



Modelo de Negócio Social para Implementação de Energia Fotovoltaica: estudo de caso para a comunidade de Heliópolis, São Paulo

Alexandre Luigi Caruso¹

Alexandre Pinheiro Arradi¹

Lidia Moura²

Tadeu Fabrício Malheiros²

¹ Departamento de Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, Brasil

² Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, Brasil
alexandre.caruso@usp.br alexandre.arradi@usp.br lidia2moura@gmail.com malheiros@usp.br

Resumo: Ligações clandestinas de energia geram inúmeras consequências negativas como sobrecargas e incêndios afetando diretamente a qualidade de vida de comunidades de baixa renda. Uma alternativa de encaminhamento de solução ao problema é oferecer energia renovável. Este trabalho tem como objetivo propor um modelo de negócio social que seja financeiramente viável para instalação de energia solar na comunidade de Heliópolis, SP. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica do tema, elaborando a simulação de três diferentes cenários de um projeto de energia fotovoltaica por dois diferentes métodos: autoconsumo local e geração compartilhada de energia - para painéis de 330W e 580W, considerando a viabilidade financeira dos mesmos. Para os três cenários propostos, o projeto é viável financeiramente, entretanto apresenta custos elevados, os quais podem ser arcados por investidores interessados nos benefícios sociais do negócio, a partir de programas de responsabilidade social. Por mais que o projeto de autoconsumo local seja mais caro e apresente um *payback mais longo*, entende-se como o ideal devido a possuir normas regulatórias mais simplificadas e a área útil para geração compartilhada ser insuficiente, solução que pode garantir maior aceitação da comunidade.

Palavras-chave: Energia fotovoltaica, Modelo de negócios, Negócios sociais, Heliópolis, Energias renováveis.

1. Introdução

A expansão dos espaços urbanos em cidades de médio e grande porte é resultado de processos históricos de ocupação do território pelas populações humanas (JEAN; JUNIOR; SILVA, 2023). O movimento de êxodo rural marca a expansão das cidades junto a uma procura por melhores condições de vida associados ao consumo e a postos de trabalho, bem como à busca de acesso a serviços básicos como, por exemplo, serviços de saúde e saneamento. As favelas surgem como um efeito do insuficiente planejamento urbano associado ao crescimento populacional nestes espaços, ressaltando as desigualdades sociais à medida que o acesso aos serviços e a qualidade de vida não são ofertados adequadamente.

Historicamente, no Brasil, houve um baixo investimento em infraestrutura gerando uma lacuna estrutural nos sistemas urbanos, especialmente no que se refere ao saneamento ambiental, impactando negativamente na qualidade de vida para as populações nas favelas, uma



vez que os moradores ficam expostos a diversos riscos a saúde (TUCCI, 2003). Um exemplo é a vulnerabilidade a doenças relacionadas ao acesso inadequado a estruturas de saneamento básico, o que implica no despejo de esgoto doméstico em áreas próximas à moradia, sem tratamento, o que adicionalmente gera impactos ambientais negativos.

A maior população do Brasil com a maior taxa de urbanização desordenada que reflete nos assentamentos informais como favelas está concentrada na região Sudeste (BRUECKENER, 2019). A ineficiência das políticas públicas na adequação dos aglomerados subnormais, as favelas, para oferecer condições de moradias dignas à população reforça uma necessidade de aplicar diferentes políticas públicas para promover qualidade de vida aos seus moradores (GONÇALVES; BRUM; AMOROSO, 2020). Neste sentido, é fundamental entender e fortalecer os nexos, como por exemplo água, energia e alimento, ou seja, as soluções para as urgências em atender as demandas sociais em comunidades vulneráveis podem ser associadas a prioridade em promover as outras dimensões da sustentabilidade, sobretudo nas cidades, visando a mitigação de impactos ambientais negativos em decorrência da poluição e das mudanças climáticas.

A questão energética merece destaque: os impactos no setor elétrico, devido ao período de seca prolongado, tem gerado cronicamente níveis extremamente baixos de reservatórios das usinas hidrelétricas, fonte que representa 65,2% da matriz elétrica no Brasil, de acordo com o Balanço Energético Nacional - BEN (EPE, 2023). Esse é um dos impactos negativos produzidos pelas mudanças climáticas, que no âmbito de desenvolvimento tem alto potencial para afetar as áreas econômicas, ambientais e sociais (FIELD et al., 2014). Esse contexto expõe a população a uma situação de insegurança e instabilidade energética ainda maiores. A insegurança energética é ainda notadamente mais intensa e frequente nas favelas devido à falta de acessibilidade a este serviço, o que torna comum a prática de furto de energia por meio de ligações clandestinas, nos quais o consumidor liga a sua própria unidade de forma irregular à rede distribuidora, sem que haja anuência ou consentimento da concessionária.

