



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

JÉSSICA RODRIGUES DOS SANTOS

**MODELO DE NEGÓCIO PARA COMBATER A  
VULNERABILIDADE ENERGÉTICA ATRAVÉS DA  
GERAÇÃO FOTOVOLTAICA COMPARTILHADA**

Londrina  
2024

JÉSSICA RODRIGUES DOS SANTOS

**MODELO DE NEGÓCIO PARA COMBATER A  
VULNERABILIDADE ENERGÉTICA ATRAVÉS DA  
GERAÇÃO FOTOVOLTAICA COMPARTILHADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Estadual de Londrina - UEL, como  
requisito para a obtenção do título de Mestre em  
Bioenergia.

Orientadora: Prof. Dra. Juliani Chico Piai Paiva

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

SANTOS, JÉSSICA.

MODELO DE NEGÓCIO PARA COMBATER A VULNERABILIDADE ENERGÉTICA ATRAVÉS DA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA COMPARTILHADA / JÉSSICA SANTOS. - Londrina, 2024.  
77 f.

Orientador: JULIANI PIAI.  
Dissertação (Mestrado em Bioenergia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, 2024.  
Inclui bibliografia.

1. Geração distribuída compartilhada fotovoltaica - Tese. 2. Pobreza energética - Tese. 3. Negócio Social - Tese. 4. Modelo de Negócios - Tese. I. PIAI, JULIANI. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Bioenergia. III. Título.

CDU 662

JÉSSICA RODRIGUES DOS SANTOS

**MODELO DE NEGÓCIO PARA COMBATER A VULNERABILIDADE  
ENERGÉTICA ATRAVÉS DA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA  
COMPARTILHADA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Estadual de  
Londrina - UEL, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Mestre em Bioenergia.

---

Prof. Dra. Juliani Chico Piai Paiva  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dra. Juliani Chico Piai Paiva  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Eduardo Augusto Rosário Contani  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Henrique de Santana  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 28 de agosto de 2024.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela minha vida, e por permitir que meus objetivos fossem alcançados.

Agradeço a todos os professores e colaboradores do Programa de Pós-graduação em Bioenergia, em especial a Carmen Guedes, por ter me acolhido no PPGB.

Agradeço a minha orientadora e amiga Juliani Piai, que acompanhou toda minha jornada me incentivando e apoiando.

Agradeço ao Prof. Fernando Westphal, por não medir esforços e contribuir com seus conhecimentos e discussões.

Agradeço aos meus pais Paulo e Vanessa pelo incentivo e por nunca terem desistido de mim.

Agradeço a Capes pelo apoio financeiro.

E agradeço a todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

Porque aos seus anjos dará ordem a teu  
respeito, para te guardarem em todos os teus  
caminhos.

11: Salmo 91

## RESUMO

SANTOS, Jéssica Rodrigues dos. **Modelo de Negócio para Combater a Vulnerabilidade Energética Através da Geração Fotovoltaica Compartilhada.** 2024. 84 páginas. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Bioenergia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

O presente trabalho aborda a Meta 7 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, focando em fontes de energia renovável e no acesso universal a essas fontes. Para isso, considera-se a energia fotovoltaica por meio da geração distribuída compartilhada, que se consolidou no país com o Marco Legal da Geração Distribuída (Lei nº 14.300/2022). Essa lei promove a geração distribuída, estabelecendo políticas públicas que impulsionam o setor de energia renovável, em contraste com a ANEEL 687/2015, cujos incentivos são limitados ao sistema de compensação. A existência de muitas conexões irregulares com a rede elétrica, especialmente em regiões de alta complexidade social, compromete o acesso seguro e confiável aos serviços de energia. Isso ocorre, em grande parte, devido à incapacidade de pagamento das famílias pelo consumo de energia. Para enfrentar esse desafio, propõe-se o uso da geração distribuída compartilhada, por meio de sistemas fotovoltaicos, com o objetivo de garantir que essas famílias tenham acesso seguro aos serviços de energia, reduzindo suas despesas a longo prazo. Nesse contexto, foi desenvolvido um modelo de negócios que viabiliza a implantação desses sistemas através de uma parceria público-privada. Para embasar a proposta, foi realizado um estudo de caso em um conjunto habitacional localizado na cidade de Paranaíba, Paraná. Os resultados da implantação da geração compartilhada fotovoltaica foram positivos, especialmente para a população que não se beneficiava da tarifa social, com parcelas fixas de R\$ 135,00 — um valor inferior ao que atualmente pagam pela conta de energia elétrica. Para o investidor, o payback estimado foi de 3 anos, utilizando a figura societária da associação civil. Além disso, a metodologia desenvolvida pode ser replicada em diferentes conjuntos habitacionais já existentes, desde que seja verificada a viabilidade da implantação da geração fotovoltaica compartilhada. Essa abordagem é fundamental para garantir um acesso digno à energia elétrica, contribuindo para a inclusão social e o desenvolvimento sustentável.

**Palavras-chave:** Pobreza energética; Geração distribuída compartilhada fotovoltaica; Negócio Social; Canvas.

## ABSTRACT

SANTOS, Jéssica Rodrigues dos. **A Business Model to Address Energy Vulnerability Through Shared Photovoltaic Generation**. 2024. 84 páginas. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Bioenergia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

This work addresses Goal 7 of the Sustainable Development Goals, focusing on renewable energy sources and access for all. To this end, photovoltaic energy through shared distributed generation was considered as an alternative, established in the country by the Legal Framework for Distributed Generation (Law No. 14,300/2022). This law promotes greater incentives for distributed generation, establishing public policies to encourage the renewable energy sector. This differs from ANEEL Resolution 687/2015, whose incentives are limited to the compensation system. Considering the existence of many illegal connections to the electricity grid, especially in areas of high social complexity, safe and reliable access to services is compromised. This mainly occurs due to the inability of families to pay for their energy consumption. Therefore, the use of shared distributed generation through photovoltaic systems is proposed to ensure safe access to energy services for these families, reducing their expenses in the long term. To achieve this, a business model was proposed to enable the implementation of these systems through a public-private partnership. A case study was conducted in a housing complex located in the city of Paranavaí, Paraná. The result of implementing shared photovoltaic generation was positive for the population that did not benefit from the social tariff, with fixed installments of R\$ 135.00 (lower than what they currently pay for their electricity bills). For the investor, the estimated payback period was 3 years, utilizing the legal structure of a civil association. Furthermore, the methodology can be replicated in different existing housing complexes, provided the feasibility of implementing shared photovoltaic generation is verified, which is of utmost importance for ensuring dignified access to electricity.

**Key-words:** Energy poverty; Photovoltaic shared distributed generation; Social Business; Canvas.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Índice de Perdas não técnicas na baixa tensão em distribuidoras, 2008-2016 .....	20
Figura 2 - Sistema Fotovoltaico (Off Grid e On Grid).....	22
Figura 3 - Mapa de localização do município de Paranavaí no estado do Paraná....	32
Figura 4 - Localização do conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine no perímetro urbano de Paranavaí.....	33
Figura 5 - Vista de satélite do Conjunto Habitacional Flávio Ettore Giovine. ....	34
Figura 6 - Telhado Centro Municipal de Educação Infantil Professora Alzira Mendonça Figueira.....	36
Figura 7 - Histórico da média de Irradiação Solar Diária Mensal. ....	51
Figura 8 - Consumo x Geração (kWh/mês).....	53
Figura 9 - Viabilidade da geração distribuída compartilhada estipulada para as 30 residências.....	63
Figura 10 - Comparação estimada de rendimento no primeiro ano da implantação da geração distribuída compartilhada no CMEI.....	65
Figura 11 – Metodologia da Análise de Viabilidade da Proposta.....	67

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Dados referente a 90 residências do conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine sobre o enquadramento no benefício da Tarifa Social. ....	46
Gráfico 2 - Dados referente a 90 residências do conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine que já foram inadimplentes com a conta de energia elétrica .....	47
Gráfico 3 - Dados referente a 90 residências do conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine que em algum momento sofreram corte de energia elétrica .....	48
Gráfico 4 - Análise referente as 90 famílias que residem no conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine e possuem trabalho formal ou informal.....	48
Gráfico 5 - Faixa Salarial das 90 famílias que residem no conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine, de acordo com o salário mínimo estabelecido pelo IBGE em 2023 (R\$ 1.302,00).....	49
Gráfico 6 - Estimativa de despesas das 90 famílias que residem no conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine .....	50
Gráfico 7 - Estimativa de pessoas residentes do conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine que estão abaixo da linha da extrema pobreza .....	50
Gráfico 8 - Análise de sensibilidade VPL em relação TMA.....	64

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média do Consumo kWh/mês para 30 Residências .....	35
Tabela 2 - Média, Mediana e Desvio Padrão do consumo de energia elétrica .....	36
Tabela 3 - Parâmetros utilizados para fluxo de caixa .....	44
Tabela 4 - Características do Sistema Fotovoltaico.....	52
Tabela 5 - Custo estimado do projeto do sistema fotovoltaico.....	54
Tabela 6 - Estimativa de investimento da Geração Distribuída Compartilhada.....	62

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Diferenças entre condomínio voluntario, cooperativa, consórcio e associação civil .....	26
Quadro 2 - Resumo de alguns modelos de negócios .....	28
Quadro 3 - Tradicional do Business Model Canvas .....	29
Quadro 4 - Business Model Canvas adaptado para implantação da Geração Distribuída Compartilhada .....	41
Quadro 5 - Business Model Canvas de Modelo de Negócio Social adaptado para implantação da Geração Distribuída Compartilhada .....	55
Quadro 6 - Comparação entre as figuras societárias associação vs cooperativa .....	61

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BMC	<i>Business Model Canvas</i>
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
CDI	Certificado de Depósito Interbancário
CMEI	Centro Municipal de Educação Infantil
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CRESESB	Centro de Referências para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito
COPEL	Companhia Paranaense de Energia Elétrica
EPBR	Agência de notícias líder em petróleo, gás e energia no Brasil
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FGV	Fundação Getulio Vargas
GC	Geração Centralizada
GD	Geração Distribuída
GDC	Geração Distribuída Compartilhada
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRE	Instituto Brasileiro de Economia
IJSN	Instituto Jones dos Santos Neves
IPC	Índice de Preços ao Consumidor Regional
MMGD	Micro e Mini Geração Distribuída
MEI	Micro Empreendedor Individual
OCB	Organização das Cooperativas do Brasil
ONS	Operador Nacional do Sistema
PIR	Planejamento Integrado de Recursos
PR	Paraná
SFV	Sistemas de Geração Solar Fotovoltaica
TMA	

TIR Taxa Mínima de Atratividade

ZEIS Taxa Interna de Retorno

Zonas Especiais de Interesse Social

## SUMÁRIO

2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1	Pobreza Energética.....	17
2.2	Oferta de Energia Elétrica .....	20
2.3	Modelos de Negócios.....	27
2.3.1	Canvas.....	29
2.4	Negócios Sociais.....	30
3	METODOLOGIA .....	32
3.1	Estudo de Caso.....	32
3.2	Sistema Fotovoltaico .....	35
3.4	Modelo de Negócio .....	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	46
4.1	Análise de Dados .....	46
4.2	Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico.....	51
4.3	Modelo de Negócio Canvas .....	54
4.4	Proposição de uma Metodologia replicável para Análise de Viabilidade em outros conjuntos habitacionais .....	65
5	CONCLUSÃO .....	68
6	REFERÊNCIAS .....	69

## INTRODUÇÃO

O Brasil, em termos de planejamento energético, possui um plano de longo prazo do estado, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que se baseia em quatro grandes objetivos: segurança energética, retorno adequado dos investimentos, disponibilidade de acesso à população e critérios socioambientais (EPE, 2020). Neste contexto, destaca-se a disponibilidade de acesso à população, uma vez que aproximadamente 99,8% possuem acesso à energia elétrica (IBGE, 2023) (Alão & Borges, 2019). Entretanto, grande parte das famílias de baixa renda não possuem condições financeiras de pagar pelo seu consumo, recorrendo à inadimplência e até a conexão irregular com a rede (Piai Paiva et al., 2019). Tal situação implica em insegurança das instalações, aumento das perdas não técnicas, entre outros fatores que impactam negativamente o acesso à energia elétrica confiável e barata (Huback, 2018).

Pensando nisso, foi sancionada a Lei nº 14.620/2023 que incentiva a adoção da instalação de Sistemas de Geração Solar Fotovoltaica (SFV) nos residenciais construídos dentro do Programa Minha Casa, Minha Vida (Brasil, 2023). Com isso, espera-se que o SFV seja suficiente para que o consumidor pague apenas a tarifa mínima de uso do sistema de distribuição. Dessa forma, as conexões irregulares podem ser minimizadas, trazendo mais segurança para as instalações e reduzindo as perdas não-técnicas (Chaves et al, 2018). Entretanto, instalar o sistema fotovoltaico por conta própria é impossível para esses consumidores. O SFV tem um alto custo de instalação, muito maior que à disponibilidade dos recursos dessa população (Mariano et al, 2023). As instalações de módulos fotovoltaicos são acessíveis a pessoas com maior poder aquisitivo, excluindo a população baixa renda (Sermarini et al, 2024). Devido ao alto investimento inicial para implantação de painéis fotovoltaicos as famílias de baixa renda não podem pagar pelo benefício, a única alternativa dessa população mais vulnerável seria adquirir a instalação através de subsídios governamentais (Sermarini et al, 2024).

No entanto, as famílias moradoras dos residenciais de interesse social que já foram entregues sem o SFV enfrentam problemas para usufruir dos benefícios da eletricidade, especialmente por conta da incapacidade de pagamento dos consumidores de baixa renda. Devido ao crescimento dos subsídios para Geração Distribuída (GD), houve também um acréscimo na conta de energia da população de

baixa renda, mesmo esta população não tendo o acesso a este sistema, outro ponto vem da tarifa social, um auxílio disponibilizado pelo governo, mas que não solucionou a capacidade de pagamento das famílias mais vulneráveis (Sermarini et al, 2024).

Por isso, o presente trabalho propõe um modelo de negócio que viabilize a implantação de Sistemas Fotovoltaicos em residenciais de baixa renda, através do financiamento de um terceiro. Além disso, o SFV proposto considerada a Geração Distribuída Compartilhada (GDC). Trata-se de uma modalidade que possibilita ganhos econômicos maiores em comparação com sistemas individuais instalados e conectados diretamente nas residências, prédios comerciais etc. (Junior, 2018). Na GDC, ao invés de cada consumidor instalar individualmente seus painéis fotovoltaicos, eles podem se unir para usufruir do benefício coletivamente de uma usina (Junior, 2018). Cabe ressaltar que as unidades consumidoras que serão beneficiárias da GDC deverão estar sob a titularidade das pessoas físicas que compõe uma determinada associação civil, onde se torna possível o investimento de um terceiro.

Neste contexto, o modelo de negócio proposto combina os conceitos de duas metodologias: *Business Model Canvas* e *Social Business Model Canvas*. O *Business Model Canvas*, criado por Osterwalder e Pigneur, é facilmente operável, permitindo o desenvolvimento de novas estratégias, na realização dos nove tópicos que direcionam a elaboração do modelo. Já o *Social Business Model Canvas*, desenvolvido por Ginés Haro Pastor é uma ferramenta que combina a criação de valor econômico com impacto social e ambiental.

Além disso, para a análise de viabilidade do projeto é necessário conhecer as despesas e fazer a previsão do fluxo de receita. Para isso, é preciso saber o investimento necessário à implantação do SFV por GDC proposto. Essa é uma variável que depende da população atendida, número de residências, perfil de consumo de energia elétrica, localização, entre outros. Por isso, para conseguir medir a efetividade da proposta, foi realizado um estudo de campo no Residencial Flávio Étero Giovine, localizado na cidade de Paranavaí-PR. A amostra é composta por 94 famílias, e o atendimento da Usina Fotovoltaica propõe atender 30 residências.

Sendo assim, espera-se que o modelo de negócios seja atrativo para promover a instalação de geração distribuída compartilhada através de sistemas fotovoltaicos em diferentes bairros de baixa renda já entregues no Brasil. Dessa forma, promove-se o acesso à energia elétrica segura, renovável e barata, combatendo a pobreza energética nas áreas complexas socioeconomicamente.

O trabalho foi organizado e apresenta uma revisão bibliográfica que destaca o conceito de pobreza energética, a geração distribuída compartilhada fotovoltaica e os modelos de negócios, com ênfase no Business Model Canvas. Na sequência, é apresentada a metodologia, que consistiu em um estudo de campo. Por fim, são apresentados os resultados e as conclusões do estudo, que visam proporcionar acesso à energia elétrica regular para famílias de baixa renda, podendo ser replicados em outros conjuntos habitacionais já existentes.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentadas as principais referências bibliográficas do estudo. Inicia-se pela conceituação de pobreza energética, seguindo para a estrutura da geração de energia elétrica distribuída através de fonte solar fotovoltaica. Ainda, são apresentados estudos sobre os tipos de modelos de negócios existentes, detalhando o Canvas referência para este trabalho. Por fim, foram discutidos conceitos do negócio social.

### 2.1 POBREZA ENERGÉTICA

As instabilidades econômicas do Brasil atingem especialmente a população de baixa renda. Alguns pontos fazem com que a inflação não seja a mesma para todas as classes sociais: as famílias de baixa renda comprometem a maior parte da renda com alimentos, enquanto as famílias de renda mais elevada gastam mais com serviços (IBRE, 2023). O Índice de Preços ao Consumidor Regional (IPC-Regional) tem o objetivo de estimar a inflação de cada região para as famílias de baixa renda (até 1,5 salário-mínimo mensal) e para famílias de renda alta (acima de 11,5 salários-mínimos mensais). O Nordeste entre as outras regiões do país, catalogou a inflação mais alta para famílias de baixa renda. Foi registrado entre janeiro de 2020 e março de 2023 um aumento 26,46%, e a alimentação subiu 43,24% acima da inflação (FGV IBRE, 2023). Além disso, a meta de inflação no país pelo Banco Central é de 3,00%, e o intervalo de 1,50% (Banco Central, 2023). A inflação foi movida por diversos fatores entre janeiro de 2020 e março de 2023, o principal deles foi a pandemia da Covid-19. Houve alta no preço dos alimentos (aumento da demanda), no preço do petróleo e da energia (aumentou preço dos combustíveis), e novamente dos alimentos devido a guerra entre Rússia e Ucrânia que atingiu commodities agrícolas (trigo e milho, por exemplo) (Banco Central, 2023).

Na região da América Latina e Caribe, o Brasil foi o país mais afetado pela pandemia do COVID-19. Segundo o relatório do Banco Mundial (2022), foram considerados abaixo da linha da pobreza brasileiros com salários inferiores a R\$ 499 (quatrocentos e noventa e nove) reais por mês. No começo da pandemia do covid-19, a cada dez brasileiros, três eram pobres e cerca de 8% viviam na extrema pobreza.

Ainda de acordo com o relatório, os percentuais não tiveram alterações significativas desde 2012 (Banco Mundial, 2022).

Após picos em 2021, as taxas de pobreza e extrema pobreza reduziram em 2022. Cerca de 10,47 milhões de pessoas saíram da linha da pobreza no Brasil. Porém o país ainda registra números elevados de pobres, estimados em mais de 70 milhões de indivíduos (IJSN, 2023).

Dentre as diversas formas de pobreza, a energética não pode ser definida por um único parâmetro. Portanto, a definição de pobreza energética é um desafio por conta das dificuldades e realidades de cada país. Por exemplo, as questões climáticas, onde em um país ter aquecedor em sua residência pode ser de extrema importância e necessidade, em outros países onde o clima é quente já não há esta necessidade. Também pode-se apontar as diferenças culturais e as questões socioeconômicas de cada país.

De acordo com Day et al. (2016), a pobreza energética pode ser definida como:

“inabilidade de realizar capacidades essenciais como resultado direto ou indireto de acesso insuficiente a serviços de energia acessíveis, confiáveis e seguros, e levando em consideração os meios alternativos razoáveis disponíveis para realizar essas capacidades.”

