,47 | R\$ 104,11 | R\$ 49,90 |
| Agosto | R\$ 29.878,47 | R\$ 950,00 | R\$ 266,53 | R\$ 683,47 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 683,47 | R\$ 104,11 | R\$ 629,25 |
| Setembro | R\$ 29.875,32 | R\$ 950,00 | R\$ 266,53 | R\$ 683,47 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 683,47 | R\$ 97,82 | R\$ 1.214,91 |
| Outubro | R\$ 29.878,47 | R\$ 950,00 | R\$ 266,53 | R\$ 683,47 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 683,47 | R\$ 104,11 | R\$ 1.794,26 |
| Novembro | R\$ 29.881,62 | R\$ 950,00 | R\$ 266,54 | R\$ 683,46 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 683,46 | R\$ 104,11 | R\$ 2.373,61 |
| Dezembro | R\$ 29.884,77 | R\$ 951,00 | R\$ 266,60 | R\$ 684,40 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 684,40 | R\$ 104,12 | R\$ 2.953,89 |
| Total | | R\$ 11.401,09 | R\$ 3.198,44 | R\$ 8.202,65 | R\$ 1.186,85 | R\$ 24,73 | R\$ 8.202,65 | R\$ 1.236,77 | |

| | |
|-----------------|-----------------|
| Payback: | 66 meses |
|-----------------|-----------------|

Anexo 2 – Fluxo de caixa para cenário com compensação na nova regra

| |
|------------------------|
| Custos (Instalação) |
| R\$ 29.671,32 |

| | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Depreciação mensal (4% aa) | Lucro perdido (1,0542% am) |
| R\$ 98,90 | R\$ 12,80 |

| 2023 | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------|-----------------------------|------------|----------------|---------------|----------------|
| DATA | VALORES | | | | | | FLUXO DE CAIXA | | |
| Meses | Investimento Reajust. (CDI) | Conta sem Compensação | Conta Com Compensação | Economia | Depreciação (VU 25 anos) | Manutenção | Entradas | Saídas | VPL |
| | R\$ 29.671,32 | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 | R\$ 29.671,32 | -R\$ 29.671,32 |
| Janeiro | R\$ 29.674,45 | R\$ 617,49 | R\$ 167,45 | R\$ 450,04 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 450,04 | R\$ 104,09 | -R\$ 29.325,37 |
| Fevereiro | R\$ 29.677,58 | R\$ 620,00 | R\$ 167,45 | R\$ 452,55 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 452,55 | R\$ 104,09 | -R\$ 28.976,92 |
| Março | R\$ 29.680,70 | R\$ 634,71 | R\$ 167,45 | R\$ 467,26 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 467,26 | R\$ 104,09 | -R\$ 28.613,75 |
| Abril | R\$ 29.683,83 | R\$ 600,00 | R\$ 167,45 | R\$ 432,55 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 432,55 | R\$ 104,09 | -R\$ 28.285,29 |
| Maio | R\$ 29.686,96 | R\$ 670,78 | R\$ 167,45 | R\$ 503,33 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 503,33 | R\$ 104,09 | -R\$ 27.886,06 |
| Junho | R\$ 29.690,09 | R\$ 616,00 | R\$ 167,45 | R\$ 448,55 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 448,55 | R\$ 104,09 | -R\$ 27.541,60 |
| Julho | R\$ 29.693,22 | R\$ 675,00 | R\$ 167,45 | R\$ 507,55 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 507,55 | R\$ 104,09 | -R\$ 27.138,15 |
| Agosto | R\$ 29.696,35 | R\$ 510,20 | R\$ 167,45 | R\$ 342,75 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 342,75 | R\$ 104,10 | -R\$ 26.899,49 |
| Setembro | R\$ 29.699,48 | R\$ 550,00 | R\$ 167,45 | R\$ 382,55 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 382,55 | R\$ 104,10 | -R\$ 26.621,04 |
| Outubro | R\$ 29.702,61 | R\$ 690,98 | R\$ 167,45 | R\$ 523,53 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 523,53 | R\$ 104,10 | -R\$ 26.201,60 |
| Novembro | R\$ 29.705,75 | R\$ 634,00 | R\$ 167,45 | R\$ 466,55 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 466,55 | R\$ 104,10 | -R\$ 25.839,15 |
| Dezembro | R\$ 29.708,88 | R\$ 590,78 | R\$ 167,45 | R\$ 423,33 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 423,33 | R\$ 104,10 | -R\$ 25.519,92 |