O uso de fontes naturais dotadas de ciclo curto para renovação constitui uma das alternativas para atenuar os impactos de insegurança energética relacionados às mudanças climáticas, e podem ser adequados para reduzir os riscos às populações moradoras das favelas a acidentes associados às ligações clandestinas (PBMC, 2014). O sol é uma destas fontes energéticas e o aproveitamento da sua radiação por meio de placas fotovoltaicas pode ser associado a uma alternativa viável e sustentável neste contexto. Considerando-se o cenário do uso de energia solar nas favelas do Município de São Paulo, onze dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) intercomunicam-se. Os ODS 1,4,7,8,9,10,11,13,16 e 17 se referem diretamente sobre o uso de energia renovável e acessível; cidades mais sustentáveis; e a busca por alternativas urgentes para enfrentamento dos efeitos das mudanças climáticas nessas áreas. Assim, a utilização da energia solar em favelas conecta as questões ambientais com as socioeconômicas, evidenciando uma importante oportunidade de promover de forma integrada maior alinhamento à sustentabilidade.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é propor um modelo de negócio social que seja financeiramente viável para instalação de energia solar na comunidade de Heliópolis, em São Paulo.



2. Fundamentação teórica

No âmbito da distribuição e comercialização de energia elétrica, um desafio significativo é representado pelas perdas globais de energia, que correspondem à diferença entre a energia fornecida e a efetivamente entregue. Essas perdas podem ser categorizadas em dois principais domínios: perdas técnicas e perdas não-técnicas. As perdas técnicas estão intrinsecamente relacionadas às características físicas do sistema, como as perdas de Joule. Em contrapartida, as perdas não-técnicas (PNT), também conhecidas como perdas comerciais, estão associadas a problemas na medição e faturamento da energia elétrica. Conforme dados da ANEEL (2023), as perdas não-técnicas de energia correspondem a 14,56% do total no segmento de baixa tensão, que, por sua vez, representa 43% da energia injetada em 2022. Esse cenário resultou em um impacto financeiro significativo, totalizando R\$8,69 bilhões em custos. É relevante observar que o Estado de São Paulo demonstra maior eficiência quando comparado ao panorama nacional, registrando um percentual de perdas não-técnicas de 9,18% para o mesmo período. Esse desempenho mais otimizado sugere práticas mais eficazes na gestão e controle das perdas não-técnicas de energia elétrica no estado paulista.

Veiralves (2005) e a ANEEL (2023) concordam em ressaltar que as perdas não técnicas relacionadas às ligações clandestinas de energia tem influência direta de fatores socioeconômicos, culturais e comportamentais da região de concessão. Portanto, o perfil dos consumidores, de maneira conexa com a sua educação e o meio onde estão inseridos, acarreta na prorrogação e manutenção do sistema de fraudes e furtos. Mestre (2015) relata que com a evolução da globalização e expansão de novas tecnologias, assim como maior acesso a elas, como por exemplo, variedade de eletrodomésticos, ar condicionado, o que aumentou significativamente a demanda de energia em áreas e comunidades mais pobres. O elevado custo da energia elétrica para o consumidor, especialmente no contexto destas comunidades vulneráveis, associado a outros fatores sociais como a questão da segurança pública, acarretou no crescimento da prática de ligações clandestinas como forma de viabilizar o acesso à energia elétrica.

No que concerne à regulamentação e normas relacionadas ao controle das ligações clandestinas de energia, a legislação brasileira prevê punições para a prática de furtos ou fraudes de energia elétrica. Nos casos de furto, aplica-se o art. 155, §3º do Código Penal brasileiro. Já as situações de fraudes são contempladas no Código Penal, nos artigos 155, §3º c/c §4º, inciso II. Adicionalmente às penalidades legalmente estabelecidas, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) prevê a interrupção imediata do fornecimento de energia elétrica ao constatar a existência de uma conexão clandestina. Essa medida está respaldada na Resolução Normativa ANEEL nº 1.000 de 2021, que também estipula a possibilidade de aplicação de multa em casos de infração. Dessa forma, tanto a legislação penal quanto às normativas da ANEEL convergem para coibir ligações clandestinas, estabelecendo sanções legais e administrativas como forma de desestimular tais práticas ilícitas.

Além dos impactos socioeconômicos decorrentes das ligações clandestinas de energia elétrica, é crucial abordar os sérios riscos à segurança das pessoas associados a essa prática. Choques elétricos, superaquecimentos, incêndios e curtos-circuitos emergem como ameaças iminentes, conforme destacado por SILVA (2020). Além desses riscos imediatos e diários, é válido mencionar os prejuízos para os consumidores locais e o desestímulo para investimentos na infraestrutura elétrica. Quanto a incêndios e curtos-circuitos, esses riscos são exacerbados pelo desconhecimento técnico do infrator. A sobrecarga do sistema, devido às conexões além



da carga suportada, pode levar ao superaquecimento do circuito. Materiais de qualidade inferior frequentemente utilizados na confecção das ligações clandestinas também contribuem para potencializar esses efeitos adversos.