Existem várias definições, e a adotada por este trabalho é a definição de Day et al. (2016) por sua abrangência. Ela é considerada uma definição multidimensional que, procura meios alternativos para tratar a pobreza energética, com soluções criativas e viáveis, decidindo quais capacidades são essenciais e devem ser levadas em consideração como o conforto térmico, de modo que a energia se faça necessária para a educação, o trabalho, comunicação, etc, que os serviços sejam de qualidade e segurança, e estejam dentro do orçamento familiar, o uso desta energia deve ser viável, sem investimento de tempo indevido.

De acordo com a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), pobreza energética é quando a residência não possui acesso justo aos serviços de energia elétrica adequados, seguros, confiáveis e eficientes para atender as necessidades básicas das famílias, e que a conta de energia elétrica não seja superior a 10% da renda domiciliar (CEPAL, 2014). A Comissão Europeia, classifica a pobreza energética, quando as famílias precisam reduzir o consumo de energia elétrica e isso acaba afetando a saúde e bem-estar dessas famílias, ou quando a conta

de energia elétrica corresponde a grande parte da renda dos consumidores (Parlamento Europeu, 2023).

Em 1991 foi publicada a primeira metodologia para a resolução de um indicador de pobreza energética, chamado *Ten Percent Rule* (TPR), nele para uma família seja considerada pobre energeticamente as despesas com energia tendem a ser superiores a 10% da renda, Equação 1.1. (Boardman, 1991).

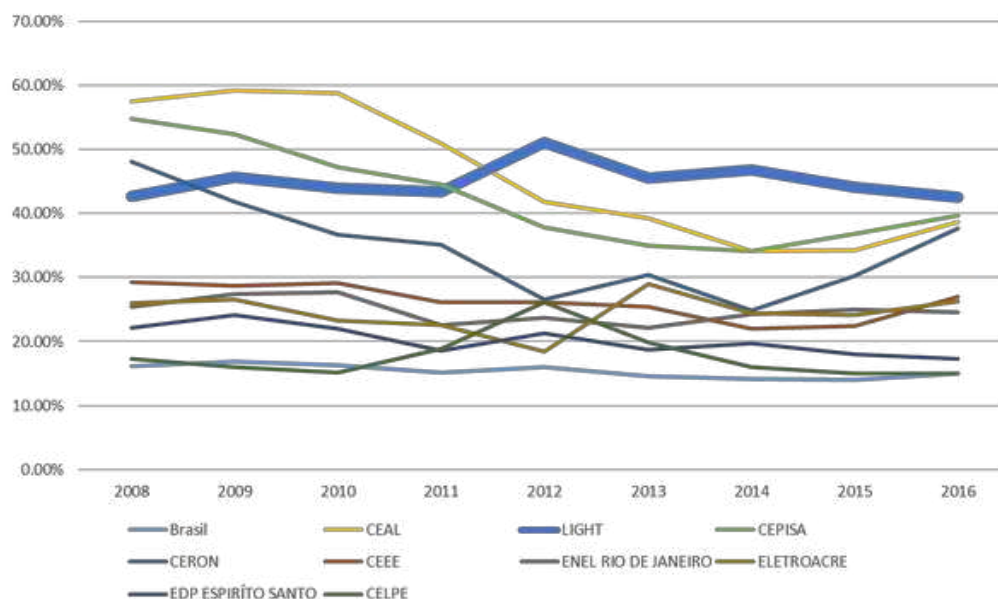
$$TPR = EC / IN, \quad (1.1.)$$

onde *EC* é o custo com a energia elétrica e *IN* é a renda da família.

No Brasil, de forma generalista, a pobreza energética está conectada à capacidade de pagamento das famílias pelos serviços de energia elétrica, uma vez que a disponibilidade de acesso está muito próxima da universalização.

Por exemplo, no Rio de Janeiro a desigualdade de renda é um agravante para a segurança pública da população, essa desigualdade também se torna aparente nos serviços públicos como gás de cozinha e eletricidade. Principalmente nas comunidades de baixa renda, também conhecida como favelas, as conexões irregulares de energia elétrica, os chamados gatos, são muito comuns e afetam a concessionária de energia elétrica local (Light). A Figura 1, mostra os indicadores de perdas não técnicas ou chamados furtos na baixa tensão em distribuidoras, os índices de perdas não técnicas dependem das características do mercado, das variáveis socioeconômicas e das perspectivas existentes em cada área de concessão. A Light superou 40% de perdas ao ano de 2008 a 2016 (EPBR, 2018).

Figura 1 - Índice de Perdas não técnicas na baixa tensão em distribuidoras, 2008-2016



Fonte: EPBR (2018).

As perdas não técnicas têm impactos financeiros significativo na tarifa de energia elétrica. De acordo com a metodologia da ANEEL, estimou um custo de quase R\$ 5 bilhões ao ano, ou seja 3% do valor da tarifa de energia elétrica para compor as perdas (ANEEL,2019).

Contudo, pode-se afirmar que se trata de um ciclo que aumenta a pobreza energética no Brasil uma vez que a incapacidade de pagamento pode levar a inadimplência e posteriormente ao furto, considerado uma perda não-técnica que impacta no aumento das tarifas de energia elétrica. Com tarifas mais altas, a dificuldade para pagar pelo consumo aumenta.

## 2.2 OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Pensar a pobreza energética é observar o lado da demanda. Entretanto, para um planejamento energético efetivo devem ser observados oferta e demanda por energia elétrica em sinergia, conforme a metodologia apresentada no Planejamento Integrado de Recursos – PIR, atendendo as necessidades relacionados aos serviços energéticos a um custo mínimo (Udaeta, 1997). Segundo Collaço (2015), através de energias renováveis o mundo vem buscando a minimização da emissão de carbono

na atmosfera, isso será possível através de projetos com soluções vindo do sol, do vento, da biomassa, dos resíduos sólidos, dentre tantos outros recursos (Collaço, 2015).

De acordo com o Operador Nacional do Sistema (ONS), o Brasil produz energia renovável em grandes quantidades. Quando ocorre um excesso no consumo de energia, é necessário ligar as usinas termelétricas para tentar conter os momentos de pico, o que encarece o custo para o consumidor (ONS, 2024). As fontes renováveis no Brasil têm como principal fonte as hidrelétricas, que representam 58% da capacidade instalada do Sistema Interligado Nacional (SIN). Em 2023, também houve um grande crescimento das fontes solar e eólica, que corresponderam a 23,8% em comparação com o ano de 2022. Já a biomassa apresentou um crescimento de 9,6% em relação ao ano anterior. O Brasil é um país privilegiado em termos de energias renováveis, que juntas corresponderam a 93,1% da geração de energia elétrica no ano de 2023 (MME, 2024). Além disso, de acordo com o ONS, em 2028 o Brasil terá uma demanda de 110,98 gigawatts de energia elétrica, em comparação com uma oferta que pode chegar a 281,56 gigawatts ao final de 2027, fazendo com que a oferta de energia elétrica ultrapasse a demanda (ONS, 2024). Esse cenário se deve especialmente ao crescimento no consumo nacional em 2023, que registrou 508.954 GWh, uma alta de 1,4% em comparação ao ano de 2022, conforme dados fornecidos pela resenha mensal (EPE, 2023).

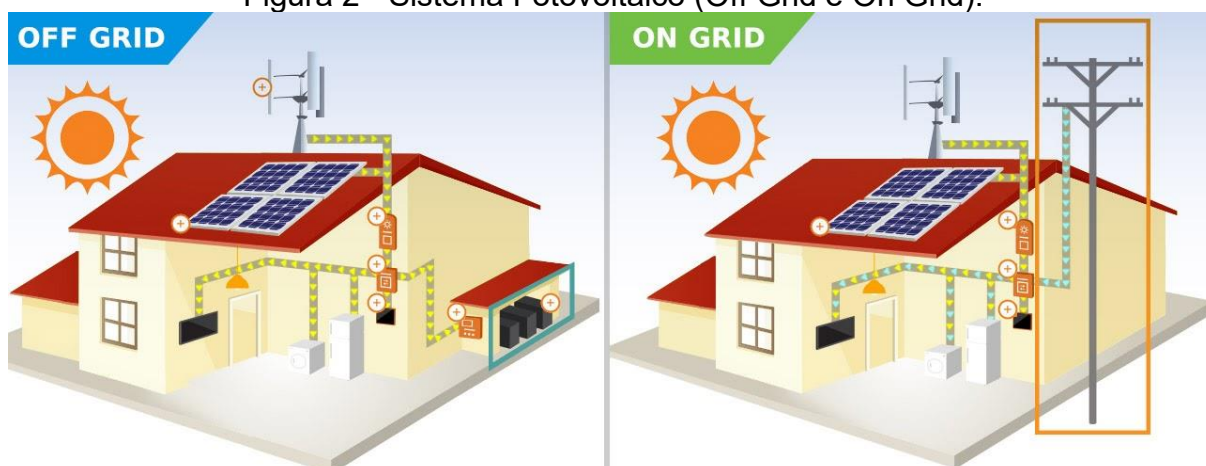
Neste sentido, a geração de energia elétrica renovável tem um papel importante para a segurança energética do Brasil. Ainda, é necessária para o ODS 7 (Energia Acessível e Limpa), especialmente a meta 7.2 que visa manter elevada a participação de energias renováveis na matriz energética global.

Dentre as renováveis, a geração fotovoltaica tem ganhado destaque, por ser proveniente do sol (transformando radiação solar em eletricidade), disponível abundantemente, alternativa sustentável e pouco manutenção após sua instalação (Macedo, 2019). Para o Sistema de Geração Solar Fotovoltaico (SFV) são utilizados módulos, feitos com material semicondutor podendo ser mono ou policristalinos. Os policristalinos são mais baratos, entretanto são menos eficientes, necessitando de áreas maiores. Os monocristalinos são mais eficientes e mais caros em comparação aos policristalinos (Almeida et al, 2016).

A geração fotovoltaica pode ser dividida em sistemas conectados à rede e isolados, Figura 2. A diferença entre os dois sistemas é a forma como armazenam

energia excedente. O sistema *On Grid* depende da rede de distribuição, pois está ligada a ela, injetando o excedente diretamente a ela. No caso do *Off Grid* é necessário o uso de baterias para armazenamento, assim consegue-se manter a energia mesmo em períodos de baixa produção.

Figura 2 - Sistema Fotovoltaico (Off Grid e On Grid).



Fonte: Portal Potência (2019).

### 2.2.1 Geração Distribuída Compartilhada

A Geração Distribuída (GD) de energia elétrica trata-se da geração próxima ou no local de consumo, diferente da Geração Centralizada (GC), quando a energia elétrica é produzida por grandes geradores, normalmente hidrelétricas ou termoelétricas, e necessitam ser transmitidas até os centros de distribuição e unidades consumidoras (EPE, 2021).

De acordo com Castillo et al. (2021), tecnicamente a geração local reduz as perdas de energia e, simultaneamente, adia investimentos em infraestrutura de transmissão e distribuição. Sob o ponto de vista financeiro, os autores afirmam que o fato da implantação do autoconsumo envolver recursos advindos de consumidores, ajuda a diversificar os investimentos. Analisando socioeconomicamente, a GD aumenta o número de consumidores que compartilham os benefícios associados à geração de eletricidade.

Considerando as dimensões continentais e a intensidade da irradiação solar no Brasil, a Geração Distribuída Fotovoltaica tem se consolidado como uma alternativa

interessante para atender à crescente demanda por energia elétrica no país. De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar), o país alcançou 32 gigawatts (GW) de potência instalada em 2023 (Absolar, 2023).

Dentre as classes de consumidores, a GD avançou principalmente na classe residencial (46,1%) e comercial (31,4%). Ainda segundo o BEN (2022), a Micro e Mini Geração Distribuída (MMGD) apresentaram significativo crescimento, contribuindo para a diversificação da matriz elétrica e segurança energética brasileira. A MMGD respondeu por 5.346GWh em 2020, e 9.810GWh em 2021, um aumento de 84%, distribuídos principalmente em biomassa e biogás (7,6%) e solar fotovoltaica (88,3%), concentrados no Centro-Sul do país (EPE, 2022).

Entre as modalidades possíveis da GD está a Geração Distribuída Compartilhada (GDC), criada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) na Resolução Normativa nº 482/2012 (ANEEL, 2012), que mais tarde foi revisada e publicada como Resolução Normativa nº 687/2015 (ANEEL, 2015) e está descrita no Marco Legal da Micro e Minigeração Distribuída (MLGD), Lei nº 14.300 sancionada em janeiro de 2022 (BRASIL, 2022).

A GDC é responsável por possibilitar o compartilhamento de energia, de micro ou mini geração, entre um grupo de consumidores que estejam na mesma área de concessão ou permissão, reduzindo custos e tempo. Ainda, permite o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, com as condições gerais de fornecimento de energia (ANEEL, 2019).

Segundo Chang et al. (2022), a implementação dos recursos energéticos distribuídos estão sendo cada vez mais utilizados em todos os países, porém tal implementação se dá em maior parte no armazenamento individual de energia e não no compartilhamento de energia em uma comunidade. Entretanto, a GDC é uma alternativa interessante, uma vez que pode ser utilizado o telhado de um prédio público da comunidade para sua instalação, possui menor valor de investimento inicial e manutenção se comparado a GD individualizada, e pode ser subsidiado por políticas públicas e financiamentos mais atrativos.

A GDC passará a ser ainda mais interessante para aqueles que desejam instalar um sistema de geração de energia elétrica a partir de janeiro de 2023. Por conta da Lei nº 14.300 (BRASIL, 2022), quem instalar a própria geração fotovoltaica, passará a pagar pelo uso da infraestrutura disponibilizada pela distribuidora nos períodos em que não há geração simultânea.

De acordo com o Marco Legal da Micro e Minigeração Distribuída (MLGD), e alinhado com o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), a geração compartilhada está organizada na forma de consórcio, cooperativa, condomínio voluntário, condomínio edilício e associação civil, descritos no Art. 1, inciso X, com o limite de potência instalada de 5MW até 31 de dezembro de 2045.

A estrutura das cooperativas está consolidada no Brasil, especialmente no setor agrícola (OCB, 2021). A sociedade cooperativa rege-se pelo disposto nos Artigos 1.093 a 1.096 da Lei nº 10.406/2002 (Código Civil) e suas principais características são: variabilidade ou dispensa do capital social, número mínimo de sócios para compor a administração da sociedade, limitação do valor da soma de quotas do capital social que cada sócio poderá tomar e a intransferibilidade das quotas do capital a terceiros estranhos à sociedade, ainda que por herança. Tal figura societária possibilita o acesso de pessoas jurídicas, físicas e Micro Empreendedor Individual (MEI). Porém, para a sua constituição, a cooperativa precisa ser composta por 20 pessoas físicas, para posteriormente possibilitar o ingresso da pessoa jurídica, de acordo com a Lei nº 5.764 de 16 de dezembro de 1971 art. 6º, inciso I. São exigidos no mínimo 13 diretores, que não tenham parentesco, e renovação a cada 4 anos sem repetição dos membros. Este fato gera um enorme fluxo de pessoas na direção da cooperativa. Ainda, é exigida a manutenção de um conselho fiscal permanente. O Conselho Brasileiro de Cooperativas e a Organização das Cooperativas do Brasil (OCB) são os órgãos fiscalizadores desta figura societária.

Já o consórcio tradicionalmente não é de personalidade jurídica própria e as consorciadas obrigam-se somente às condições previstas no contrato, respondendo cada uma por suas obrigações, sem pretensão solidária, se tornando um modelo limitado em comparação à cooperativa. A Lei do consórcio nº 11.795/2008 tem o intuito de proteger o consumidor e garantir que o investimento seja confiável, permitindo que os consorciados tenham acesso a bens e serviços por intermédio de um modelo de poupança conjunta.

De acordo com o Marco Legal da Micro e Minigeração Distribuída (Inciso III), o consórcio pode ser definido como: “Consórcio de consumidores de energia elétrica: a reunião de pessoas físicas e/ou jurídicas consumidoras de energia elétrica instituído para a geração de energia destinada ao consumo próprio, com atendimento de todas as unidades consumidoras pela mesma distribuidora.” O modelo de consórcio deve ser constituído mediante contrato, aprovado pelo órgão da sociedade competente

para autorizar a alienação de bens do ativo não circulante. Uma das características do consórcio de sociedade é que quando ocorre a falência de uma consorciada, tal fato não é estendida às demais, permanecendo o consórcio com as outras contratantes. Os créditos da falida, porventura existentes, serão apurados e pagos pela forma prevista no contrato de consórcio.

A associação está descrita no art. 53 da Lei nº 10.406/02 como uma organização de pessoas para a realização de fins cujo objetivo não seja a obtenção/distribuição de lucro. A associação tem um amplo acesso ao mercado, o processo é mais simples de ser implantado podendo ser entre duas pessoas ou mais (MEI, físicas ou jurídica), o registro é feito em cartório civil. Na modalidade da associação existem tópicos a serem analisados, como a sede da associação (as unidades consumidoras devem estar presentes na mesma área de concessão da distribuidora de energia elétrica), não ter empecilhos para que as associações possam ser abrangidas nacionalmente (desde que pertencentes a mesma área de concessão da distribuidora de energia elétrica).

As associações criadas para a geração de energia têm a necessidade da criação de órgãos deliberativos para ter uma gestão adequada da associação. Um ponto positivo da associação da GDC vem ao encontro com o art. 53 “não há, entre os associados, direitos e obrigações recíprocos”, ou seja, a responsabilidade dos associados é limitada perante as obrigações pela organização. A respeito dos direitos dos associados, devem ter direitos iguais, mas podem existir níveis diferentes entre os associados. Já a manutenção do modelo da associação da GDC vem da contribuição dos associados, onde os custos são divididos conforme seu benefício recebido (Lopes et al., 2022).

Para os condomínios não existe personalidade jurídica, mas sim, denomina-se um direito exercido sobre um bem por duas ou mais pessoas físicas e/ou jurídicas. O condomínio voluntário, diferente da cooperativa, consórcio e associação que tratam da união para objetivos sociais, trata da propriedade do bem, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Diferenças entre condomínio voluntario, cooperativa, consórcio e associação civil

<b>condomínio voluntario</b>	<b>cooperativa</b>	<b>consórcio</b>	<b>Associação civil</b>
<p>Inseguranças jurídicas;</p> <p>Direito sobre o bem em questão;</p> <p>Propriedade do bem e não objetivos sociais;</p> <p>Juridicamente limitado quando comparado com as outras figuras societárias.</p>	<p>Juridicamente consolidada no Brasil;</p> <p>Enorme fluxo de pessoas na direção.</p>	<p>Sem pretensão solidaria;</p> <p>Juridicamente limitado quando comparado com a cooperativa.</p>	<p>Objetivo não seja a obtenção/distribuição de lucro;</p> <p>Juridicamente mais simples, quando comparado com as outras figuras societárias;</p> <p>Podem existir níveis diferentes entre os associados;</p> <p>Os custos podem ser divididos conforme seu benefício recebido.</p>

**Fonte:** Autor, 2024

Por isso, esta modalidade se torna instável no mercado. Isto pode gerar conflitos jurídicos, pois em havendo desistência, a forma de desfazer o acordo seria por meio da aquisição da parcela da cogeração qualificada do condômino desistente por outro condômino, ou por meio do artigo Nº 1.320 do Código Civil, que traz a possibilidade de qualquer condômino sem justificativa, requerer o rompimento do condomínio. Outro ponto negativo é a parcela do bem que pode gerar transtornos tributários tanto para o empreendedor, quanto para os consumidores.

De acordo com Santos (2022), o condomínio voluntario de geração compartilhada deixou várias inseguranças jurídicas por falta da possibilidade da instituição de condomínio voluntario sobre bens móveis em geral. Por fim, o condomínio edilício, mais conhecido como condomínios verticais, segundo o Código Civil Brasileiro (artigos 1.331 a 1.358) se diferencia do condomínio comum porque pode haver partes que são propriedade exclusiva, e partes que são propriedade comum dos condôminos.