| | | | | | | | | |
|-------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|
| Total | | R\$ 7.409,94 | R\$ 2.009,40 | R\$ 5.400,54 | R\$ 1.186,85 | R\$ 24,73 | R\$ 5.400,54 | R\$ 1.249,14 |
|-------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|

| 2024 | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------|----------------|--------------|----------------|
| DATA | VALORES | | | | | | FLUXO DE CAIXA | | |
| Meses | Investimento Reajust. (CDI) | Conta sem Compensação | Conta Com Compensação | Economia | Depreciação (VU 25 anos) | Manutenção | Entradas | Saídas | VPL |
| Janeiro | R\$ 29.712,01 | R\$ 673,07 | R\$ 209,36 | R\$ 463,71 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 463,71 | R\$ 104,10 | -R\$ 25.160,30 |
| Fevereiro | R\$ 29.715,14 | R\$ 700,00 | R\$ 209,36 | R\$ 490,64 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 490,64 | R\$ 104,10 | -R\$ 24.773,76 |
| Março | R\$ 29.718,27 | R\$ 750,00 | R\$ 209,36 | R\$ 540,64 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 540,64 | R\$ 104,10 | -R\$ 24.337,22 |
| Abril | R\$ 29.721,41 | R\$ 650,00 | R\$ 209,36 | R\$ 440,64 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 440,64 | R\$ 104,10 | -R\$ 24.000,68 |
| Mai | R\$ 29.724,54 | R\$ 660,00 | R\$ 209,36 | R\$ 450,64 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 450,64 | R\$ 104,10 | -R\$ 23.654,13 |
| Junho | R\$ 29.727,67 | R\$ 833,10 | R\$ 209,36 | R\$ 623,74 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 623,74 | R\$ 104,10 | -R\$ 23.134,49 |
| Julho | R\$ 29.730,81 | R\$ 604,79 | R\$ 209,36 | R\$ 395,43 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 395,43 | R\$ 104,10 | -R\$ 22.843,16 |
| Agosto | R\$ 29.733,94 | R\$ 513,76 | R\$ 209,36 | R\$ 304,40 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 304,40 | R\$ 104,10 | -R\$ 22.642,86 |
| Setembro | R\$ 29.737,08 | R\$ 604,76 | R\$ 209,36 | R\$ 395,40 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 395,40 | R\$ 104,10 | -R\$ 22.351,56 |
| Outubro | R\$ 29.740,21 | R\$ 602,97 | R\$ 209,36 | R\$ 393,61 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 393,61 | R\$ 104,10 | -R\$ 22.062,05 |
| Novembro | R\$ 29.743,35 | R\$ 887,64 | R\$ 209,36 | R\$ 678,28 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 678,28 | R\$ 104,10 | -R\$ 21.487,87 |
| Dezembro | R\$ 29.746,48 | R\$ 596,74 | R\$ 209,36 | R\$ 387,38 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 387,38 | R\$ 104,10 | -R\$ 21.204,59 |
| Total | | R\$ 8.076,83 | R\$ 2.512,32 | R\$ 5.564,51 | R\$ 1.186,85 | R\$ 24,73 | R\$ 5.564,51 | R\$ 1.249,18 | |

| 2025 | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------|--------------------------|------------|----------------|------------|----------------|
| DATA | VALORES | | | | | | FLUXO DE CAIXA | | |
| Meses | Investimento Reajust. (CDI) | Conta sem Compensação | Conta Com Compensação | Economia | Depreciação (VU 25 anos) | Manutenção | Entradas | Saídas | VPL |
| Janeiro | R\$ 29.749,62 | R\$ 733,70 | R\$ 257,46 | R\$ 476,24 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 476,24 | R\$ 104,10 | -R\$ 20.832,45 |
| Fevereiro | R\$ 29.752,75 | R\$ 723,65 | R\$ 257,46 | R\$ 466,19 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 466,19 | R\$ 104,10 | -R\$ 20.470,36 |
| Março | R\$ 29.755,89 | R\$ 743,65 | R\$ 257,46 | R\$ 486,19 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 486,19 | R\$ 104,10 | -R\$ 20.088,27 |
| Abril | R\$ 29.759,03 | R\$ 753,65 | R\$ 257,46 | R\$ 496,19 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 496,19 | R\$ 104,10 | -R\$ 19.696,18 |
| Mai | R\$ 29.762,16 | R\$ 713,65 | R\$ 257,46 | R\$ 456,19 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 456,19 | R\$ 104,10 | -R\$ 19.344,10 |
| Junho | R\$ 29.765,30 | R\$ 703,65 | R\$ 257,46 | R\$ 446,19 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 446,19 | R\$ 104,10 | -R\$ 19.002,01 |