Com esta problemática da energia elétrica é possível observar a relação com vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no Brasil da Organização das Nações Unidas (ONU). Nesse contexto, pode-se citar diversos objetivos que se relacionam e mostram a relevância da temática, como: Erradicação da Pobreza. Saúde e Bem-Estar, Energia Limpa e Acessível, Trabalho Crescente e Desenvolvimento Econômico, Indústria, Educação e Infraestrutura, Redução das Desigualdades e Cidades e Comunidades Sustentáveis. Assim, a energia solar se insere como uma das formas de geração de energia, de forma a mitigar as ligações clandestinas residenciais, através de uma geração sustentável e que ajuda a reduzir o custo de energia utilizada pela comunidade. Desta forma, é possível, por meio deste enfoque, incentivar o uso de energia fotovoltaica para a comunidade em foco, concedendo inúmeros benefícios para a sociedade, além de servir de exemplo para outras implementações em diferentes locais.

O presente trabalho tem como objeto de estudo a comunidade de Heliópolis, conhecida também como a maior favela do estado de São Paulo, localizada na cidade de São Paulo. Concentrada na região sudeste da cidade, faz parte da subprefeitura do Ipiranga, distrito do Sacomã, com apenas 8 quilômetros de distância do centro. A comunidade possui aproximadamente uma área de 1 milhão de metros quadrados, onde vivem cerca de 200 mil habitantes, com 20.016 domicílios, de acordo com o censo de 2022 do IBGE.

Desde 1966, a área é controlada pelo Instituto de Administração Financeira da Previdência e Assistência Social, o IAPAS. Dentro de toda a área de Heliópolis, localiza-se o Hospital Heliópolis e o Posto de Assistência Médica, o PAM, construídos pelo Instituto. Na parte leste da região, é possível identificar duas áreas importantes, que foram desapropriadas do terreno original para uso da SABESP e da Petrobras. Nos anos seguintes, por conta de realocação de famílias da comunidade da Vila Prudente e Vergueiro para alojamentos provisórios em Heliópolis, que futuramente acabaram se tornando permanentes, além de outras pessoas que foram se assentando, como parte dos trabalhadores responsáveis pelas obras do Hospital e do PAM, além de outras famílias que se deslocaram para a região (UNAS, 2023)

Em 2006, a favela adquiriu o estatuto de bairro, sendo rebatizado como Cidade Nova Heliópolis. Atualmente, o bairro conta com diversos comércios e estabelecimentos, o que fomenta a economia local e incentiva outras pessoas a também criarem seus empreendimentos ou buscarem trabalhos nestes.

As comunidades como um todo passam por diversas situações adversas, o crescimento populacional desencadeia problemas muitas vezes sem solução, e cada vez mais a vulnerabilidade social atinge as famílias destes locais. Deste modo, o projeto a ser apresentado visa contribuir com a resolução de um problema recorrente nas favelas do Brasil, em especial, a de Heliópolis: as ligações clandestinas de energia elétrica.



Workshop Internacional
SUSTENTARE & WIPIS 2024
 Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos
www.sustentarewipis.com.br

18 a 22
 de novembro
 Transmissão online • Evento gratuito

Realização




Apoio Institucional




Figura 1 - Mapa de Heliópolis



Fonte: Google Earth (2024)

Desde 2005, a ENEL, que antes era a Eletropaulo, realizou trabalhos para conscientizar sobre o perigo causado pelas instalações elétricas clandestinas na comunidade, incluindo a instalação de um posto de serviço dentro da comunidade, que regulariza o processo de transmissão de energia nas residências. Porém, a busca por regularização apresenta baixa procura dos moradores da comunidade, portanto, ainda existe muito trabalho para ser feito, e projetos com enfoque social como este são essenciais para atingir todo ou quase todo o público de Heliópolis.

As populações vulneráveis da região sofrem também com a falta de oportunidade no mercado de trabalho, o que reduz as chances dessas famílias progredirem econômica e socialmente. Assim, com a realização deste projeto podem ser criadas novas oportunidades de trabalho na região, o que ajuda a sociedade local não somente com a instalação do projeto, mas também com sua manutenção.

3. Metodologia

Para que fosse possível o desenvolvimento do modelo de negócios para a pesquisa, foi necessário identificar as problemáticas envolvidas em Heliópolis. Deste modo, foram analisadas as dificuldades sociais enfrentadas, problemas de infraestrutura, políticos, qualidade de vida e segurança na comunidade. Então, tratando-se de problemas como estes, as ligações clandestinas foram estudadas e analisadas por meio de revisões na literatura, com foco em entender as questões burocráticas envolvidas e como essas instalações trazem riscos à população local.