O condomínio de edifícios não é pessoa jurídica e, quando houver consumidores inadimplentes é necessária a venda ou cota ideal do bem por parte do

condômino. Outro ponto que deve ser levado em consideração é a objeção do modelo ser compreendido pelo Cartório de Registro de Imóveis podendo gerar um aumento do custo para a implantação da GDC no condomínio edilício (Dante, 2022).

Existem políticas de incentivo governamental à implementação de micro e minigeração distribuída no Brasil. Porém, a geração compartilhada está sendo implantada aos poucos nos estados brasileiros. Poder integrar o sistema de compensação a partir de uma instalação coletiva, e não especificamente em sua propriedade, resulta em economia de projeto, execução e manutenção, entre outros benefícios.

### 2.3 MODELOS DE NEGÓCIOS

De acordo com Zott, Amit e Massa (2011), o modelo de negócios vem ganhando força desde os anos de 1990, em diversos nichos como nos ramos profissionais e acadêmicos, levando em consideração as diversas ferramentas para sua elaboração (Zott; Amit; Massa, 2011). Osterwalder e Pigneur (2011), ressaltam que o modelo de negócios deve ser claro e acessível, sendo simples e relevante, não deve delimitar todos os assuntos envolvidos de uma organização (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011). Já para Geissdoerfer, Vladimirova e Evans (2018), modelos de negócios são como representações simplificadas da proposição, entrega de valor e captura de valor, tendo junção entre esses recursos em uma unidade organizacional (Geissdoerfer; Vladimirova; Evans, 2018).

Lambert e Davidson (2013), descrevem que o modelo de negócios interliga as estratégias e molda a criação e captura de valor, sendo assim uma fonte de vantagem para a empresa. Segundo os autores a maioria dos modelos se referem a empresas individuais focando assim na oferta de valor. Há diversas ferramentas disponíveis, como os leilões (vender um produto/serviço de acordo com o maior lance), permuta (trocar mercadoria, sem transferência de dinheiro), franquia (benefício de comercialização de marcas famosas), Robin Hood (mesmo produto ou serviço é disponibilizados para os ricos com preço mais alto do que para outras classes sociais), autoatendimento (agregação de valor do produto ou serviço é transferida para o cliente em troca de um preço mais baixo) (Lambert; Davidson, 2013).

Os autores Gassmann; Frankenberger; Csik (2016), se baseiam em alguns padrões de modelo de negócios recorrentes para inovar o modelo de negócio de uma

forma estruturada. Alguns exemplos dos 55 modelos citados, é a afiliação, Aikido, Do push para o pull, disponibilidade garantida e alugue em vez de comprar (Gassmann; Frankenberger; Csik, 2016), conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Resumo de alguns modelos de negócios

<b>Nome do Padrão</b>	<b>Empresas exemplares</b>	<b>Descrição do padrão</b>
<b>Afiliação</b>	Amazon Store (1995), Pinterest (2010)	Foco é dar suporte a outras pessoas para que elas vendam/entreguem seus produtos com sucesso.
<b>Aikido</b>	Cirque du Soleil (1984), Nintendo (2006)	Como um modelo de negócio, o Aikido permite que uma empresa ofereça algo diametralmente oposto à imagem e mentalidade da concorrência. A novidade da proposta de valor atrai o tipo de cliente que prefere ideias ou conceitos que divergem daqueles dominantes.
<b>Do Push para o Pull</b>	Toyota (1975), Zara (1975), Dell (1984)	Às necessidades dos clientes, qualquer parte da cadeia de valor — incluindo produção ou mesmo pesquisa e desenvolvimento — pode ser alterada.
<b>Alugue em vez de comprar</b>	Saunders System (1916), Xerox (1959), Blockbuster (1985), Rent a Bike (1987), Mobility Carsharing (1997), MachineryLink (2000), CWS-boco (2001), Luxusbabe (2006), FlexPetz (2007), Car2Go (2008)	Aqui, em vez de comprar um produto, o cliente o aluga. Isso reduz o capital tipicamente necessário para ter acesso ao produto.

Fonte: Adaptado de Gassmann, Frankenberger e Csik (2016)

### 2.3.1 Canvas

O *Business Model Canvas* (BMC) foi inicialmente apontado por Alexander Osterwalder em seu trabalho de doutorado *Ontologia de Modelo de Negócios* (Osterwalder, 2004). A ferramenta *Business Model Canvas* (BMC) auxilia na estruturação das ideias de um projeto inicial, sendo na criação ou melhoria de produtos e serviços, envolvendo elementos para agregar valor aos clientes, apresentando um modelo de negócios colocando-o em ordem, ou seja, quando as respostas não estão claras sobre o que é o projeto ou como ele pode ser estruturado. A ferramenta mostra qual recurso o projeto vai precisar e como ele vai funcionar (Osterwalder, 2004). Existiam outros modelos de negócios antes do modelo proposto por Osterwalder, porém o seu modelo detalhou todos os nichos do Modelo de Negócios favorecendo o uso atual conhecido como BMC, no Quadro 3, retrata o modelo de negócio empresarial (Osterwalder, 2004).

Quadro 3 - Tradicional do Business Model Canvas

<b>Parcerias Chave</b>	<b>Atividades- chave</b>	<b>Proposta de valor</b>	<b>Relacionamento com o Cliente</b>	<b>Seguimento de Clientes</b>
	<b>Recursos- chave</b>		<b>Canais</b>	
<b>Estrutura de Custos</b>		<b>Fluxos de Receita</b>		

**Fonte:** Adaptado de Osterwalder; Pigneur (2010)

A tela tradicional do Business Model Generation contém nove blocos de modelo de negócios (Alexander Osterwalder e Yves Pigneur, 2010):

- Segmentos de clientes: definir quem serão os clientes, a partir do nicho de mercado, definindo em diferentes grupos de pessoas.

- Proposta de valor: agrupamento de produtos e serviço que produzem valor para o segmento de clientes definido.
- Canais: é como a proposta de valor será entregue para o segmento de clientes definido, qual será a comunicação e o alcance do cliente sobre esse produto ou serviço.
- Relacionamento com o Cliente: define o relacionamento que o prestador do produto ou serviço estabelece com o segmento de clientes definido.
- Fluxos de Receita: como o prestador do produto ou serviço gera dinheiro.
- Recursos-chave: os principais recursos para que o modelo de negócios funcione.
- Atividades-chave: definir as coisas mais importantes, fazer algo específico, para que o seu modelo de negócios tenha valor.
- Parcerias chave: quem serão os principais parceiros, fornecedores para que o modelo de negócio funcione.
- Estrutura de Custos: engloba toda a estrutura de custos gerados para operar um modelo de negócios.

## 2.4 NEGÓCIOS SOCIAIS

Os negócios sociais tendem a equilibrar a rentabilidade com o impacto social positivo (Yunus,2010). Considerado uma entidade comercial, tem como objetivo principal abordar e resolver problemas sociais ou ambientais, gerando receitas, por isso, é diferente de empresas tradicionais, que tem como foco a maximização dos lucros para os seus sócios (Yunus, 2010). Para Dacin e Matear (2010), o termo negócio social não tem uma solidificação teórica, e por isso ele pode ser estudado pela visão do empreendedorismo. Ebrashi (2013), diz que o empreendedorismo é formado por vários pontos e um deles é a inovação, criatividade, criação de novas empresas e crescimento econômico, conseguindo identificar as oportunidades e colocá-las em prática.

Para definir um negócio social existem alguns pontos principais, como, o propósito social, ou seja, qual é exatamente o problema social ou problema ambiental em questão, podendo se concentrar em setores como pobreza, saúde, educação, sustentabilidade, e muitas outras (Comini, 2016). O negócio social também tem como característica principal a sua sustentabilidade financeira, por mais que

precise gerar renda, o seu objetivo não é gerar lucro para acionistas, tendo como foco o modelo de negócio ser autossuficiente. A inovação também faz parte de uma de suas características para resolver os problemas sociais, utilizando várias formas, como o modelo de negócios criativos e de novas tecnologias.

A participação da comunidade é de suma importância para que o negócio social possa compreender as necessidades da população e definir quais as soluções devem ser tomadas. Juridicamente, pode-se optar por uma empresa beneficente, para poder ter um equilíbrio entre as metas sociais e o financeiro (Comini, 2016).

Para Teladia et al. (2023), os negócios sociais são empreendimentos que além de gerar lucro, tem como principal função gerar impacto social positivo. Gerando comprometimento com a melhoria da qualidade de vida da população de baixa renda, os empreendedores oferecem produtos ou serviços para atingir esse objetivo. O negócio social também tem como característica a sustentabilidade financeira, para não depender apenas de doações ou captação de recursos para operar. Outro ponto é que eles geralmente apresentam modelos de negócios inovadores, buscando maneiras de resolver problemas sociais. Um bom negócio social tem o potencial de alcançar níveis e operar de maneira eficiente, impactando muitas pessoas. Comumente colaboram com outras organizações e fazem parcerias para fortalecer e ampliar seu impacto. O foco sempre está em questões sociais, se preocupando com o impacto ambiental e inclusão de grupos de baixa renda na cadeia produtiva (Teladia; Waal; Brouwer; Windt, 2023).

Existem oportunidades para desenvolver negócios de impacto social no setor de energia elétrica, abordando questões de desenvolvimento, equidade e sustentabilidade. A questão do acesso à energia elétrica de qualidade para todos, a um custo acessível é imprescindível para atender as necessidades básicas e ao desenvolvimento social, melhorando a qualidade de vida de famílias de baixa renda.

A demanda por energia elétrica deve triplicar até 2050, portanto, pensar a geração distribuída para residenciais com renda de até dois salários-mínimos é importante para garantir acesso (Artemisia, 2018). Viabilizar este acesso à energia elétrica de qualidade e baixo custo àqueles que não tem através da geração fotovoltaica é uma oportunidade de negócio social sustentável. (Yadav, 2023).

### 3 METODOLOGIA

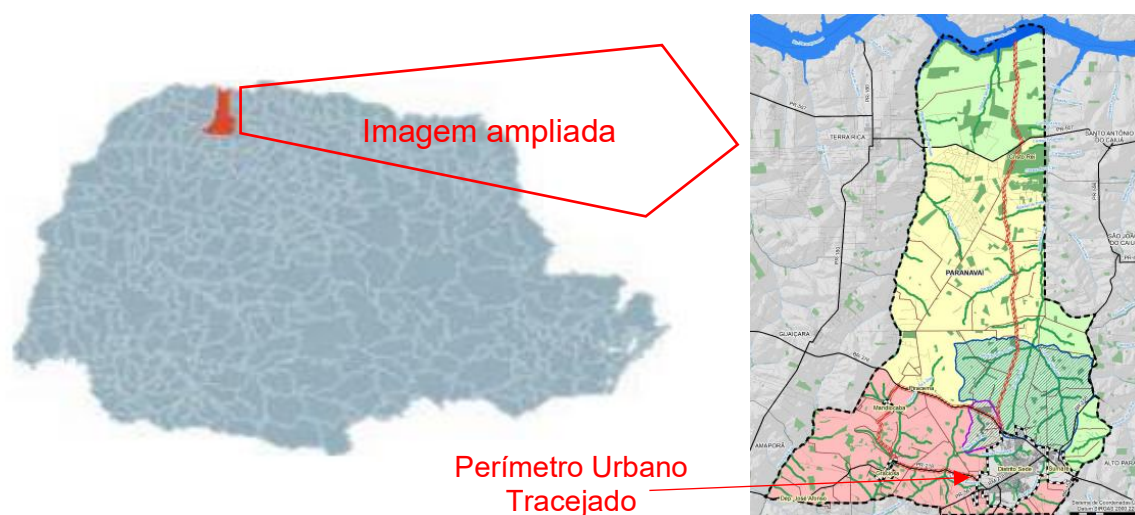
Neste capítulo foi desenvolvida a metodologia do estudo. Primeiramente, foram obtidos dados por meio do estudo de caso, com aplicação de um questionário para levantamento de análise do perfil de consumo e da capacidade de pagamento da população pelos serviços energéticos. Na sequência, foi elaborado um modelo de negócios afim de abdicar a vulnerabilidade energética das famílias de baixa renda do conjunto Flávio Ettore Giovine localizada na cidade de Paranavaí - PR, através da geração compartilhada fotovoltaica.

#### 3.1 ESTUDO DE CASO

Devido à falta de dados oficiais no Brasil que relacionem informações socioeconômicas e de energia elétrica, foi realizada uma pesquisa de campo no Conjunto Habitacional Flávio Ettore Giovine, localizado na cidade de Paranavaí – PR, a cidade possui 91.950 habitantes (IBGE, 2022).

O município possui área de 1.202,151 Km<sup>2</sup>, altitude de 470 metros e está situado na latitude 23° 04' 23" Sul e longitude 52° 27' 55" W-GR, conforme Figura 3. Possui clima subtropical, temperatura média no mês mais frio está na faixa de 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente de 27°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (CLIMATEMPO, 2023).

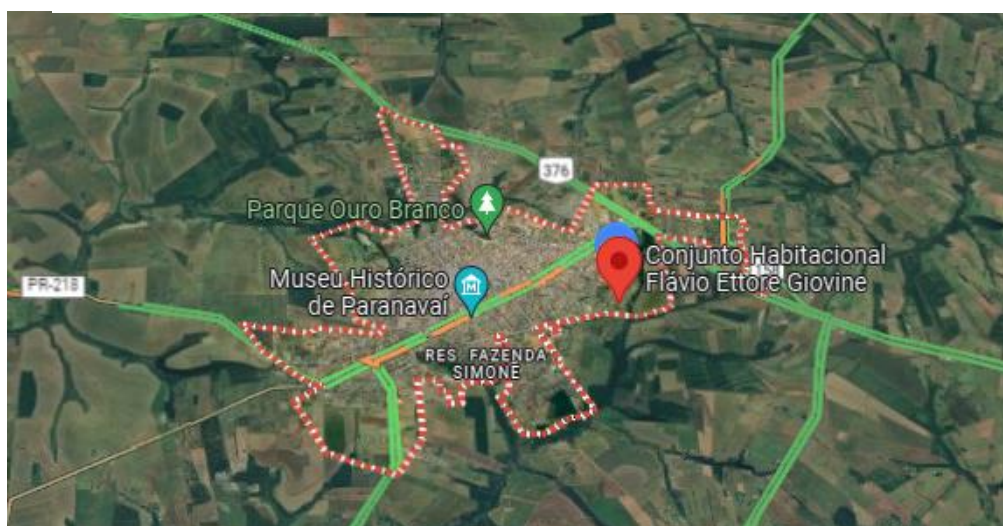
Figura 3 - Mapa de localização do município de Paranavaí no estado do Paraná



Fonte: adaptação do Plano Diretor de Paranavaí (2020).

O Conjunto Flávio Ettore Giovine é um dos 109 bairros pertencentes a cidade de Paranaíba e situa-se em uma área destinada a Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), conforme Figura 4. Distante aproximadamente 3 km do centro da cidade, como pode ser observado na Figura 5, é grande a dificuldade de acesso a comércios e serviços públicos, escolas, Unidade Básica de Saúde entre outros. No referido Conjunto Habitacional, a maioria das famílias residentes são aquelas com grande número de pessoas, na sua maioria desempregados, com baixa escolaridade e pouco acesso aos serviços públicos. São 306 unidades habitacionais com área total de 37,48 m<sup>2</sup> e 10 adaptadas para pessoas com necessidades especiais, com 44,22 m<sup>2</sup> cada. As casas possuem dois quartos, sala, cozinha e banheiro.

Figura 4 - Localização do conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine no perímetro urbano de Paranaíba.



Fonte: Google Earth, 2023

Figura 5 - Vista de satélite do Conjunto Habitacional Flávio Ettore Giovine.



Fonte: Google Earth, 2023

Para mensurar o tamanho da amostra, foi considerado que o total de casas que integram o bairro é conhecido, e a quantidade de elementos é maior que 5% da dimensão da população. O tamanho da amostra foi determinado considerando a Equação 1.2.

$$n = \frac{N \cdot \hat{p} \cdot \hat{q} \cdot (Z_{\alpha/2})^2}{\hat{p} \cdot \hat{q} \cdot (Z_{\alpha/2})^2 + (N-1) \cdot E^2}, \quad (1.2.)$$

onde  $n$  representa o tamanho da amostra,  $N$  o tamanho da população,  $\hat{p}$  a proporção de indivíduos que pertencem a categoria de interesse do estudo e  $\hat{q}$  aqueles que não pertencem a categoria de interesse (Neste caso  $\hat{p}$  e  $\hat{q}$  são desconhecidos, por isso, adota-se a simplificação que considera metade dos indivíduos pertencentes a categoria de interesse do estudo e a outra metade não), sendo  $\hat{p} = \hat{q} = 50\%$ ,  $Z_{\alpha/2}$  o valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado, neste caso 1,645 para o grau de confiança de 90% e  $E$  o erro máximo da estimativa, considerado 5% (LEVINE et al., 2000).

O cálculo indicou a necessidade de 94 elementos amostrais para a garantia das

condições estatísticas pré-estabelecidas. Porém, foram obtidos somente 90 elementos amostrais elevando a faixa de erro máximo entre 5 e 6%.

### 3.2 SISTEMA FOTOVOLTAICO

Uma vez que o consumidor está enquadrado no benefício da Tarifa Social e consome menos de 150kWh/mês, o programa Energia Solidária do governo do estado do Paraná zera a fatura. Isso quer dizer que essas famílias não pagam nada pelo consumo de energia elétrica. Por isso, para esses consumidores, aderir ao sistema fotovoltaico não é um benefício. Neste caso, foram excluídos os dados de consumo das famílias que usufruem do benefício da tarifa social para estimação da capacidade instalada de geração fotovoltaica para o conjunto habitacional.

Para o projeto do Sistema de Geração Fotovoltaica Compartilhada, o consumo médio de energia elétrica é uma variável importante. A partir da análise das residências em que o benefício é viável, mensurada na primeira visita a campo, foi necessária uma nova visita às casas das famílias, pois os dados coletados apresentavam uma grande variabilidade mensal. Com base na nova visita, os dados obtidos referem-se ao consumo de energia elétrica do mês de agosto de 2023, período em que as famílias possuíam um histórico de consumo, utilizado para o cálculo da média de consumo das 30 residências.

As informações foram registradas na planilha eletrônica e calculado a média de consumo do mês de agosto de 2023 de todas as residências que serão beneficiados com o projeto GDC, conforma Tabela 1. Pode-se observar que o consumo médio foi calculado e mensurado a necessidade da geração em um mês para as 30 residências.

Tabela 1 - Média do Consumo kWh/mês para 30 Residências

Consumo por Residência	Média kWh/mês
1	169,55 ~ 170
30	5086,5 ~ 5090

**Fonte:**Autor, 2023.

Considerando os 30 elementos amostrais foram calculadas as figuras de

mérito: média, mediana e desvio padrão, conforme Tabela 2. A média geral de consumo por casa, 170 kWh/mês, totalizando uma demanda para a usina de 5.100 kWh/mês, foi adotada como referência para o projeto de geração fotovoltaico compartilhada.

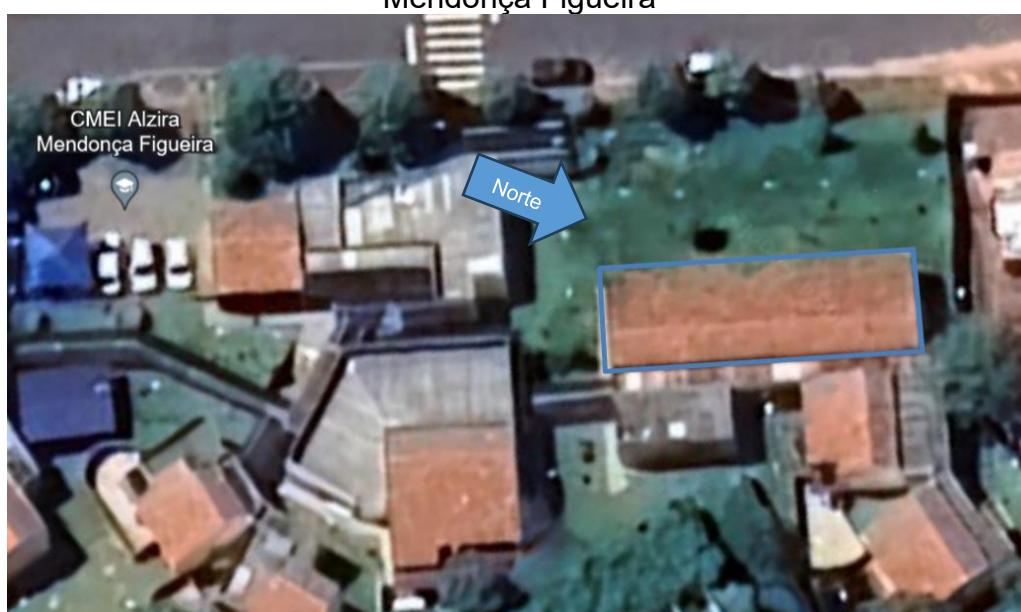
Tabela 2 - Média, Mediana e Desvio Padrão do consumo de energia elétrica

Média	169,55 kWh
Desvio Padrão	83,38 kwh
Mediana	153 kwh

Fonte: Autor, 2023.