| | | | | | | | | | |
|--------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| Julho | R\$ 29.768,44 | R\$ 763,65 | R\$ 257,46 | R\$ 506,19 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 506,19 | R\$ 104,10 | -R\$ 18.599,92 |
| Agosto | R\$ 29.771,58 | R\$ 733,70 | R\$ 257,46 | R\$ 476,24 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 476,24 | R\$ 104,10 | -R\$ 18.227,79 |
| Setembro | R\$ 29.774,72 | R\$ 733,50 | R\$ 257,46 | R\$ 476,04 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 476,04 | R\$ 104,10 | -R\$ 17.855,85 |
| Outubro | R\$ 29.777,86 | R\$ 723,75 | R\$ 257,46 | R\$ 466,29 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 466,29 | R\$ 104,10 | -R\$ 17.493,66 |
| Novembro | R\$ 29.780,99 | R\$ 744,65 | R\$ 257,46 | R\$ 487,19 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 487,19 | R\$ 104,10 | -R\$ 17.110,58 |
| Dezembro | R\$ 29.784,13 | R\$ 732,55 | R\$ 257,46 | R\$ 475,09 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 475,09 | R\$ 104,10 | -R\$ 16.739,59 |
| Total | | R\$ 8.803,75 | R\$ 3.089,52 | R\$ 5.714,23 | R\$ 1.186,85 | R\$ 24,73 | R\$ 5.714,23 | R\$ 1.249,23 | |

| 2026 | | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| DATA | VALORES | | | | | | FLUXO DE CAIXA | | |
| Meses | Investimento Reajust. (CDI) | Conta sem Compensação | Conta Com Compensação | Economia | Depreciação (VU 25 anos) | Manutenção | Entradas | Saídas | VPL |
| Janeiro | R\$ 29.787,27 | R\$ 799,80 | R\$ 312,52 | R\$ 487,28 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 487,28 | R\$ 104,10 | -R\$ 16.356,42 |
| Fevereiro | R\$ 29.790,41 | R\$ 820,00 | R\$ 312,52 | R\$ 507,48 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 507,48 | R\$ 104,11 | -R\$ 15.953,04 |
| Março | R\$ 29.793,55 | R\$ 781,70 | R\$ 312,52 | R\$ 469,18 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 469,18 | R\$ 104,11 | -R\$ 15.587,97 |
| Abril | R\$ 29.796,70 | R\$ 799,00 | R\$ 312,52 | R\$ 486,48 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 486,48 | R\$ 104,11 | -R\$ 15.205,59 |
| Maiο | R\$ 29.799,84 | R\$ 821,00 | R\$ 312,52 | R\$ 508,48 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 508,48 | R\$ 104,11 | -R\$ 14.801,22 |
| Junho | R\$ 29.802,98 | R\$ 799,00 | R\$ 312,52 | R\$ 486,48 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 486,48 | R\$ 104,11 | -R\$ 14.418,84 |
| Julho | R\$ 29.806,12 | R\$ 800,00 | R\$ 312,52 | R\$ 487,48 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 487,48 | R\$ 104,11 | -R\$ 14.035,47 |
| Agosto | R\$ 29.809,26 | R\$ 780,70 | R\$ 312,52 | R\$ 468,18 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 468,18 | R\$ 104,11 | -R\$ 13.671,40 |
| Setembro | R\$ 29.812,40 | R\$ 799,00 | R\$ 312,52 | R\$ 486,48 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 486,48 | R\$ 104,11 | -R\$ 13.289,03 |
| Outubro | R\$ 29.815,55 | R\$ 797,00 | R\$ 312,52 | R\$ 484,48 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 484,48 | R\$ 104,11 | -R\$ 12.908,65 |
| Novembro | R\$ 29.818,69 | R\$ 799,00 | R\$ 312,52 | R\$ 486,48 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 486,48 | R\$ 104,11 | -R\$ 12.526,28 |
| Dezembro | R\$ 29.821,83 | R\$ 799,80 | R\$ 312,52 | R\$ 487,28 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 487,28 | R\$ 104,11 | -R\$ 12.143,11 |
| Total | | R\$ 9.596,00 | R\$ 3.750,24 | R\$ 5.845,76 | R\$ 1.186,85 | R\$ 24,73 | R\$ 5.845,76 | R\$ 1.249,28 | |