O dimensionamento do sistema fotovoltaico de GDC foi projetado para o telhado do Centro Municipal de Educação Infantil Professora Alzira Mendonça Figueira, latitude: 23.09° Sul, longitude: 52.43° Oeste. O projeto foi dimensionado baseando-se em análise das imagens por satélite e adotando-se como premissa que a área disponível é adequada para a instalação (283 m<sup>2</sup>). O telhado tem faces voltadas para o Norte, direção ideal para a máxima exposição ao sol, conforme Figura 6.

Figura 6 - Telhado Centro Municipal de Educação Infantil Professora Alzira Mendonça Figueira



Fonte: Google Earth, 2023

A plataforma do Centro de Referências para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB) disponibiliza o histórico da irradiação, a partir das coordenadas da localidade do projeto. A seguir são apresentadas todas as etapas para o dimensionamento do SFV, bem como o módulo e inversor escolhidos.

Para o dimensionamento do Sistema Solar Fotovoltaico foi utilizado como referência, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que estabelece as seguintes normas relacionadas à instalação de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede: ABNT NBR 16.690 de 2019, define requisitos gerais de projetos para instalações elétricas de painéis fotovoltaicos; já a ABNT NBR 16.274 de 2014 e ABNT NBR 16.149 de 2013, definem os requisitos mínimos, para sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica de distribuição.

Além das normas estipuladas pela ABNT, os Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (SFCR) *On Grid* devem seguir os padrões estabelecidos pelas Regras e Procedimentos de Distribuição, PRODIST da ANEEL, que regem as atividades técnicas de funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica (Aneel, 2021).

A primeira etapa do projeto, foi quantificar a radiação solar, no que diz respeito às Horas de Sol Pleno, esse valor é o obtido através da razão entre o valor de Irradiação Solar Média do local e a constante de Irradiância Incidente Padrão, que é aproximadamente  $1000\text{W}/\text{m}^2$  para o nível do mar (CEPEL, 2021).

Etapa 1 – Mensurar a radiação solar a partir das Horas de Sol Pleno, conforme Equação 1.3.

$$HSPMA(h) = \frac{ISM [Wh/ m^2]}{GSCT [W/ m^2]} \quad (1.3.)$$

onde HSPMA (h) corresponde à média diária anual das Horas de Sol Pleno incidente no local, ISM( $\text{Wh}/\text{m}^2$ ) a irradiação Solar Média do local e GSCT( $\text{W}/\text{m}^2$ ) - Irradiância Incidente Padrão.

Etapa 2 – Calcular a potência a ser gerada pelo painel, levando em consideração as perdas não técnicas (poeira na superfície do painel etc.) estimadas pelo termo  $\eta_{\text{SFCR}}$  da Equação 1.4. (Pinho & Galdino 2014).

$$PFV (WP) = \frac{E \left( \frac{Wh}{dia} \right)}{HSP ma (h) * \eta SFCR},$$

sendo PFV (WP) a potência necessária em Watt-pico; E (Wh/dia) - a demanda diária média a ser atendida; HSPMA (h) - a média diária anual das Horas de Sol Pleno incidente no local e  $\eta$ SFCR - a eficiência total do (Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede) – SFCR considerada 80%.

Etapa 3 – Calcular a quantidade de painéis que serão utilizados para abastecer as 30 residências, considerando a potência nominal dos equipamentos, conforme Equação 1.5.

$$R = \frac{Pfv (Wp)}{Pnp (Wp)}, \quad (1.5.)$$

onde R - corresponde a razão entre a potência total do sistema e a potência unitária dos painéis; PFV(Wp) - a Potência total a ser gerada e PNP(Wp) - a Potência Nominal do painel.

Etapa 4 – Cálculo da potência nominal total do sistema, fazer a arredondamento da potência nominal e a potência unitária dos painéis para um número inteiro. Para determinar o modelo do painel fotovoltaico, Equação 1.6.

$$PNT (W p) = N * PNP (W p), \quad (1.6.)$$

sendo PNT(Wp) a potência nominal total do SFV.

Etapa 5 – Dimensionamento do inversor. A escolha do inversor, deve levar em conta a potência do sistema. Escolhendo aquele mais adequado e disponível no mercado. Um parâmetro importante é o Fator de Dimensionamento do Inversor (FDI) que é definida como a razão entre a potência nominal do inversor e a potência de pico do gerador fotovoltaico, Equação 1.7 (ZEB *et al.*, 2018).

$$FDI = \frac{PNca}{PFV},$$

onde FDI (adimensional) representa o Fator de dimensionamento do inversor;  $P_{Nca}$  (W) - Potência nominal em corrente alternada do inversor e  $P_{FV}$  (Wp) - Potência pico do sistema fotovoltaico.

Etapa 6 – Cálculo do número máximo dos painéis calculados em série. Respeitando a tensão máxima suportável pelo módulo (dados do fabricante em média 1.000V) (Costa; Hirashima; Ferreira, 2021), conforme Equação 1.8.

$$N^{\circ} \text{ de painéis em série} = \frac{V_{ocTmin}}{V_{Imax}} < V_{Imax} \quad (1.8.)$$

sendo  $V_{ocTmin}$ (V) - Tensão em circuito aberto ( $V_{oc}$ ) de um módulo FV nas condições padrão de teste e  $V_{Imax}$ (V) - Máxima tensão CC admitida pela entrada do inversor.

Etapa 7 – Cálculo do número máximo de fileiras das séries fotovoltaicas conectadas em paralelo, garantindo que o valor da tensão máxima de entrada C.C do inversor não seja ultrapassado (Moreira *et al.*, 2019). Equação 1.9.

$$N^{\circ} \text{ séries FV}_{paralelo} = \frac{I_{limax}}{I_{sc}} \quad (1.9.)$$

onde:  $I_{limax}$  (A) - Corrente máxima c.c. admitida na entrada do inversor e  $I_{sc}$  (A) - Corrente de curto-circuito do módulo FV nas STC.

Com base nas equações e nos dados das coordenadas geográficas do conjunto habitacional, latitude 23° 04' 23" Sul e longitude 52° 27' 55" Oeste, e com o auxílio da ferramenta do Centro de Referências para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB), considerou-se uma inclinação de 23° para o telhado voltado ao norte. Essa inclinação, que varia entre 15° e 30°, é ideal para a maioria das localidades do Brasil, garantindo um bom desempenho das placas durante todo o ano. A irradiação solar média do local é de 5.180 Wh/m<sup>2</sup>. A inclinação adequada do telhado

ajuda a maximizar a exposição das placas à luz solar, especialmente em regiões tropicais. A irradiância incidente padrão é de aproximadamente 1.000 W/m<sup>2</sup> para o nível do mar (CEPEL, 2021). Tendo como referência a necessidade de um sistema de 46,88 kWp, foram escolhidos módulos da LUXEN de 550 Wp. Também é necessária uma unidade do inversor GROWATT MID 33KTL3-X, que possui uma potência máxima de saída de 49.500 W. As marcas dos materiais foram selecionadas de acordo com a região, assim como sua eficiência.

Em seguida, a partir dos dados obtidos foi calculado o custo total do investimento para a instalação do Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede é composto pelos, módulos, inversor, cabos solares de proteção corrente contínua e alternada, estruturas para sustentação dos módulos, totalizando aproximadamente R\$ 105.153,04.

### 3.4 MODELO DE NEGÓCIO

Foi elaborado, nessa sessão, um modelo de negócios baseado no *Business Model Canvas* de Osterwalder e Pigneur (2010), para a implantação viável de uma Usina Solar de Geração Compartilhada Fotovoltaica no conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine, conforme Quadro 4.

**Quadro 4 - Business Model Canvas adaptado para implantação da Geração Distribuída Compartilhada**

<b>Parcerias Chave</b> Nenhum negócio funciona sozinho;  De quem o projeto depende para funcionar.	<b>Atividades-chave</b> O que a proposta tem de essencial.	<b>Proposta de valor</b> Quais os problemas do público-alvo que iremos resolver e quais as necessidades a satisfazer	<b>Relacionamento com o Cliente</b> Quais os tipos de relação que nosso público-alvo esperam e como mantê-los	<b>Segmento de Clientes</b> Quem será o público-alvo, quem é a parte interessada que precisa ser considerada, será que as pessoas ainda estarão ali nos próximos 10 anos
	<b>Recursos-chave</b> .Quais são os principais recursos para que o modelo funcione.		<b>Canais</b> Como será comunicado.	
<b>Estrutura de Custos</b> Quais são os recursos (materiais, mão de obra, recursos financeiros, propriedade intelectual)		<b>Fluxos de Receita</b> . Qual o motivo do público-alvo adquirir o produto/proposta, quais os fatores de custo e por fim, o investidor abordando o motivo pelo qual está buscando investimento, sendo pelo capital financeiro ou pelo valor estratégico que o investidor pode trazer.		

**Fonte:** Adaptado de Osterwalder; Pigneur (2010)

O Quadro 4, mostra a adaptação do modelo de negócio social para a implantação da GDC. O primeiro ponto em questão é o segmento de clientes, que aborda o público-alvo. A questão levantada é: “se a parte interessada (associados) ainda estaria morando na mesma residência após alguns anos?!”, se acaso não estiver, a análise do próximo morador definirá se a residência ainda continuará no benefício da GDC ou não. Um critério para deixar a associação é passando o seu benefício para outra unidade consumidora pertencente ao conjunto habitacional em questão, desse modo os outros associados e nem o investidor saíam no prejuízo.

O segundo ponto é a proposta de valor, atendendo a necessidade das famílias do conjunto habitacional Flávio Ettero Giovine, no âmbito da qualidade de vida relacionado a capacidade de pagamento pela conta da energia elétrica.

O terceiro ponto são os Canais, abordando a forma que a proposta de valor chegue até as trinta residências do conjunto habitacional.

O quarto ponto é o Relacionamento Com Clientes, aqui retrata a forma de comunicação com o cliente, tanto inicial na apresentação do benefício proposto, quanto durante a aquisição mantendo um acompanhamento e suporte, para que

dessa forma o modelo funcione, podendo ser através de um consultor, das redes sociais, internet, entre outros.

O quinto ponto Fluxo de Receitas, se trata de onde vem o aporte que sustenta o projeto. Esse ponto aborda tanto os associados e o fator de custo que os envolvem, e ao investidor, motivo de investimento e estratégia.

O sexto ponto Recursos Chaves, defini os principais recursos para que o modelo de negócio funcione, como o investidor (aporte financeiro), políticas públicas, entre outros.

O sétimo ponto são as Atividades Chaves, qual o diferencial da proposta, o que realmente a torna importante e essencial, trazendo melhoria na qualidade de vida e na eficiência energética para os associados.

O oitavo ponto são os Parceiros Chaves, esse segmento determina de quem o modelo de negócio precisa para funcionar, pois, nenhum negócio funciona sozinho, é importante ter a figura de parceiros.

O nono ponto é a Estrutura de Custos, este segmento aborda os gastos iniciais e de manutenção do modelo de negócio, como mão de obra para instalação, materiais, funcionários, recursos financeiros e intelectuais.

Com aplicação do modelo de negócios e a análise econômica, este projeto analisa a viabilidade da usina fotovoltaica compartilhada. Para isso, foram utilizados os indicadores Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Tempo de Retorno do Investimento (*Payback*).

O Valor Presente Líquido (VPL) tem como razão o valor presente de quantias futuras, comparando valores em diferentes períodos (SOLDERA; KÜHN, 2018), conforme a Equação 2.0.

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{Economia_t}{(1 + TMA)^t} - INV, \quad (2.0)$$

onde: VPL (R\$) - Valor Presente Líquido;  $Economia_t$  - Economia no período t; TMA - Taxa Mínima de Atratividade; INV (R\$) - Investimento Inicial e t - período, em anos.

Se o VPL for igual a zero o investidor não terá lucro nem prejuízo ao investidor, se acaso o VPL, for maior que zero o investidor trará retorno financeiro para o seu

investidor e se o VPL for menor que zero ele trará prejuízo ao investidor.

Outro indicador é a Taxa Interna de Retorno (TIR), taxa capaz de igualar o VPL a zero, conforme Equação 2.1:

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{Economia_t}{(1+TIR)^t} - INV, \quad (2.1)$$

O terceiro e último indicador é o Tempo de Retorno do Investimento – Payback, que verifica se as receitas líquidas descontadas à TMA, possuem valor presente acumulado igual aos investimentos realizados, também descontados à TMA. O Payback descontado é calculado levando em conta a variação do valor do dinheiro ao longo do tempo, conforme Equação 2.2.

$$Payback\ Descontado = t + \frac{-VPL_t}{VP_{t+1}}, \quad (2.2)$$

onde: VPL<sub>t</sub> (R\$) - Valor Presente Líquido em t; VP<sub>t+1</sub> (R\$) - Valor Presente da Economia em t+1 t = Último período com o VPL negativo.

Aplicando as equações, foi possível analisar a viabilidade econômica da utilização de energia solar fotovoltaica para implantação de uma usina solar fotovoltaica compartilhada no conjunto habitacional Flávio Ettero Giovine.

Para tal análise, se fez necessário um levantamento dos valores dos equipamentos para implantação do SFV, valores obtidos a partir de pesquisa realizada no comércio varejista, adotando o valor do pior cenário como referência. Os materiais cotados, são: os módulos fotovoltaicos da LUXEN 550 Wp; Inversor GROWATT MID 33KTL3-X; matérias como fiação e instalação e homologação. A média de custo de todos os equipamentos com a instalação é de R\$ 105.153,04.

A seguir a Tabela 3, apresenta os parâmetros considerados para equacionar a viabilidade econômica.

Tabela 3 - Parâmetros utilizados para fluxo de caixa

Parâmetros	Valor
Custo da Usina SFV compartilhada	R\$ 105.153,04
Tarifa de energia elétrica	1,466 kWh
Custo de disponibilidade do sistema	R\$ 744/ano
TMA	22% ao ano
Fio B	28% ao ano
IPCA	3,93% ao ano

Fonte: Autor, 2023.

Como representado na tabela acima, o custo da usina solar fotovoltaica compartilhada, foi a referência para a realização da análise da viabilidade econômica do projeto. Tendo como referência os dados de consumo e o valor da conta de energia elétrica das unidades consumidoras do conjunto habitacional, foi possível a realização do cálculo por meio de planilha Excel, obteve-se o valor médio R\$ 1,466 kWh. Regulamentado pela Aneel, o custo de disponibilidade, tarifa cobrada mesmo que o cliente não tenha consumido nenhum quilowatt-hora durante o mês, incluindo custos de encargos e tributos, destinados a financiar alguns serviços como de iluminação de vias públicas. Já o reajuste tarifário, parte da Resolução Homologatória 3.209/2023, prevê as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à Copel Distribuição S.A – Copel-DIS e dá outras providências. A tarifa Fio B está inserida dentro da TUSD.

*“Art. 27. O faturamento de energia das unidades participantes do SCEE não abrangidas pelo art. 26 desta Lei deve considerar a incidência sobre toda a energia elétrica ativa compensada dos seguintes percentuais das componentes tarifárias relativas à remuneração dos ativos do serviço de distribuição, à quota de reintegração regulatória (depreciação) dos ativos de distribuição e ao custo de operação e manutenção do serviço de distribuição:*

*I – 15% (quinze por cento) a partir de 2023;*

*II – 30% (trinta por cento) a partir de 2024;*

*III – 45% (quarenta e cinco por cento) a partir de 2025;*

*IV – 60% (sessenta por cento) a partir de 2026;*

*V – 75% (setenta e cinco por cento) a partir de 2027;*

*VI – 90% (noventa por cento) a partir de 2028;*

*VII – a regra disposta no art. 17 desta Lei a partir de 2029.” (BRASIL, 2022)*

Para esta análise foi adotado o percentual de 28% como valor médio utilizado

para algumas análises de entidades do setor, porém existe grande diferença entre valores perante as concessionárias pois o valor da TUSD-Fio B necessita de uma análise de adensamento populacional calculado pela concessionária (Marques, 2022). Portanto, quanto mais desenvolvida a relação Unidades Consumidoras x Área de concessão, mais em conta deverá ser o valor da TUSD-Fio B (Marques, 2022). Seguindo, o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA, medindo a variação de preços de um conjunto de produtos e serviços comercializados no varejo, IPCA referente a 12 meses foi de 3,93%.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentadas as estimativas do dimensionamento e capacidade de pagamento da Geração Distribuída Compartilhada no Conjunto Habitacional Flavio Ettore Giovine. A Usina fotovoltaica foi dimensionada para atender 30 residências. Em seguida os cálculos de viabilidade econômica e o modelo de negócios desenvolvidos demonstram a metodologia da viabilidade para implantação do projeto.

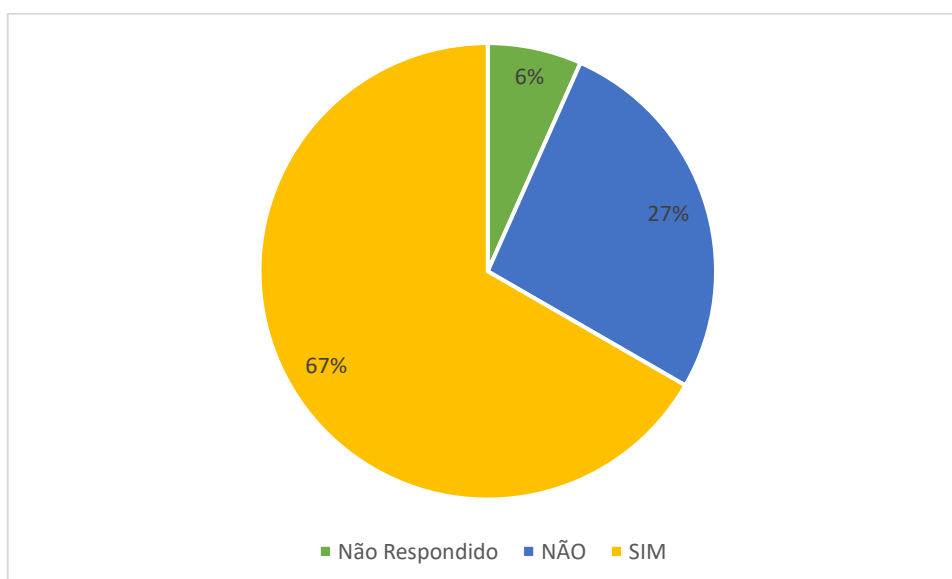
### 4.1 ANÁLISE DE DADOS

As informações mais relevantes dos dados da amostra referente a 90 residências, obtidas através do estudo de caso são apresentadas nesta seção.

O primeiro fator que foi analisado é que muitas faturas não possuem o histórico de consumo na conta de energia elétrica, algumas famílias também não possuíam a fatura de energia, indicativo de conexão irregular.

O valor da conta de eletricidade paga pelas famílias também foi obtido. Das 90 residências, 6% (6 famílias) não responderam se fazem ou não parte da Tarifa Social, 67% (60 famílias) usufruem do benefício e 27% (24 famílias) não fazem parte da Tarifa Social, conforme Gráfico 1.

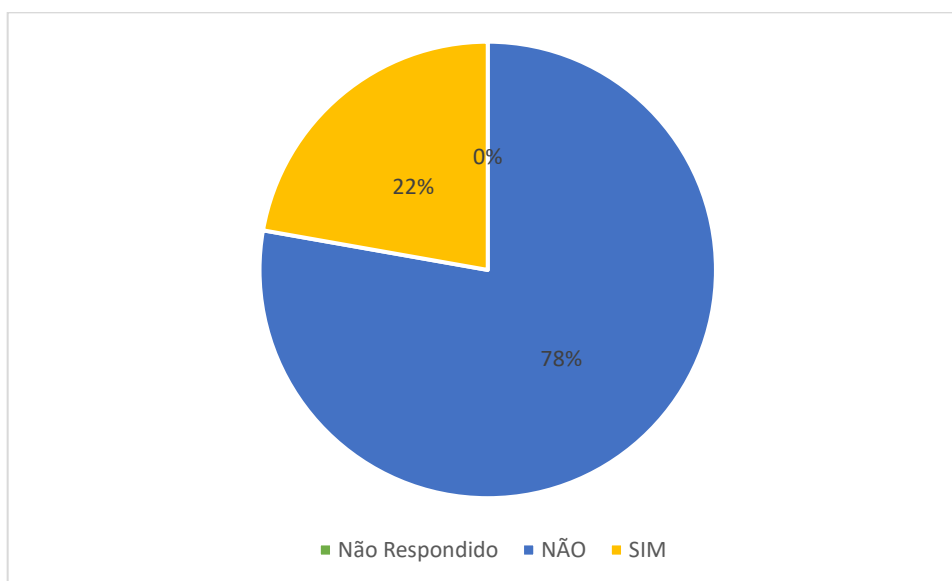
Gráfico 1 - Dados referente a 90 residências do conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine sobre o enquadramento no benefício da Tarifa Social.



Fonte: Autor, 2023

A Lei nº 8.078 de 1990, garante que o fornecimento de energia elétrica seja de forma segura, adequada e continuamente. Quando a família está inadimplente existem regras para o corte de energia elétrica, cuidando para que a família não seja constrangida nesse momento. Como mostra o Gráfico 2, das 90 famílias, 70 delas correspondendo a 78%, afirmam que nunca foram inadimplentes desde que moram no conjunto, e 20 famílias, correspondendo a 22%, são ou já foram inadimplentes.

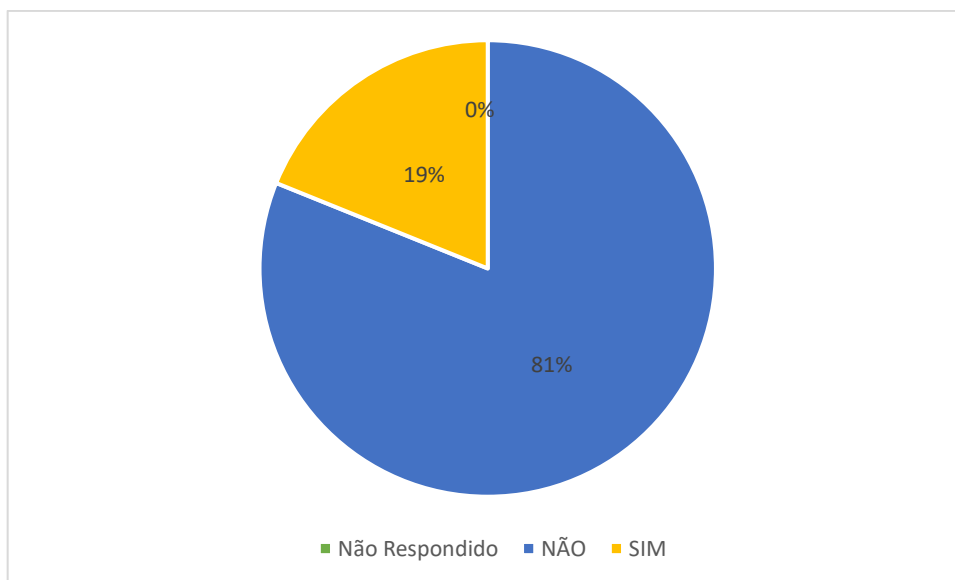
Gráfico 2 - Dados referente a 90 residências do conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine que já foram inadimplentes com a conta de energia elétrica



Fonte: Autor, 2023

As famílias inadimplentes, que não conseguiram regularizar o pagamento, sofreram corte de energia elétrica. De acordo com Gráfico 3, das 90 famílias, 81% correspondendo 73 delas não sofreram nenhum corte e 19% correspondendo a 17 famílias já sofreram algum corte de energia elétrica.

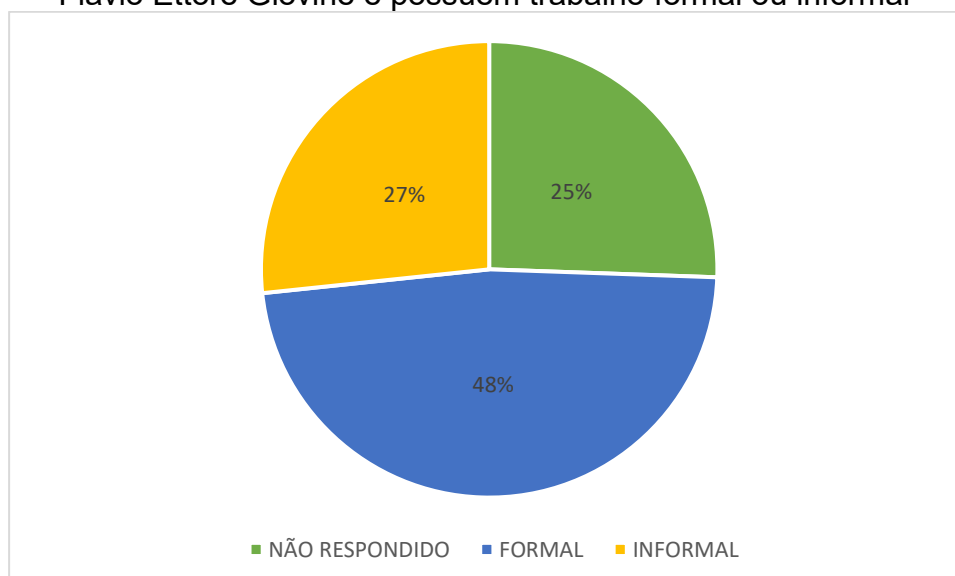
Gráfico 3 - Dados referente a 90 residências do conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine que em algum momento sofreram corte de energia elétrica



Fonte :Autor, 2023

Das residências entrevistadas, o Gráfico 4, demonstra que 23 famílias correspondendo a 25% não responderam se possuem trabalho formal ou informal, das 23 famílias estão inclusas as que vivem somente com auxílios/benefícios fornecidas pelo governo. Das 90 famílias, 43 possuem trabalho formal, correspondendo a 48%, e 24 possuem trabalho informal, equivalem a 27% das famílias.

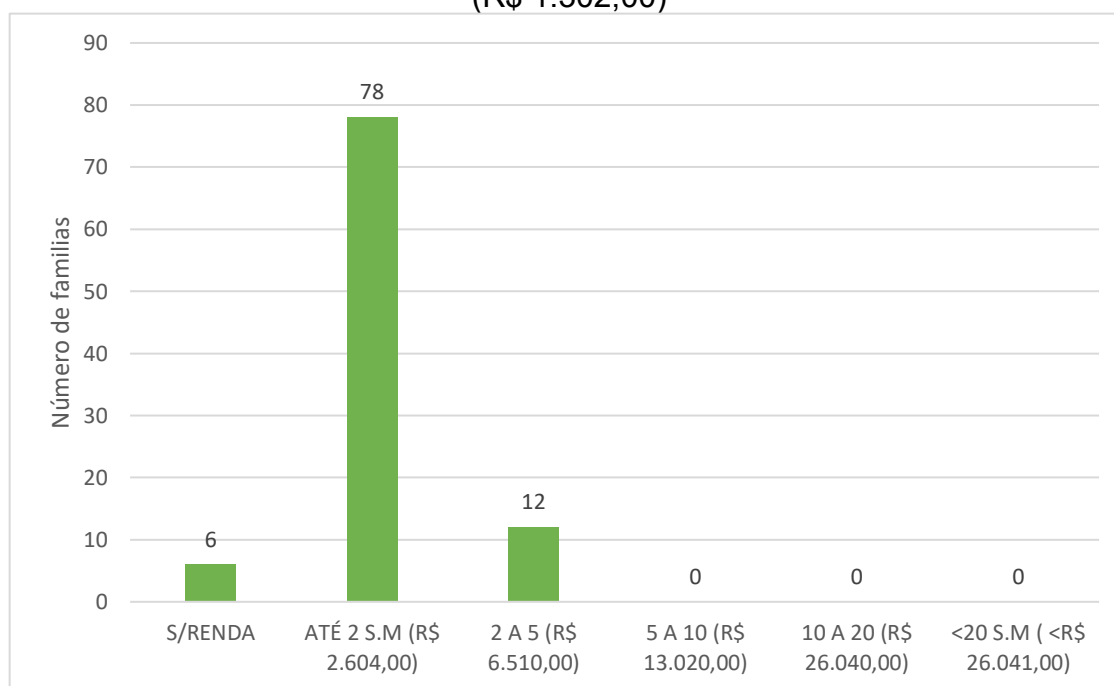
Gráfico 4 - Análise referente as 90 famílias que residem no conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine e possuem trabalho formal ou informal



Fonte: Autor, 2023

Para a faixa salarial das famílias do conjunto habitacional, foram consideradas a somatória de todos que residem na mesma casa e possuem alguma renda, incluindo trabalho formal, informal, auxílio e benefícios do governo. Após o levantamento no conjunto habitacional, as faixas salariais foram comparadas com os critérios do IBGE, com base no salário mínimo de 2023 (R\$ 1.302,00). De acordo com o Gráfico 5, 6 famílias não responderam ao questionário, sendo classificadas como sem renda. A maioria das famílias do conjunto habitacional recebe até 2 salários mínimos (de R\$ 1.302,00 a R\$ 2.604,00), totalizando cerca de 78 famílias. Entre 2 e 5 salários mínimos (até R\$ 6.510,00), apenas 12 famílias se enquadram nessa faixa salarial. Acima de 5 salários mínimos, nenhuma família se classificou nessa faixa.

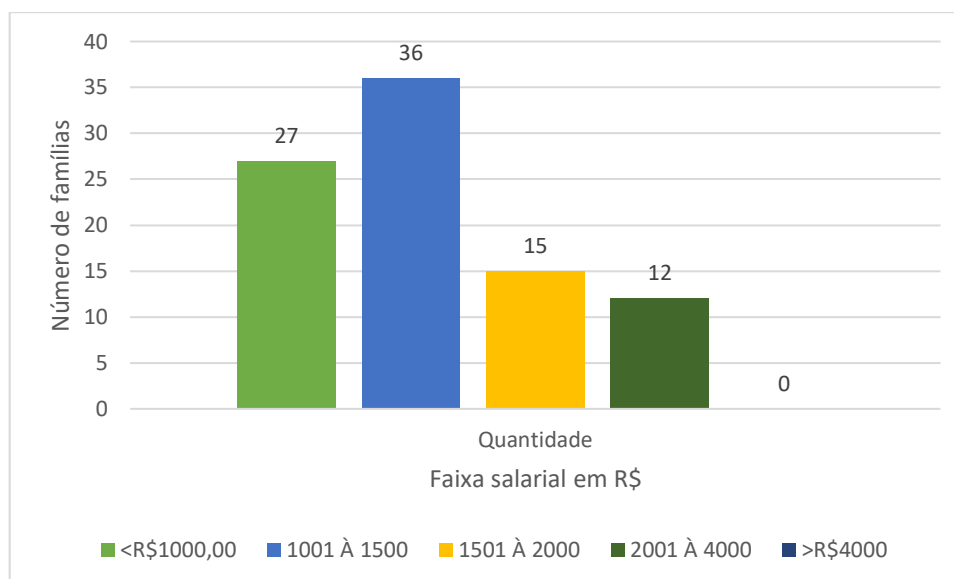
Gráfico 5 - Faixa Salarial das 90 famílias que residem no conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine, de acordo com o salário mínimo estabelecido pelo IBGE em 2023 (R\$ 1.302,00)



**Fonte:** Adaptação da Pesquisa nacional por amostra de domicílios 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2000

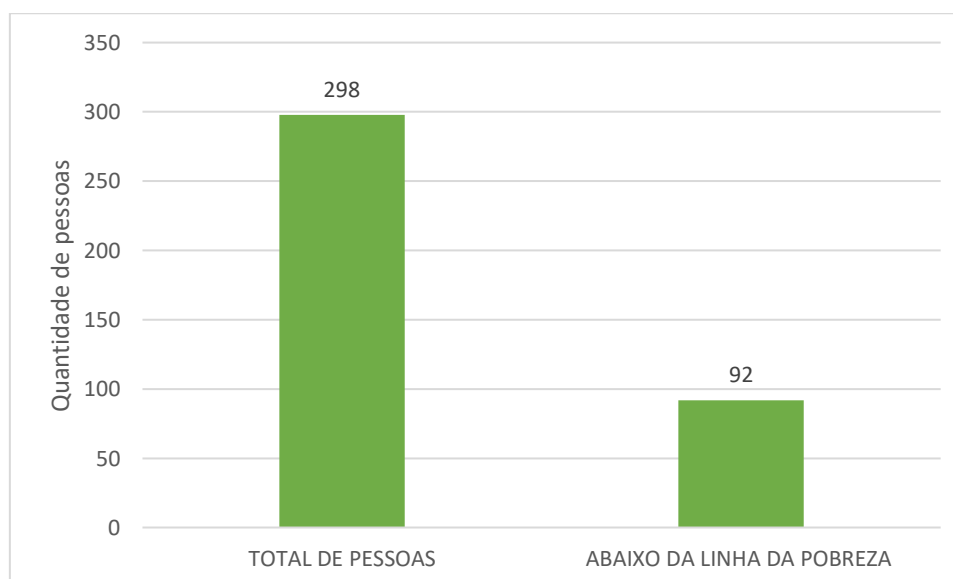
As despesas das famílias foram estimadas de acordo com as respostas fornecidas pelas mesmas por meio do questionário, como demonstra o Gráfico 6, a maioria, cerca de 36 famílias tem uma despesa mensal entre R\$1.001,00 à R\$1.500,00, seguindo com 27 famílias com despesas estimadas em valores igual ou menor que R\$1.000,00, posterior com 15 famílias de despesas entre R\$1,501,00 à R\$2.000,00 e por último 12 famílias com despesas entre R\$2.001,00 à R\$4.000,00.

Gráfico 6 - Estimativa de despesas das 90 famílias que residem no conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine



Fonte: Autor, 2023

Gráfico 7 - Estimativa de pessoas residentes do conjunto habitacional Flávio Ettore Giovine que estão abaixo da linha da extrema pobreza



Fonte: Autor, 2023

Dessa forma, pode-se afirmar que o perfil socioeconômico caracteriza as famílias como de baixa renda. Pelos dados da amostra em estudo, podem ser consideradas pobres energeticamente, se não forem capazes de pagar pela conta de energia elétrica, ou se ela consome grande parte da sua renda. Com a cotação do dólar a US\$ 5,40 e levando em consideração que o Banco Mundial, define extrema

pobreza como uma renda média por pessoa inferior a US\$ 1,90 por dia. Portanto, das 298 pessoas em estudo pode ser considerado abaixo da linha da pobreza 92 pessoas, como mostra no Gráfico 7. Isso comprova a incapacidade financeira para adquirir o sistema fotovoltaico, demonstrando a necessidade do investimento de um terceiro.

#### 4.2 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

De acordo com Barbosa (2014), para o dimensionamento do SFV é importante, além das condições de radiação da localidade e das características das cargas, os níveis de tensão Corrente contínua e alternada (CC/CA) em que o sistema irá operar e, também, as perdas envolvidas nos equipamentos do sistema.

Para a realização do projeto do SFV, é levado em consideração diversos fatores, e um deles é conhecer a irradiação solar do local onde o sistema será instalado, visto que os fatores climáticos influenciam diretamente no correto dimensionamento. Para encontrar as coordenadas geográficas do local foi utilizado o google maps. A partir das coordenadas geográficas do conjunto habitacional latitude 23° 04' 23" Sul e longitude 52° 27' 55" Oeste, o CRESESB disponibiliza o histórico da irradiação solar no plano horizontal, conforme Figura 7.

Figura 7 - Histórico da média de Irradiação Solar Diária Mensal.

Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m <sup>2</sup> .dia]													Média	Delta
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez			
0° N	6,00	5,87	5,39	4,62	3,65	3,35	3,55	4,48	4,72	5,44	6,17	6,42	4,97	3,08	
23° N	5,41	5,60	5,56	5,26	4,51	4,34	4,52	5,33	5,04	5,32	5,63	5,69	5,18	1,35	
20° N	5,52	5,67	5,58	5,21	4,43	4,24	4,43	5,25	5,03	5,37	5,74	5,82	5,19	1,58	
38° N	4,74	5,09	5,32	5,33	4,78	4,70	4,86	5,53	4,93	4,92	4,97	4,92	5,01	,83	

Fonte: Cresesb, 2023

Com os dados da irradiação fornecidos pelo CRESESB na inclinação de 23° para norte (5.180 Wh/m<sup>2</sup>.dia) e considerando 1000W/m<sup>2</sup> a irradiação nas condições padrão de teste (STC – Standart Test Conditions) (CEPEL, 2021), foi possível obter, através da Equação 1.3, que o local possui 5,18 horas diárias de sol pleno em média.

Assim, considerando a demanda pretendida para o SFV de 5.086 kWh/mês, foi encontrada a energia necessária para atender o consumo diário dividindo os 5.086 kWh/mês por 30 dias. Assim, obteve-se uma demanda energética diária de 169,53 kWh ~ 170 kWh. Com isso, é possível determinar a potência instalada do SFV,

conforme Equação 1.4. Cabe destacar que foi utilizado um fator de performance de 0,70 que seria o pior caso para o sistema fotovoltaico, ou seja, espera-se que ele gere mais energia que o projetado.

$$PFV (WP) = \frac{170000Wh/dia}{5,18h * 0,70} \cong 46883,61 Wp$$

Com base nos cálculos é necessário um sistema de 46,88 kWp. Para atender essa potência, foram escolhidos os módulos fotovoltaicos da LUXEN 550 Wp, A placa solar possui 144 células de silício monocristalino e tecnologias de alto nível, garantia de 12 anos e desempenho de 25 anos dados pelo fabricante. A tensão de circuito aberto do módulo é 50,32 V e a tensão máxima é de 42,28 V, conforme Anexo 1.

Para atender a potência demandada, são necessários 86 módulos, porém considerando que os módulos serão ligados em série, se faz necessário acrescentar mais 4 módulos pois o número de fileiras ligadas em série precisa ser par. Diante disso, o projeto considerou 3 fileiras com 30 módulos cada, totalizando 90 módulos. Para o cálculo da área útil necessária para instalação do Sistema fotovoltaico, foi levado em consideração os materiais para instalação e as informações do Anexo 1. Totalizando uma área útil de 267 m<sup>2</sup>.