| 2027 | | | | | | | | | |
|-------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------|------------|----------------|--------|-----|
| DATA | VALORES | | | | | | FLUXO DE CAIXA | | |
| Meses | Investimento Reajust. (CDI) | Conta sem Compensação | Conta Com Compensação | Economia | Depreciação (VU 25 anos) | Manutenção | Entradas | Saídas | VLP |

| | | | | | | | | | |
|--------------|---------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| Janeiro | R\$ 29.824,98 | R\$ 870,70 | R\$ 375,41 | R\$ 495,29 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 495,29 | R\$ 104,11 | -R\$ 11.751,93 |
| Fevereiro | R\$ 29.828,12 | R\$ 870,63 | R\$ 375,41 | R\$ 495,22 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 495,22 | R\$ 104,11 | -R\$ 11.360,82 |
| Março | R\$ 29.831,27 | R\$ 870,64 | R\$ 375,41 | R\$ 495,23 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 495,23 | R\$ 104,11 | -R\$ 10.969,70 |
| Abril | R\$ 29.834,41 | R\$ 870,64 | R\$ 375,41 | R\$ 495,23 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 495,23 | R\$ 104,11 | -R\$ 10.578,58 |
| Maiο | R\$ 29.837,56 | R\$ 870,64 | R\$ 375,41 | R\$ 495,23 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 495,23 | R\$ 104,11 | -R\$ 10.187,46 |
| Junho | R\$ 29.840,70 | R\$ 877,64 | R\$ 375,41 | R\$ 502,23 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 502,23 | R\$ 104,11 | -R\$ 9.789,34 |
| Julho | R\$ 29.843,85 | R\$ 869,64 | R\$ 375,41 | R\$ 494,23 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 494,23 | R\$ 104,11 | -R\$ 9.399,22 |
| Agosto | R\$ 29.846,99 | R\$ 872,64 | R\$ 375,41 | R\$ 497,23 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 497,23 | R\$ 104,11 | -R\$ 9.006,10 |
| Setembro | R\$ 29.850,14 | R\$ 871,64 | R\$ 375,41 | R\$ 496,23 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 496,23 | R\$ 104,11 | -R\$ 8.613,98 |
| Outubro | R\$ 29.853,29 | R\$ 873,64 | R\$ 375,41 | R\$ 498,23 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 498,23 | R\$ 104,11 | -R\$ 8.219,86 |
| Novembro | R\$ 29.856,43 | R\$ 871,64 | R\$ 375,41 | R\$ 496,23 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 496,23 | R\$ 104,11 | -R\$ 7.827,74 |
| Dezembro | R\$ 29.859,58 | R\$ 869,64 | R\$ 375,41 | R\$ 494,23 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 494,23 | R\$ 104,11 | -R\$ 7.437,63 |
| Total | | R\$ 10.459,73 | R\$ 4.504,92 | R\$ 5.954,81 | R\$ 1.186,85 | R\$ 24,73 | R\$ 5.954,81 | R\$ 1.249,33 | |

| 2028 | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------|--------------------------|------------|----------------|------------|---------------|
| DATA | VALORES | | | | | | FLUXO DE CAIXA | | |
| Meses | Investimento Reajust. (CDI) | Conta sem Compensação | Conta Com Compensação | Economia | Depreciação (VU 25 anos) | Manutenção | Entradas | Saídas | VPL |
| Janeiro | R\$ 29.862,73 | R\$ 950,09 | R\$ 447,09 | R\$ 503,00 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 503,00 | R\$ 104,11 | -R\$ 7.038,74 |
| Fevereiro | R\$ 29.865,88 | R\$ 950,00 | R\$ 447,09 | R\$ 502,91 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 502,91 | R\$ 104,11 | -R\$ 6.639,94 |
| Março | R\$ 29.869,03 | R\$ 950,00 | R\$ 447,09 | R\$ 502,91 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 502,91 | R\$ 104,11 | -R\$ 6.241,15 |
| Abril | R\$ 29.872,18 | R\$ 950,00 | R\$ 447,09 | R\$ 502,91 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 502,91 | R\$ 104,11 | -R\$ 5.842,35 |
| Maiο | R\$ 29.875,32 | R\$ 950,00 | R\$ 447,09 | R\$ 502,91 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 502,91 | R\$ 104,11 | -R\$ 5.443,55 |
| Junho | R\$ 29.878,47 | R\$ 950,00 | R\$ 447,09 | R\$ 502,91 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 502,91 | R\$ 104,11 | -R\$ 5.044,76 |
| Julho | R\$ 29.881,62 | R\$ 950,00 | R\$ 447,09 | R\$ 502,91 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 502,91 | R\$ 104,11 | -R\$ 4.645,96 |
| Agosto | R\$ 29.884,77 | R\$ 950,00 | R\$ 447,09 | R\$ 502,91 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 502,91 | R\$ 104,12 | -R\$ 4.247,17 |
| Setembro | R\$ 29.887,92 | R\$ 950,00 | R\$ 447,09 | R\$ 502,91 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 502,91 | R\$ 104,12 | -R\$ 3.848,37 |
| Outubro | R\$ 29.891,07 | R\$ 950,00 | R\$ 447,09 | R\$ 502,91 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 502,91 | R\$ 104,12 | -R\$ 3.449,58 |
| Novembro | R\$ 29.894,23 | R\$ 950,00 | R\$ 447,09 | R\$ 502,91 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 502,91 | R\$ 104,12 | -R\$ 3.050,78 |