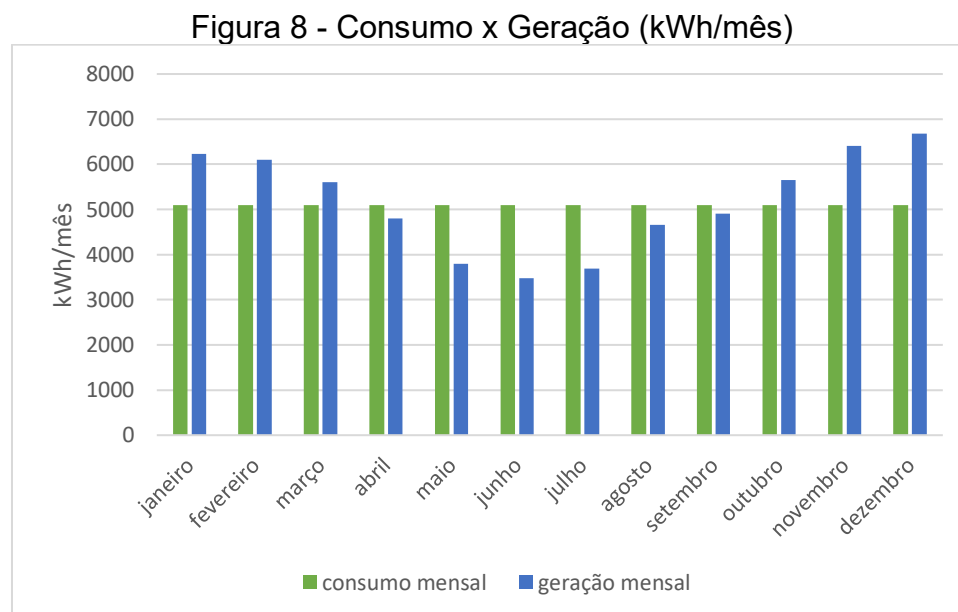
A escolha do inversor, deve levar em conta a potência do sistema. Foi projetada uma unidade do inversor GROWATT MID 33KTL3-X, possui uma potência máxima de saída de 49.500 W.

**Tabela 4 - Características do Sistema Fotovoltaico**

Potência do Sistema Dimensionado	46,88 kWp
Energia Estimada a ser gerada	5.100 kWh/mês
Área útil necessária para a instalação	267m <sup>2</sup>
Geração Estimada por Ano:	61.200 kWh/ano
Consumo	61.200 kWh/ano

**Fonte:** Autor, 2023

O sistema fotovoltaico se mostra viável para atender o consumo das 30 residências. Observa-se na Figura 8, que a geração é relativamente maior que o consumo nos meses de outubro a março, o consumo é um pouco maior que a geração somente no inverno, entre os meses de abril a setembro.



Fonte: SolarMarket, 2023

O custo total aproximado do investimento para a instalação do sistema fotovoltaico conectado à rede considerou algumas etapas, como o dimensionamento do sistema, que envolveu o cálculo da média do consumo de energia mensal das 30 residências. Dessa forma, foi possível determinar a potência do sistema fotovoltaico necessária para atender à demanda, levando em consideração a localização e a eficiência dos painéis. Outra etapa a ser analisada foi o custo dos equipamentos, incluindo os painéis solares, cuja estimativa de preço foi analisada de acordo com a região por kWp. Também foram incluídos o custo do inversor, a estrutura de montagem (considerando o suporte para os painéis, de acordo com o telhado), cabos elétricos e conectores. Além disso, foi estimado o custo de instalação, que inclui a mão de obra, calculada com base na complexidade e na localização do projeto. Também foram calculadas possíveis taxas e permissões para a instalação. Outro ponto importante foi a estimativa de custos adicionais para manutenção. Embora os sistemas sejam de baixa manutenção, foi incluída uma estimativa de custos futuros, conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Custo estimado do projeto do sistema fotovoltaico

<b>Material</b>
90 Módulos LUXEN 550 Wp
01 Inversor GROWATT MID 33KTL3-X
01 Kit Fixação/Estrutura 90 Módulos
Instalação, Engenharia e Homologação
<b>TOTAL: R\$ 105.153,04</b>

**Fonte:** Autor, 2023.

O cálculo do custo pode variar significativamente dependendo da localização, dos fornecedores e das características de cada projeto.

#### 4.3 MODELO DE NEGÓCIO CANVAS

A ferramenta *Social Business Model Canvas* foi criada por Ginés Haro Pastor (2016), desenvolvida com base no *Business Model Canvas*, criado por Osterwalder e Pigneur (2010). Para conquistar a proposta, foi realizada uma adaptação do *Social Business Model Canvas*, Quadro 5, uma ferramenta que combina a criação de valor económico, que compreende e constrói modelos de negócios com impacto social e ambiental (Pastor, 2016).

<b>OBJETIVO</b>		<b>IMPACTO SOCIAL</b>		
Implantação de uma usina solar de geração fotovoltaica compartilhada no conjunto habitacional Flávio Ettero Giovine.		ODS 7 - garantia do acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para todos.		
<b>PROBLEMA</b>	<b>ATIVIDADES-CHAVES</b>	<b>PROPOSTA DE VALOR</b>	<b>RELACIONAMENTO COM CLIENTES</b>	<b>SEGMENTOS DE CLIENTES</b>
	<b>RECURSOS E PARCEIROS-CHAVES</b>		<b>CANAIS</b>	
As famílias mais vulneráveis não possuem condições financeiras para pagarem pelo seu consumo, recorrendo à inadimplência e até a conexão irregular com a rede.	Gestão financeira (cobrança/pagamento); Gestão da figura societária; Gestão da operação (quanto está gerando e quanto está sendo consumido);	Energia elétrica de forma segura e acessível economicamente; Garantir o acesso à energia barata e renovável;	Assembleia; Rede sociais (WhatsApp); Atendimento pessoal no CMEI.	Famílias de baixa renda (que não se enquadram no benefício da tarifa social)
	Materiais (módulos, inversor); Investimento para implementação da GDC; CMEI (local para instalação da usina solar); Investidor; Prefeitura; ANEEL e Ministério de Minas e Energia (políticas públicas)		Carro de som (convocação para assembleia); WhatsApp; Boletos;	
<b>ESTRUTURAS DE CUSTOS</b>		<b>FLUXO DE RECEITAS</b>		
Despesa com manutenção GDC; Despesa com implementação GDC; Despesa com operação GDC; Iluminação Pública; Tarifa Fio B; Despesa para investidor e para o Governo Federal;		Parcela dos associados; Após alguns anos os associados serão isentos da parcela da GDC; Parcela dos associados serão utilizadas para remuneração dos investidores.		

Quadro 5 - Business Model Canvas de Modelo de Negócio Social adaptado para implantação da Geração Distribuída Compartilhada

A tela traz também uma adaptação do modelo social de Ginés Haro Pastor. Segundo o autor, empresas sociais são negócios que visam resolver problemas sociais e ambientais, pela metodologia dos negócios comerciais, como na criação e venda de bens e serviço. O modelo de negócio Canvas de Alexander Osterwalder é composto por 9 seções, enquanto a adaptação do modelo social de Ginés Haro Pastor possui 12 seções.

O Quadro 5, é apresentado por 11 seções. O objetivo é o empreendimento social, possibilitam a implementação de uma usina solar compartilhada, para as famílias mais vulneráveis de conjuntos habitacionais de baixa renda já existentes. Pois além de gerar lucro, o projeto prioriza o benefício da geração de energia fotovoltaica compartilhada para a comunidade, promovendo melhoria na qualidade de vida das pessoas.

Já o impacto social é exatamente para as famílias de baixa renda. Melhora-se a capacidade de pagamento pela conta de energia elétrica, além de ser impactada ambientalmente pela usina utilizar uma fonte renovável de energia. Portanto, o projeto tem aspecto social e ambiental na comunidade.

Os segmentos de clientes e beneficiários são do mesmo grupo (famílias de baixa renda que não se enquadram no benefício da tarifa social), sendo pagantes do empreendimento e beneficiados ao mesmo tempo. As famílias que se enquadram no benefício da tarifa social, já recebem a fatura de energia elétrica zerada, o que para elas não é interessante adquirir ao benefício da usina solar de geração compartilhada. Porém, as famílias que não fazem parte da tarifa social, a conta de energia consome grande parte da renda familiar, a partir desse projeto o valor será menor do que as famílias pagam atualmente para utilizarem do mesmo benefício.

A inadimplência e a conexão irregular com a rede de energia elétrica são os problemas que motivam a proposta. O primeiro pode levar à suspensão no fornecimento e ao pagamento de mais taxas para a religação. Enquanto a conexão irregular traz insegurança para o imóvel e as pessoas. Ambos também impactam negativamente a gestão da concessionária de energia, retroalimentando o aumento das tarifas.

A proposta de valor visa os objetivos propostos pelo ODS 7, a garantia do acesso à energia limpa, barata e renovável para as famílias de baixa renda em conjuntos habitacionais já existentes, pois a Lei nº 14.620/2023 incentiva a adoção da instalação de SFV nos residenciais que serão construídos dentro do Programa Minha

Casa, Minha Vida, a questão é sobre os residenciais já construído e entregues antes da lei, que requer alternativas viáveis para a implantação do SFV como a proposta da usina solar de geração fotovoltaica compartilhada. Enquanto as atividades-chaves são de suma importância para que a proposta de valor funcione. Para isso a gestão financeira conta com a cobrança e o pagamento das parcelas dos associados, assim como, a gestão da figura societária especificamente para este modelo a associação, onde os clientes terão direito a adesão do benefício e para sair terão que passar o benefício a outra família. E a gestão da operação, monitorando a geração de energia elétrica das residências, assim como o seu consumo. Em relação ao consumo excedente (consumir mais do que os 170 kW fornecidos pelo benefício) a família pagará o adicional diretamente a concessionária.

Alguns recursos são necessários para que o projeto funcione, como para implementação da usina solar fotovoltaica, os 90 módulos fotovoltaicos Luxen 550 Wp, inversor Growatt MID 33KTL3-X e materiais para fixação das placas e o aporte do investidor no valor de R\$ 105.153,04. Assim como é necessário ter os parceiros chaves, como o investidor, o CMEI Alzira Mendonça Figueira local onde serão instalados os módulos fotovoltaicos, e um desenvolvimento futuro de políticas públicas que envolva o município, ou seja, a prefeitura de Paranaíba – Paraná, ANEEL e Ministério de Minas e Energia, que facilite a adesão do benefício proposto, analisando os programas de incentivo como Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), visa incentivar a pesquisa, a inovação e o desenvolvimento no setor elétrico, onde as empresas concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica são obrigadas a destinar um percentual de sua receita operacional líquida para financiar projetos de pesquisa e desenvolvimento. Além do P&D, há também o Programa de Energia Renovável Social (PERS), tendo como objetivo financiar a instalação de geração fotovoltaica e outras fontes renováveis para consumidores de baixa renda, os recursos precisam ter origem no Programa de Eficiência Energética (PEE), que promove o uso racional, eficiente, e ajuda a diminuir os custos com a energia elétrica. Outro programa é o Programa Renda Básica Energética (Rebe) que ainda está em tramitação no Senado Federal, o programa tem o objetivo de beneficiar as famílias de baixa renda, incentivando o uso de energia solar e o acesso à eletricidade, substituindo gradualmente o subsídio destinado à Tarifa Social Energia Elétrica e utilizar de centrais de energia solar fotovoltaica. Basicamente, o incentivo para a implementação de energias renováveis como a solar fotovoltaica está relacionado com a concessão

de subsídios em todo o mundo.

A principal relação com o cliente se dá pela assembleia, onde serão passadas todas as informações à comunidade, os membros se reúnem para discutir questões importantes, o cliente também pode ter atendimento presencial no CMEI e através do *WhatsApp* para informações e dúvidas que os associados (beneficiários) possam vir a ter.

Para que as informações cheguem aos beneficiários, uma das alternativas de canais é anunciar por meio de carros de som pelo bairro. Considerando que se trata de um conjunto habitacional mais vulnerável, essa é uma alternativa condizente com a realidade de vida das famílias. O pagamento das parcelas será realizado por meio de boletos e via *WhatsApp*. Esse método de pagamento foi escolhido em função da realidade das famílias de baixa renda, onde a maioria utiliza o formato de boleto para controlar suas contas e o único meio eletrônico que mais utilizam é o *WhatsApp*.

A estrutura de custos deve considerar os mais importantes gastos para o projeto. A principal delas é a implementação da usina solar fotovoltaica considerando o investidor e o governo federal como uma Parceria Público Privado (PPPs), para que o projeto possa beneficiar os conjuntos habitacionais já existentes, com base na Lei 11.079/2004, PPPs administrativas com pagamentos do governo e dos usuários. Mesmo sendo de fácil manutenção, é necessária a limpeza dos módulos solares em média uma vez ao ano. Ainda, existem despesas com a operação e serviços gerais, despesas com a taxas de energia elétrica. A conta de energia elétrica é composta pela Tarifa de Energia TE, que é referente ao consumo de energia do sistema de distribuição, pela Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição TUSD, pelo adicional de bandeira tarifaria, contribuição iluminação pública e o fio B, que está inserido na TUSD. A implementação de painéis fotovoltaicos a partir de 2023, passa a pagar o Fio B na conta de energia elétrica de forma escalonada ao longo dos anos. O valor do Fio B é um valor absoluto, calculado anualmente pela concessionária e validado pela ANEEL. Para calcular o valor do Fio B para esta usina, foi utilizado um valor médio de 28%.

O fluxo de receita está ligado com a parcela dos associados R\$ 135,00 reais/mês pela conta de energia elétrica, parcela fixa durante 250 meses para manter o lucro do investidor, o payback já se mostrou viável em 36 meses, portanto 202 meses das parcelas dos associados é o lucro do investidor. Levando em consideração a vida útil dos módulos solares, os associados usufruirão dos benefícios sem a parcela

do investidor por 50 meses.

A partir do desenvolvimento do modelo de negócio social, se deu a necessidade da análise das cinco figuras societárias apresentadas no Marco Legal da Energia Solar para identificar qual a mais viável para o projeto. O Marco Legal é certamente um mecanismo que vai incentivar a geração distribuída compartilhada, principalmente a partir de janeiro de 2023, devido a chamada taxaço do sol (Fio B).

#### 4.3.1 Barreiras

Uma primeira barreira seria a dificuldade de diferenciar as instalações entre cooperativas, consórcios etc., uma vez que a ANEEL não coleta esse tipo de informação das concessionárias de energia. Ou seja, somente a distribuidora de energia local conhece a figura societária adotada em cada GDC instalada. Esta é uma informação importante para que o planejamento energético nacional possa definir políticas públicas, conhecendo as experiências das unidades da federação, para alavancar o uso de renováveis e a geração distribuída no país. Além disso, verificando as possibilidades de figuras societárias apontadas no MLGD, é possível identificar algumas dificuldades e até inviabilidades.

Observou-se que o condomínio voluntario e o condomínio edilício não são boas alternativas para a implantação de Geração Distribuída Compartilhada porque tratam da propriedade de um bem, ou seja, uma parte da Usina deve ser transferida ao sócio. Além disso, a posse de parcela do empreendimento pode gerar tributação.

Já o condomínio edilício pode tornar o processo mais caro uma vez que também envolve o Cartório de Registro de Imóveis. Ainda, se um dos sócios se tornar inadimplente, o processo de cobrança pode gerar instabilidade jurídica ao empreendimento. Já em uma cooperativa, os cooperados são os donos do patrimônio e beneficiários dos ganhos obtidos.

Por isso, participar de uma cooperativa exige um aporte financeiro para a aquisição da cota parte. Tal fator inviabiliza a participação de pessoas com baixo poder aquisitivo. Entretanto, na associação, o aporte inicial pode ser inexistente e o associado assume uma parcela mensal de contribuição para o uso da energia elétrica. Para que a associação atraia o interesse das pessoas é necessário que esta mensalidade seja inferior as suas despesas atuais com eletricidade. Sendo assim, o valor dessa despesa mensal pode ser uma barreira ao avanço da GDC. Por fim, o

consórcio é a figura societária mais burocrática. Regime por contrato entre as partes, exige aporte igualitário e pode ser transitório, ou seja, possuir previsão de término.

#### 4.3.2 Incentivos

O Marco Legal é certamente um mecanismo que vai incentivar a geração distribuída compartilhada, principalmente a partir de janeiro de 2023, devido a chamada taxaço do sol. Analisando as opções de figura societária para a adesão a GDC, observou-se que a cooperativa possibilita o rateio das despesas de instalação e manutenção entre os cooperados, tornando a opção economicamente mais interessante. Ainda, possibilita a compra de energia elétrica mais barata através do mercado livre. Outro incentivo vem através da associação, principalmente para as famílias que não possuem disponibilidade financeira para investir na GD. Um terceiro pode realizar o aporte para construção da geração fotovoltaica, e o associado paga uma parcela mensal para usufruir do benefício. Além disso, é possível se desligar da associação apenas manifestando sua vontade, sem prejuízos. O consórcio, por outro lado, pode incentivar as pessoas jurídicas a se juntarem para elaborarem a GDC como investimento, podendo receber um percentual de faturamento do negócio, sem descaracterizar a sua atividade produtiva inicial.

Considerando tais fatores e as experiências de GDC no território nacional, o Marco Regulatório poderia limitar as opções de figuras societárias em cooperativa, consórcio e associação. Além disso, poderiam ser produzidos materiais para orientar a população baixa renda sobre a possibilidade de compartilhar uma pequena geradora de energia elétrica.

Para a inserção do modelo de negócio pelas figuras societárias as duas em destaque foram a cooperativa e a associação, alguns pontos em comparação estão descritos no Quadro 6.

Quadro 6 - Comparação entre as figuras societárias associação vs cooperativa

<b>Associações</b>	<b>Cooperativas</b>
Não são propriamente os donos;	São os donos do patrimônio e os beneficiários dos ganhos;
O patrimônio acumulado, no caso de sua dissolução, deve ser destinado a outra instituição semelhantes, conforme determina a lei;	Beneficia os próprios cooperados;
Os ganhos devem ser destinados à sociedade, e não aos associados;	Por meio de assembleia geral, as sobras das relações comerciais, podem ser distribuídas entre os cooperados;
Na maioria das vezes, os associados não são nem mesmo os beneficiários da ação do trabalho da associação.	Existe o repasse dos valores relacionados ao trabalho prestado pelos cooperados ou da venda dos produtos entregues na cooperativa.

**Fonte:** Adaptado de SEBRAE, 2013

Das cinco figuras societárias o modelo de negócio se baseou em cooperativas e associação, a escolha das duas figuras se dá pelo público-alvo, enquanto a cooperativa é formada apenas de pessoas físicas e precisando de ao menos vinte pessoas para constituir a cooperativa. A associação é mais flexível e precisa de apenas duas pessoas, podendo ser elas físicas ou jurídicas.

A figura societária se enquadra em um dos 55 modelos “Alugue em vez de comprar”, os dois tem a mesma finalidade no qual em vez de comprar um produto ou investir, o cliente o aluga. Reduzindo o capital tipicamente necessário para ter acesso ao produto no caso a energia solar fotovoltaica.

A associação prevalece no quesito de implantação do modelo de negócio para geração distribuída compartilhada e por se tratar de famílias de baixa renda sem poder aquisitivo para investir nas instalações dos painéis fotovoltaicos. De antemão para o investidor a associação também se destaca como sendo a melhor escolha instrumento intermediário entre cooperativa e consorcio, podendo ter associados físicos e jurídicos.

### 4.3.3 Viabilidade Financeira

Para o cálculo da viabilidade do investimento foi considerado o consumo médio das 30 famílias e calculadas as despesas com a energia elétrica. A média paga pelas famílias na conta de energia elétrica tem uma estimativa de R\$ 153,66 por mês atualmente.

Com o investimento da implantação da GDC, de acordo com a Tabela 6, o investimento se torna viável com parcelas a partir dos 36 meses. Estão incluídas a média da taxa de iluminação pública e a taxa mínima estipulados pela Companhia Paranaense de Energia Elétrica – Copel. A taxa mínima segue a Resolução Normativa da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, que para entrada bifásica corresponde a 50 kWh.

Tabela 6 - Estimativa de investimento da Geração Distribuída Compartilhada

INVESTIMENTO				
VALOR DO INVESTIMENTO: R\$ 105.153,04				
FAMILIAS BENEFICIADAS: 30				
VALOR DO INVESTIMENTO POR FAMILIA: R\$ 3.505,10				
MESES	PARCELA	TAXA MINIMA	TAXA ILUM.	TOTAL
24	R\$ 146,05	R\$ 34,00	R\$ 28,00	R\$ 208,05
36	R\$ 97,36	R\$ 34,00	R\$ 28,00	R\$ 159,36
48	R\$ 73,02	R\$ 34,00	R\$ 28,00	R\$ 135,02

**Fonte:** Autor, 2023

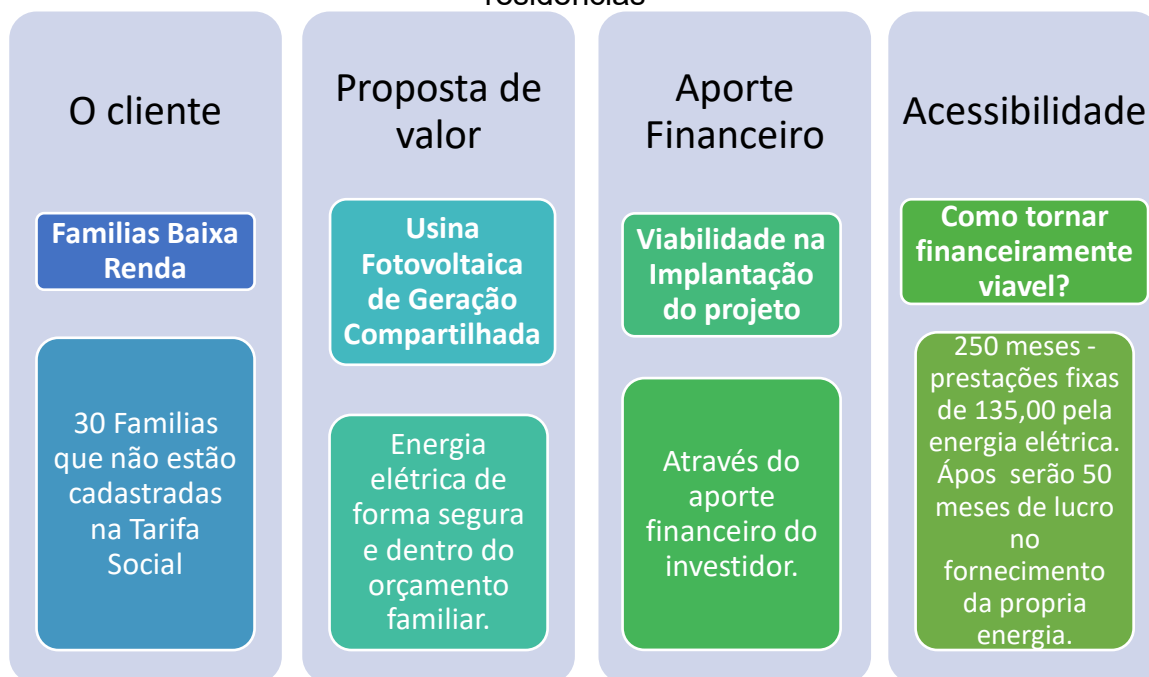
Portanto, com a implantação da usina solar fotovoltaica, os consumidores terão direito a 170 kWh/mês com a viabilidade de pagar o investimento em três anos com parcelas R\$ 159,36 ou em quatro anos com parcelas de R\$ 135,00 (menor do que a parcela que pagam atualmente). Este seria o tempo necessário para pagar o investimento para o investidor e após os quatro anos será o tempo de lucro do investidor.

Um ponto importante que deve ser destacado para a implantação de viabilidade da GDC, é a responsabilidade de pagar o mínimo que foi investido por cada família, totalizando R\$ 3.505,10.

Para se tornar atrativo para as famílias beneficiadas, o estudo se baseou na adesão das parcelas fixas de R\$ 135,00 durante 250 meses (rendimento de R\$ 1.012.500,00), após esses meses as famílias pagariam somente a taxa mínima + taxa

de iluminação pública somando R\$ 62,00 mês. Ficando isentas da conta de energia elétrica gerada pela residência por 50 meses, conforme explicado na Figura 9.

Figura 9 - Viabilidade da geração distribuída compartilhada estipulada para as 30 residências



Fonte: Autor, 2024

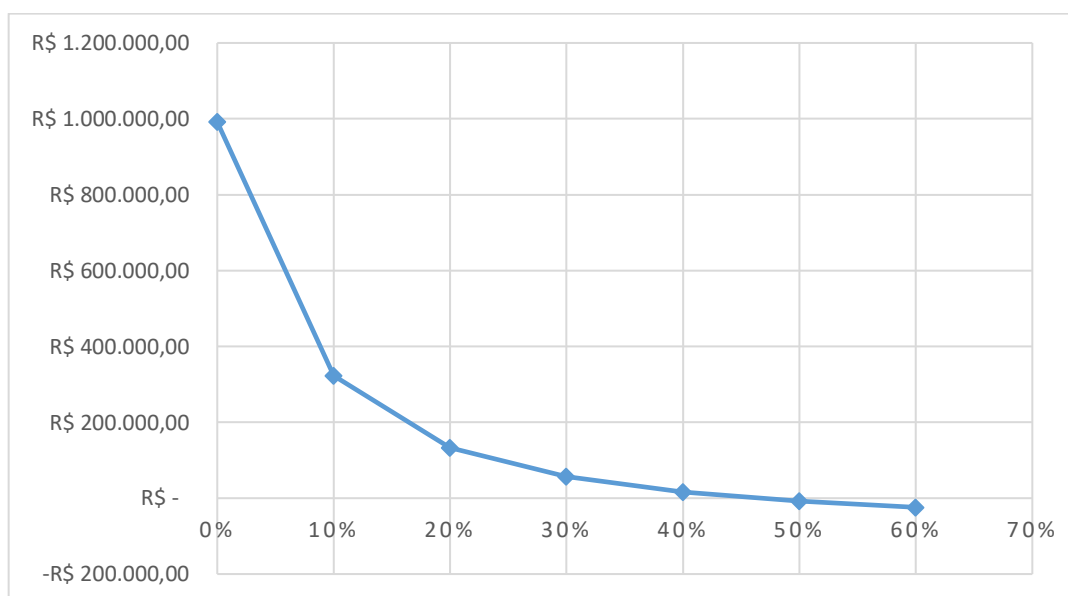
Na sequência, para analisar a viabilidade econômica do projeto, levando em consideração o levantamento de todo o investimento que será necessário para instalar a usina de geração solar fotovoltaica, com custo de referência estimado em R\$ 105.153,04. Considerou-se como base a energia consumida anualmente pelas 30 residências (61200 kWh/ano) e a tarifa de energia elétrica de 1,466 R\$/kWh. Portanto, para a análise econômica prévia a instalação do sistema é realizada com esse valor médio em kWh.

O reajuste médio anual da tarifa de energia elétrica por parte da concessionária de energia foi obtido com base nos aumentos de tarifa considerado pela empresa ao longo dos últimos anos, sendo considerada 10,50% ao ano. O IPCA, índice elaborado pelo IBGE, considerado 3,93% ao ano.

Com os dados apresentados, é possível concluir que a usina solar fotovoltaica é viável economicamente. Com uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 22%, o Valor Presente Líquido (VPL) é de R\$ 113.015,63 e a Taxa Interna de Retorno (TIR) é de 46%. Esses indicadores confirmam a viabilidade do projeto, uma vez que a TMA

é menor que a TIR e o VPL é maior que zero. Além disso, o Gráfico 8 de sensibilidade ilustra como as variações nas taxas de desconto impactam o VPL, proporcionando uma visão clara dos riscos envolvidos e permitindo uma avaliação mais aprofundada das condições de mercado, essencial para a tomada de decisões informadas, especialmente em um setor tão dinâmico quanto o de energia renovável e limpa.

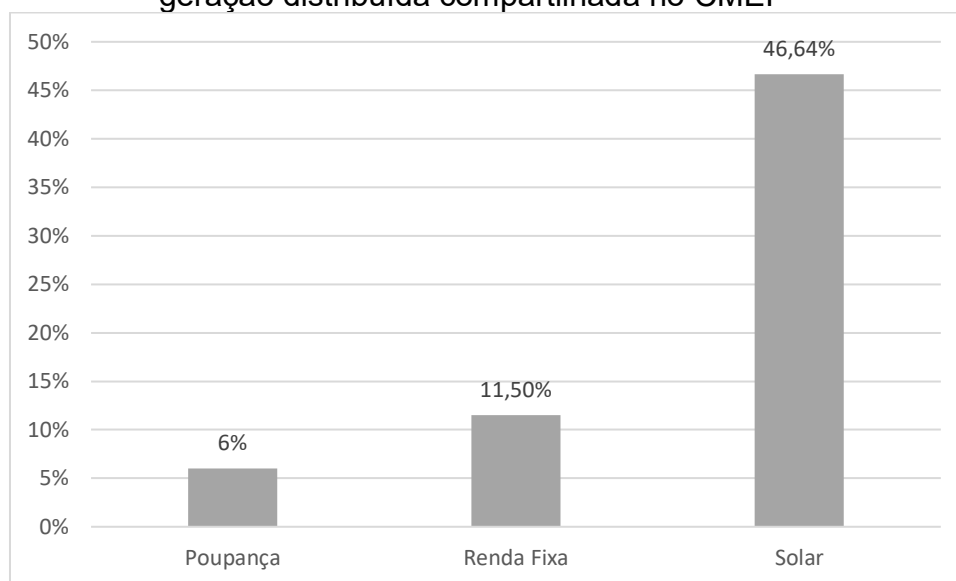
Gráfico 8 - Análise de sensibilidade VPL em relação TMA



Fonte: Autor, 2024

Também para comprovar a viabilidade da usina solar fotovoltaica, com a ajuda da planilha Excel, foram calculadas outras formas de rendimento com o valor do investimento de R\$ 105.153,04, aplicando na poupança e na renda fixa. A Figura 10, faz uma comparação da estimativa de rendimento dos três métodos de aplicação, onde a poupança teve um rendimento de 6,0% a.a, a renda fixa um rendimento de 11,5% a.a (aplicação baseada em uma taxa de 110% do Certificado de Depósito Interbancário - CDI), já o projeto da usina solar teve um rendimento de 46,64%, relativamente alto quando comparado com a poupança e a renda fixa.

Figura 10 - Comparação estimada de rendimento no primeiro ano da implantação da geração distribuída compartilhada no CMEI



Fonte: Autor, 2024

Já para o investidor, o projeto é viável porque o investimento tem tempo de retorno de 3 anos, um rendimento maior já no primeiro ano conforme comparado com outros métodos de investimento, e um lucro maior do que o valor inicial investido recebido em média 20 anos.

#### 4.4 PROPOSIÇÃO DE UMA METODOLOGIA REPLICÁVEL PARA ANÁLISE DE VIABILIDADE EM OUTROS CONJUNTOS HABITACIONAIS

Diante da proposição do modelo de negócios e resultados de viabilidade financeira, essa seção apresenta um resumo de toda a metodologia desenvolvida ao longo do trabalho, conforme Figura 11.

Primeiro se fez necessário, o levantamento de dados em campo. Neste caso, o estudo empírico foi realizado no conjunto habitacional Flávio Ettero Giovine. Entretanto, o mesmo procedimento pode ser aplicado para outro conjunto habitacional de baixa renda já existente. Essa etapa, consiste em definir um perfil de consumo.

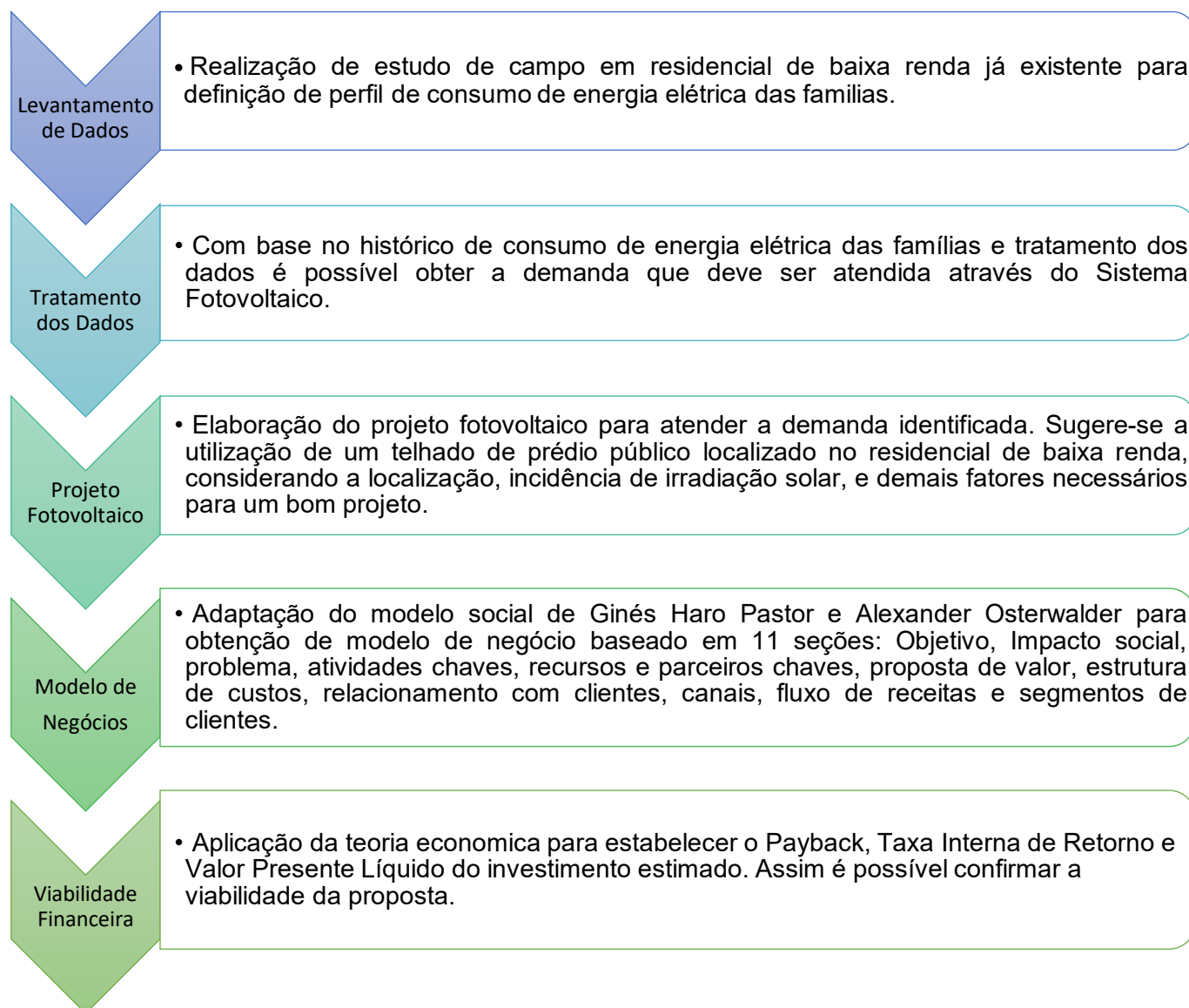
Em seguida, foi realizado o tratamento de dados empíricos. Foi traçada uma média de consumo em kWh do mesmo mês e ano das unidades consumidoras pertencentes ao conjunto habitacional. Foram excluídas as famílias que fazem parte do benefício da tarifa social. Foram então obtidas a média, mediana e desvio padrão do consumo de energia elétrica da amostra.

Com base no consumo estabelecido na pesquisa empírica, foi projetada uma usina solar fotovoltaica compartilhada. Com os cálculos, se faz necessário 90 módulos no total, 3 fileiras de 30 módulos ligados em série, para atender as 30 residências propostas.

A partir do dimensionamento da usina, foi desenvolvido um modelo de negócio para viabilizar a proposta baseada no investimento de um parceiro privado. Além disso, busca-se a valorização social, ambiental e a redução das despesas das famílias de baixa renda.

Por fim, cabe a análise da viabilidade econômica. Para o investidor, obteve-se um Payback (indicador do tempo de retorno do investimento) estimado em 3 anos, considerado uma TIR (taxa Interna de Retorno) de 46% e um VPL (Valor presente Líquido) 113.015,63. E quando comparado com o rendimento no primeiro ano em relação a poupança (6,0%) e renda fixa (11,5%) (aplicação baseada em uma taxa de 110% do Certificado de Depósito Interbancário - CDI), o projeto solar apresentou um retorno mais alto (46,64%) relativamente alto. Sendo assim, confirma-se a viabilidade do investimento, seguindo as premissas estabelecidas no modelo de negócio proposto.

Figura 11 – Metodologia da Análise de Viabilidade da Proposta.



Fonte: Autor, 2024

Em conclusão, este capítulo apresentou uma análise detalhada da metodologia desenvolvida, desde o levantamento de dados até a elaboração do modelo de negócios para a usina solar fotovoltaica compartilhada. Os resultados evidenciam a viabilidade econômica do projeto, com indicadores financeiros promissores que demonstram seu potencial para reduzir despesas e promover inclusão social entre as famílias de baixa renda. Além disso, a possibilidade de replicação em outros conjuntos habitacionais fortalece a relevância desta proposta no contexto da pobreza energética.

## 5 CONCLUSÃO

Por meio de um estudo de caso, foi possível desenvolver um modelo de negócios para a implantação de uma usina solar destinada a atender 30 famílias de baixa renda. O projeto demonstrou viabilidade, com um prazo de retorno do investimento estimado entre três e quatro anos. A abordagem mais adequada para a implementação da Geração Distribuída Compartilhada (GDC) foi estruturada na forma de uma associação, uma vez que muitas famílias não possuem capacidade financeira para a implantação. Nesse cenário, um investidor pode realizar o aporte necessário.

Contudo, um fator de risco para o projeto pode ser a inadimplência. Para mitigar esse risco, é essencial implementar uma etapa de orientação para as famílias beneficiadas. O não pagamento das parcelas fixas resultará na exclusão automática do benefício, garantindo assim segurança ao investidor e a viabilidade do projeto. Este modelo pode ser ampliado para diversos conjuntos habitacionais, proporcionando a redução das despesas das famílias e, conseqüentemente, diminuindo a inadimplência e as conexões irregulares à rede de distribuição. Essa abordagem não apenas melhora a qualidade do fornecimento de energia, mas também aumenta a segurança no sistema. Além disso, a utilização de energia solar fotovoltaica promove a sustentabilidade, uma vez que esta fonte renovável contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a conservação dos recursos naturais.

Outro aspecto importante a ser considerado é a vulnerabilidade energética, que se refere à dificuldade que algumas famílias enfrentam para acessar serviços de energia de forma confiável e a preços acessíveis. O projeto proposto atua diretamente na mitigação dessa vulnerabilidade, proporcionando acesso a uma fonte de energia limpa e de baixo custo.

O governo brasileiro tem promovido programas voltados à população de baixa renda, visando facilitar o acesso à energia a baixo custo por meio de fontes renováveis. Um exemplo é o Programa Renda Básica Energética (Rebe), que tem como objetivo substituir gradualmente os subsídios à tarifa social por centrais de energia solar fotovoltaica, atualmente em fase de estudo e discussão. Nesse contexto, este trabalho se torna relevante ao focar na geração distribuída compartilhada, contribuindo para a inclusão social, a sustentabilidade fotovoltaica e a mitigação da vulnerabilidade energética.

## 6 REFERÊNCIAS

ABSOLAR – Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica – **Brasil atinge 32GW de capacidade instalada em energia solar fotovoltaica**. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/brasil-atinge-32-gw-de-capacidade-instalada-em-energia-solar-fotovoltaica/>>

AGENDA (2030). (2015). **Objetivo de desenvolvimento sustentável 7 – energia limpa e acessível**. Disponível em: <<http://www.agenda2030.com.br/ods/7/>> Disponível em: 08 de agosto de 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Relatório – Perdas de Energia Elétrica na Distribuição**. Edição Janeiro, 2021. Disponível em: <[https://antigo.aneel.gov.br/documents/654800/18766993/Relat%C3%B3rio+Perdas+de+Energia\\_+Edi%C3%A7%C3%A3o+1-2021.pdf/143904c4-3e1d-a4d6-c6f0-94af77bac02a](https://antigo.aneel.gov.br/documents/654800/18766993/Relat%C3%B3rio+Perdas+de+Energia_+Edi%C3%A7%C3%A3o+1-2021.pdf/143904c4-3e1d-a4d6-c6f0-94af77bac02a)>

ALÃO, A. A. & BORGES, F. Q. (2019). **Estratégias na Geração de Energia Elétrica no Pará e a Promoção de Estruturas Tecnológicas e Mecanismos Competitivos (2014-2017)**. Desenvolvimento em Questão, 17(49), 291-308. Disponível em: <<https://doi.org/10.21527/2237-6453.2019.49.291-308>>

ALMEIDA, E.; ROSA, A.; DIAS, F.; BRAZ, K.; LANA, L.; SANTO, O.; SACRAMENTO, T. **Energia Solar Fotovoltaica: Revisão Bibliográfica**. *Engenharias On-line, Engenharia Bioenergética*, v. 1, n. 2, p. 1-13, 17 mar. 2016.