| | | | | | | | | | |
|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|---------------|
| Dezembro | R\$ 29.897,38 | R\$ 951,00 | R\$ 447,09 | R\$ 503,91 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 503,91 | R\$ 104,12 | -R\$ 2.650,99 |
| Total | | R\$ 11.401,09 | R\$ 5.365,08 | R\$ 6.036,01 | R\$ 1.186,85 | R\$ 24,73 | R\$ 6.036,01 | R\$ 1.249,37 | |

| 2029 | | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------|----------------|--------------|---------------|
| DATA | VALORES | | | | | | FLUXO DE CAIXA | | |
| Meses | Investimento Reajust. (CDI) | Conta sem Compensação | Conta Com Compensação | Economia | Depreciação (VU 25 anos) | Manutenção | Entradas | Saídas | VPL |
| Janeiro | R\$ 29.900,53 | R\$ 1.035,60 | R\$ 514,80 | R\$ 520,80 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 520,80 | R\$ 104,12 | -R\$ 2.234,31 |
| Fevereiro | R\$ 29.903,68 | R\$ 1.035,60 | R\$ 514,80 | R\$ 520,80 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 520,80 | R\$ 104,12 | -R\$ 1.817,62 |
| Março | R\$ 29.906,83 | R\$ 1.035,60 | R\$ 514,80 | R\$ 520,80 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 520,80 | R\$ 104,12 | -R\$ 1.400,94 |
| Abril | R\$ 29.909,99 | R\$ 1.035,60 | R\$ 514,80 | R\$ 520,80 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 520,80 | R\$ 104,12 | -R\$ 984,26 |
| Maiο | R\$ 29.913,14 | R\$ 1.035,60 | R\$ 514,80 | R\$ 520,80 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 520,80 | R\$ 104,12 | -R\$ 567,58 |
| Junho | R\$ 29.916,29 | R\$ 1.035,60 | R\$ 514,80 | R\$ 520,80 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 520,80 | R\$ 104,12 | -R\$ 150,90 |
| Julho | R\$ 29.919,45 | R\$ 1.035,60 | R\$ 514,80 | R\$ 520,80 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 520,80 | R\$ 104,12 | R\$ 265,79 |
| Agosto | R\$ 29.922,60 | R\$ 1.035,60 | R\$ 514,80 | R\$ 520,80 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 520,80 | R\$ 104,12 | R\$ 682,47 |
| Setembro | R\$ 29.925,76 | R\$ 1.035,60 | R\$ 514,80 | R\$ 520,80 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 520,80 | R\$ 104,12 | R\$ 1.099,15 |
| Outubro | R\$ 29.928,91 | R\$ 1.035,60 | R\$ 514,80 | R\$ 520,80 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 520,80 | R\$ 104,12 | R\$ 1.515,83 |
| Novembro | R\$ 29.932,07 | R\$ 1.035,60 | R\$ 514,80 | R\$ 520,80 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 520,80 | R\$ 104,12 | R\$ 1.932,51 |
| Dezembro | R\$ 29.935,22 | R\$ 1.035,60 | R\$ 514,80 | R\$ 520,80 | R\$ 98,90 | R\$ 2,06 | R\$ 520,80 | R\$ 104,12 | R\$ 2.349,19 |
| Total | | R\$ 12.427,20 | R\$ 6.177,60 | R\$ 6.249,60 | R\$ 1.186,85 | R\$ 24,73 | R\$ 6.249,60 | R\$ 1.249,42 | |

| | |
|----------------|-----------------|
| Payback | 79 meses |
|----------------|-----------------|