ANEEL- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - **Geração Distribuída**, Disponível em:<[https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset\\_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/brasil-ultrapassa-marca-de-1gw-em-geracaodistribuida/656877](https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/brasil-ultrapassa-marca-de-1gw-em-geracaodistribuida/656877)>

BAUWENS, T.; GOTCHEV B.; HOLSTENKAMP, L.; **What drives the development of Community energy in Europe?** The case of wind power cooperatives, *Energy Research & Social Science*, v. 13, p. 136-147, 2016.

BRASIL. LEI Nº 14.620, DE 13 DE JULHO DE 2023. **Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha vida.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2023.

BRASIL. LEI Nº 14.300, DE 6 DE JANEIRO DE 2022. **Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2023.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Normas Relacionadas ao Regime de Metas, 2023.** Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/normasinflacao>>

BANCO MUNDIAL. **Pobreza e desigualdade no Brasil: pandemia complica velhos problemas e gera novos desafios para população vulnerável, 2022.** Disponível em: <<https://www.worldbank.org/pt/news/press-release/2022/07/14/pobreza-e-desigualdade-no-brasil-pandemia-complica-velhos-problemas-e-gera-novos-desafios-para-populacao-vulneravel>>

BOARDMAN, B. **Fuel Poverty: From Cold Homes to Affordable Warmth.** John Wiley & Sons Ltd, 1991.

CASTILLO, C.; HELENO, M.; VICTORIA, M.; **Self-consumption for energy communities in Spain: A regional analysis under the new legal framework.** 2021.

CHANG H., GHADDAR B., NATHWANI J. **Shared community energy storage allocation and optimization,** 2022.

COSTA, A.L.C., HIRASHIMA, S.Q. DA S. E FERREIRA, R.V. 2021. **Operação e manutenção de sistemas fotovoltaicos conectados à rede: inspeção termográfica e limpeza de módulos FV. Ambiente Construído.** 2021, p. 201–220.

CHAVES, C. A.; TAVARES, A.; FERREIRA, D.; TOMMASO, F.; DANTAS G.; ALVARES, B. E. J.; TAKEUCHI, T. J.; CÂMARA, L.; MAESTRINI, M.; MOSZKOWICE, M.; MIRANDA, M.; CASTRO, N.; MENDES, F. P.; BRANDÃO, R.; ROSENTAL, R. **As perdas não técnicas no setor de distribuição brasileiro: uma abordagem regulatória.** Rio de Janeiro, 2018.

DAY, R.; WALKER, G. e SIMCOCK, N. **Conceptualising energy use and energy poverty using a capabilities framework**. Energy Policy, v. 93, 255–264, jun 2016. URL: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421516301227>>

DANTE, P. **Modelos de Geração compartilhada potencializam a GD e democratizam o mercado**. Disponível em: <<https://canalsolar.com.br/modelos-de-geracao-compartilhada-potencializam-a-gd-e-democratizam-o-mercado/>>

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2026**. Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-40/topico-75/Cap9\\_Texto.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-40/topico-75/Cap9_Texto.pdf)>

EMPRESA DE PESQUISA E ENERGIA (EPE). **Balço Energético Nacional (BEN), 2023**. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-687/BEN2023.pdf>>

EPBR. **As dimensões ocultas da pobreza energética: A relação entre furto, qualidade da energia e segurança pública na cidade do Rio de Janeiro**. Março 2018, atualizado em setembro 2023. Disponível em: <<https://epbr.com.br/as-dimensoes-ocultas-da-pobreza-energetica-a-relacao-entre-furto-qualidade-da-energia-e-seguranca-publica-na-cidade-do-rio-de-janeiro/>>

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV) E INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA (IBRE), MAIO/2023. **Índice de Preços ao Consumidor – por Grandes Regiões**. Disponível em: <<https://portalibre.fgv.br/system/files/2023-05/Release%20IPC-REGIONAI-MAIO23%20%282%29.pdf>>

GASSMANN, O.; FRANKENVERGER, K.; CSIK, M. **O Navegador de Modelos de Negócio**. P.397. Disponível em: <[https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555203622/epubcfi/6/2\[%3Bvnd.vst.idref%3Dcover\]!/4/4/2%4051:1](https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555203622/epubcfi/6/2[%3Bvnd.vst.idref%3Dcover]!/4/4/2%4051:1)>

GOVERNO FEDERAL (2023). **Cadastro Único servirá como base de dados para lançamento do Luz Para Todos**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mds/pt->

br/noticias-e-conteudos/desenvolvimento-social/noticias-desenvolvimento-social/cadastro-unico-sera-base-para-relancamento-do-luz-para-todos>

HUBACK, S. B. V. **Medidas ao combate a perdas elétricas não técnicas em áreas com severas restrições à operação de sistemas de distribuição de energia elétrica.** 2018. Disponível em: [https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/06/12\\_huback1.pdf](https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/06/12_huback1.pdf)

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (IJSN). **Pobreza e miséria nos estados brasileiros** 2022. Disponível em: [https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/sumarios/IJSN\\_Especial\\_Pobreza\\_Estados\\_Brasileiros\\_2022.pdf](https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/sumarios/IJSN_Especial_Pobreza_Estados_Brasileiros_2022.pdf)

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Brasil gera 45% de energia renovável e lidera transição energética no Brics.** Agosto, 2018. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/1941-brasil-gera-45-de-energia-renovavel-e-lidera-transicao-energetica-no-brics?highlight=WyJtdWRhblx1MDBIN2EiLCJjbGltXHUwMGUxdGJjYSIsIm11ZGFuXHUwMGU3YSBjbGltXHUwMGUxdGJjYSJd>>

JUNIOR, P. W.; TAKIGAWA, K. Y. F.; ARANHA NETO, C. A. E.; FERNANDES, C. R.; **Levantamento da Geração distribuída Compartilhada no Brasil.** VII Congresso de Energia Solar, Gramado, 2018. Disponível em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/513/513>

LAMBERT, S.; DAVIDSON R. **Applications of the business model in studies of enterprise success, innovation and classification: An analysis of empirical research from 1996 to 2010,** 2013.

LEVINE, D.M.; BERENSON, M.L. e STEPHAN, D. **Estatística: Teoria e Aplicações usando Microsoft Excel em Português.** LTC, Rio de Janeiro, 2000.

LOPES, M.; MELCOP, L.; CHOI, M. **Exploração de geração distribuída através de associações: Considerações à luz da lei 14.300/22.** 2022.

MACEDO, ELIAS BARBOSA. **Análise Comparativa da Produtividade real entre dois Microgeradores Fotovoltaicos Instalados no Instituto Federal De Goiás – Câmpus Itumbiara e Uruaçu.** Orientador: Prof. Dr. Sérgio Batista Silva. 2019. 56 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Instituto Federal de Goiás, Goiás, 2019.

MARIANO, D. C. L.; CALÇA, M. V. C.; CANEPPELE, F. de L.; CARVALHO, S. A. D. de. **Market analysis of photovoltaic solar energy systems with emphasis on brazilian rural area.** *Research, Society and Development*, Vargem Grande Paulista, v. 12, n. 2, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i2.39830. Available: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/39830>.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Brasília: MME/EPE, 2020. **Plano Nacional de Energia 2050.** Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>>

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers.** New Jersey: John Wiley and Sons, 2010.

PARLAMENTO EUROPEU. **Poupança de Energia: ação da EU para reduzir o consumo energético.** Outubro, 2023. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20221128STO58002/poupar-a-energia-acao-da-ue-para-reduzir-o-consumo-energetico>

PAIVA, P. C. J.; JANUZZI, M. G.; MELO, A. C.; **Mapeando a acessibilidade da eletricidade no Brasil.** 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957178718302431#preview-section-cited-by>.

PIAI, C. J.; GOMES, M. D. R.; JANUZZI, M. G.; **Integrated resources planning as a tool to address energy poverty in Brazil.** 2020. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778818323880?via%3Dihub>

SANTOS, M. **O condomínio voluntário e a geração compartilhada de energia elétrica.** 2022.

SERMARINI, P. C. A.; AZEVEDO, P. H. J.; ALBUQUERQUE, C. V.; CALILI, F. R.; GOLÇALVES, F.; JANUZZI, G. **Recursos energéticos distribuídos em comunidades de baixa renda: uma proposta de política pública para o Brasil.** Política energética, Volume 187, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421524000508?via%3Dihub#preview-section-references>

SIQUEIRA, Q. M. A.; **A geração distribuída e compartilhada em cooperativas no estado de São Paulo.** 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106133/tde-07032024-183729/pt-br.php>

SOLAR, Luxen. **Luxen Solar – LNVU-550M, 2023.** Disponível em: <https://www.luxensolar.com/>

SOLDERA, D.; KÜHN, D. D.. **Indicadores de viabilidade financeira: considerações sobre instrumentos de análise.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 41-59. 2018.

ZEB, K. et al. **A comprehensive review on inverter topologies and control strategies for grid connected photovoltaic system.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 94, p. 1120–1141, out. 2018.

ZOTT, C.; AMIT, R.; MASSA, L. **The Business Model: Recent Developments and Future Research,** 2011.



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

Responsáveis pela Pesquisa:  
Departamento de Engenharia Elétrica da UEL (Profa Juliana)

Mestrado em Bioenergia (Estudante Jéssica)

Autorizo o uso destas informações, para fins de pesquisa científica, sem identificação. ASSINATURA:

Observações

Nome			
Endereço			
Número da Unidade Consumidora COPEL			
Data de Nascimento			
CPF			
<b>ENERGIA ELÉTRICA</b>			
1. Você deixou de pagar a conta da COPEL alguma vez nos últimos 3 anos?		<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
1.A. Quantos meses seguidos ficou sem pagar?			
1.B. Chegou a sofrer corte?		<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
2. Você costuma acompanhar seu consumo no relógio de energia para controlar o uso?		<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
		<input type="checkbox"/> Chuveiro elétrico	<input type="checkbox"/> Ventilador
		<input type="checkbox"/> Geladeira nova	<input type="checkbox"/> Geladeira antiga
		<input type="checkbox"/> Máquina de lavar roupas (Tanquinho)	<input type="checkbox"/> Televisão
		<input type="checkbox"/> Microondas	<input type="checkbox"/> Ferro de passar
		<input type="checkbox"/> Ar Condicionado	<input type="checkbox"/> Freezer
		<input type="checkbox"/> Fogão ou forno elétrico	<input type="checkbox"/> Computador
4. As lâmpadas da sua casa são de qual tipo? Preencha no espaço a quantidade.		<input type="checkbox"/> Tradicionais - arredondadas	<input type="checkbox"/> Fluorescentes - espiral ou tubos
		<input type="checkbox"/> LED	
<b>SOCIOECONÔMICOS</b>			
5. Qual a renda mensal total da família? (R\$)			
6. Quantos moradores?		<input type="checkbox"/> Adultos	<input type="checkbox"/> Crianças
7. Quantos moradores estão trabalhando?		<input type="checkbox"/> Formal	<input type="checkbox"/> Informal
8. Recebe algum benefício do governo?		<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
8.A. Se sim, qual e quanto?			
9. Qual é aproximadamente a despesa mensal total com os gastos da casa? (Todas as contas da casa: Água, luz, gás, internet, parcela da casa, alimentação, financiamentos...)			
10. Tem telefone celular?		<input type="checkbox"/> Pré-pago	<input type="checkbox"/> Pós-pago

## APÊNDICE A

### Questionário para estudo de caso

**APÊNDICE B**  
Fluxo de caixa anual

PERÍODO	FLUXO DE CAIXA	VALOR PRESENTE	VP ACUMULADO
0	-R\$ 105.153,04	-R\$ 105.153,04	-R\$ 105.153,04
1	R\$ 48.600,00	R\$ 44.181,82	-R\$ 60.971,22
2	R\$ 48.600,00	R\$ 40.165,29	-R\$ 20.805,93
3	R\$ 48.600,00	R\$ 36.513,90	R\$ 15.707,97
4	R\$ 48.600,00	R\$ 33.194,45	R\$ 48.902,42
5	R\$ 48.600,00	R\$ 30.176,78	R\$ 79.079,20
6	R\$ 48.600,00	R\$ 27.433,43	R\$ 106.512,63
7	R\$ 48.600,00	R\$ 24.939,48	R\$ 131.452,11
8	R\$ 48.600,00	R\$ 22.672,26	R\$ 154.124,37
9	R\$ 48.600,00	R\$ 20.611,14	R\$ 174.735,52
10	R\$ 48.600,00	R\$ 18.737,40	R\$ 193.472,92
11	R\$ 48.600,00	R\$ 17.034,00	R\$ 210.506,92
12	R\$ 48.600,00	R\$ 15.485,46	R\$ 225.992,38
13	R\$ 48.600,00	R\$ 14.077,69	R\$ 240.070,07
14	R\$ 48.600,00	R\$ 12.797,90	R\$ 252.867,97
15	R\$ 48.600,00	R\$ 11.634,45	R\$ 264.502,42
16	R\$ 48.600,00	R\$ 10.576,78	R\$ 275.079,20
17	R\$ 48.600,00	R\$ 9.615,25	R\$ 284.694,45
18	R\$ 48.600,00	R\$ 8.741,14	R\$ 293.435,59
19	R\$ 48.600,00	R\$ 7.946,49	R\$ 301.382,08
20	R\$ 48.600,00	R\$ 7.224,08	R\$ 308.606,16
21	R\$ 35.460,00	R\$ 4.791,73	R\$ 313.397,89
22	R\$ 22.320,00	R\$ 2.741,92	R\$ 316.139,81
23	R\$ 22.320,00	R\$ 2.492,66	R\$ 318.632,47
24	R\$ 22.320,00	R\$ 2.266,05	R\$ 320.898,52
25	R\$ 22.320,00	R\$ 2.060,05	R\$ 322.958,56

TMA	22%
VPL	R\$ 113.015,63
TIR	46%

TMA < TIR	VPL > 0	VIÁVEL
TMA > TIR	VPL < 0	INVIÁVEL

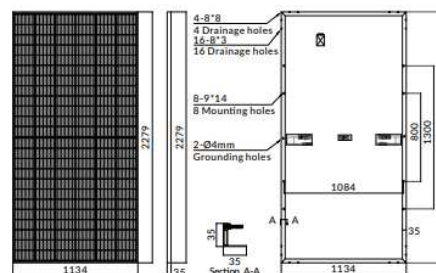
## ANEXO A

### Datasheet módulos fotovoltaicos

**LUXPOWER® Mono I 550W**
**Quality Maker**

#### MECHANICAL CHARACTERISTICS

Solar Cells	Mono
No. of Cells	144 (6x24)
Dimensions	2279 x 1134 x 35mm
Weight	27.5kgs
Front Glass	3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction Box	Ip68 rated (3 by pass diodes)
	4.0mm <sup>2</sup>
Output Cables	300mm (+) / 400mm (-)
	Length can be customized
Connectors	Mc4 compatible
Mechanical load test	5400Pa



#### ELECTRICAL PARAMETERS

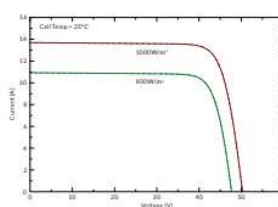
POWER CLASS	LNVU-550M	
	STC	NOCT
Maximum power (Pmax)	550W	417W
Open Circuit Voltage (Voc)	50.32V	48.10V
Short Circuit Current (Isc)	13.90A	11.07A
Voltage at Maximum power (Vmpp)	42.28V	39.90V
Current Maximum Power (Impp)	13.01A	10.45A
MODULE EFFICIENCY (%)	21.28%	

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, cell temperature 25°C, AM1.5G      NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G

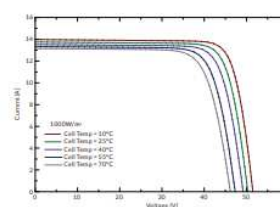
#### PACKING CONFIGURATION

Container	20'GP	40'HQ
Pieces per pallet	31	31
Pallets per container	5	20
Pieces per container	155	620

#### I-V CURVE



#### LNVU-550M/I-V



#### OPERATING CHARACTERISTICS

Operating Module Temperature	-40°C to + 85°C
Maximum System Voltage	1500 DC (IEC)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Power Tolerance	0/+5W

#### TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Nominal Operating Temperature (Noct)	45±2°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.36%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.28%/°C
Temperature Coefficient of Isc	+0.05%/°C

**Note:** Due to continuous technical innovation, R&D and improvement, technical data above mentioned may be of modification accordingly. LUXEN SOLAR have the sole right to make such modification at anytime without further notice.



## ANEXO B

### Datasheet Inversor

Datasheet	MID 25KTL3-X1	MID 30KTL3-X	MID 33KTL3-X	MID 36KTL3-X	MID 40KTL3-X
<b>Input data (DC)</b>					
Max. recommended PV power (for module STC)	37500W	45000W	49500W	54000W	60000W
Max. DC voltage	1100V				
Start Voltage	250V				
Normal Voltage	600V				
MPPT voltage range	200-1000V				
No. of MPP trackers	3	3	3	4	4
No. of PV strings per MPP tracker	2				
Max input current per MPP tracker	26A				
Max. short-circuit current per MPP tracker	32A				
<b>Output data (AC)</b>					
AC nominal power	25000W	30000W	33000W	36000W	40000W
Max. AC apparent power	27700VA	33300VA	36600VA	39600VA	44000VA
Nominal AC voltage(range*)	220V/380V, 230V/400V (340-440V)				
AC grid frequency(range*)	50/60 Hz (45-55Hz/55-65 Hz)				
Max. output current	40A	50.5A	55.5A	60.0A	66.6A
Adjustable power factor	0.8leading...0.8lagging				
THDi	<3%				
AC grid connection type	3W+N+PE				
<b>Efficiency</b>					
Max. efficiency	98.8%				
European efficiency	98.5%				
MPPT efficiency	99.9%				
<b>Protection devices</b>					
DC reverse polarity protection	Yes				
DC Switch	Yes				
AC/DC surge protection	Type II / Type II				
Insulation resistance monitoring	Yes				
AC short-circuit protection	Yes				
Ground fault monitoring	Yes				
Grid monitoring	Yes				
Anti-islanding protection	Yes				
Residual-current monitoring unit	Yes				
String monitoring	Yes				
AFCI protection	Optional				
<b>General data</b>					
Dimensions (W / H / D)	580/435/230mm				
Weight	29.5kg	29.5kg	29.5kg	30.5kg	30.5kg
Operating temperature range	- 25°C ... + 60°C				
Nighttime power consumption	< 1W				
Topology	Transformerless				
Cooling	Smart air cooling				
Protection degree	IP66				
Relative humidity	0-100%				
Altitude	4000m				
DC connection	H4/MC4(Optional)				
AC connection	Cable gland+OT terminal				
Display	OLED+LED/WIFI+APP				
Interfaces: RS485 / USB / WiFi/ GPRS / RF/ LAN	Yes/Yes/Optional/Optional/Optional/Optional				
Warranty: 5 years / 10 years	Yes/Optional				
<small>CE, VDE0126, Geaca, EN50549, C10/C11, UFE C 15-712, IEC62116,IEC61727, IEC 60068, IEC 61683, CE0-21, CE0-16, N4105, TOR Erzeuger, G98/G99, G100, AS/NZS 3100, AS4777, UNE21 7001, UNE206007, PO12.2, KSC8565</small>					

\* The AC voltage range and frequency range may vary depending on specific country grid standard.  
All specifications are subject to change without notice.