Entendida a problemática existente no local e comprovando a necessidade de uma mudança para a atual situação, foram contextualizadas as situações já em andamento com comunidades no Brasil, para entender as principais dificuldades enfrentadas pelos projetos, assim como as decisões que foram eficientes para a execução dos mesmos. Através de um



benchmarking, possibilitou-se então a abordagem de inovações técnicas para aumento da eficiência na relação do fornecedor-cliente para a comunidade, fatores sociais de como convencer e contemplar a comunidade para a aceitação do projeto e fatores socioeconômicos. Essas referências foram estruturadas a partir de uma análise de *cases* que já foram realizados ou estão em andamento, com apoio em notícias de veículos midiáticos e artigos publicados.

Como última etapa, foi desenvolvido o modelo de negócios. O modelo descreve resumidamente como a empresa irá funcionar, ou seja, de que maneira será rentável e viável - envolvendo os recursos, custos, parcerias, fontes de receita e outros fatores. Foram realizadas análises de dados, obtidos a partir de banco de dados online de diferentes repositórios, além de bases disponíveis em artigos científicos. Esses dados, como informações sobre a estrutura das comunidades, o consumo de energia médio por habitante, o potencial de geração de energia de uma placa fotovoltaica, foram utilizados para a realização de simulações - por meio de planilha eletrônica no software Microsoft Excel do, e comparações do melhor modelo a ser aplicado na situação.

No modelo de negócios a ser proposto foi proposta uma mudança na estratégia local: envolver-se-á a comunidade nas atividades de liderança e trabalho da geração e administração dessa energia elétrica fotovoltaica. Para isso, será estudado a melhor maneira do projeto ser funcional, seja por meio de ONG 's, empresas de energia ou investidores externos.

Figura 1 - Fluxograma da metodologia aplicada

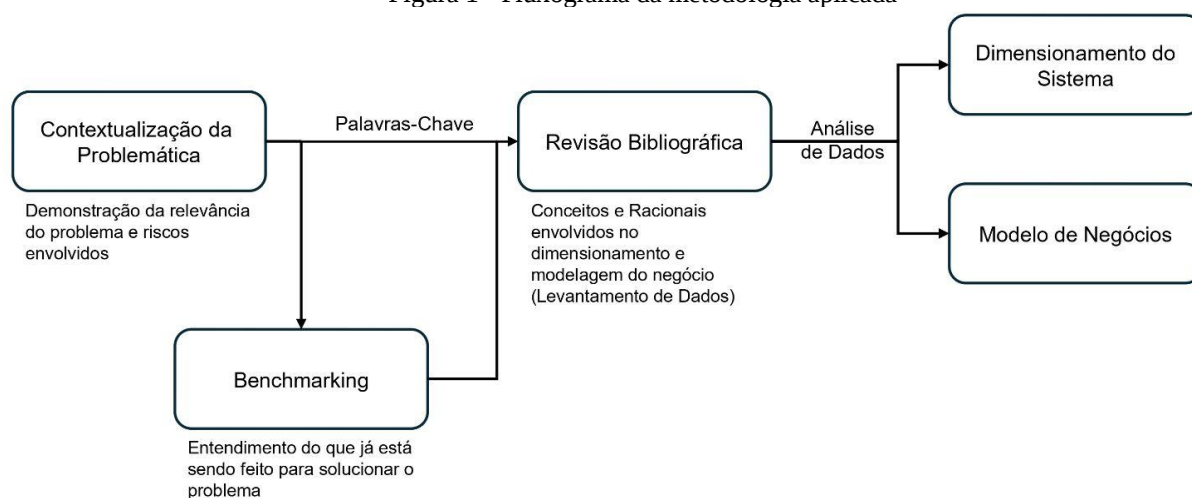


Figura 1 - Fluxograma da metodologia aplicada

Para o dimensionamento do sistema, uma das principais etapas é conhecer a demanda energética da comunidade de Heliópolis. Entretanto, é importante que projetos elétricos, já que dependem de dados reais sobre onde serão instalados, tenham estimativas confiáveis, a fim de proporcionarem valores aproximados da situação realista do local.

Como o sistema envolve atender a demanda energética de todos os domicílios, é necessário calcular uma média de consumo entre todos os residentes, mas não é possível saber a demanda de cada residência separadamente. Assim, parte-se de valores coletados em um grupo, seja maior ou menor, como é o caso de pesquisas sobre dados estatísticos, os quais realizam levantamentos em uma pequena parcela da população, ou conjunto de dados muito grandes, como é o caso de levantamentos energéticos de uma cidade inteira ou país inteiro.

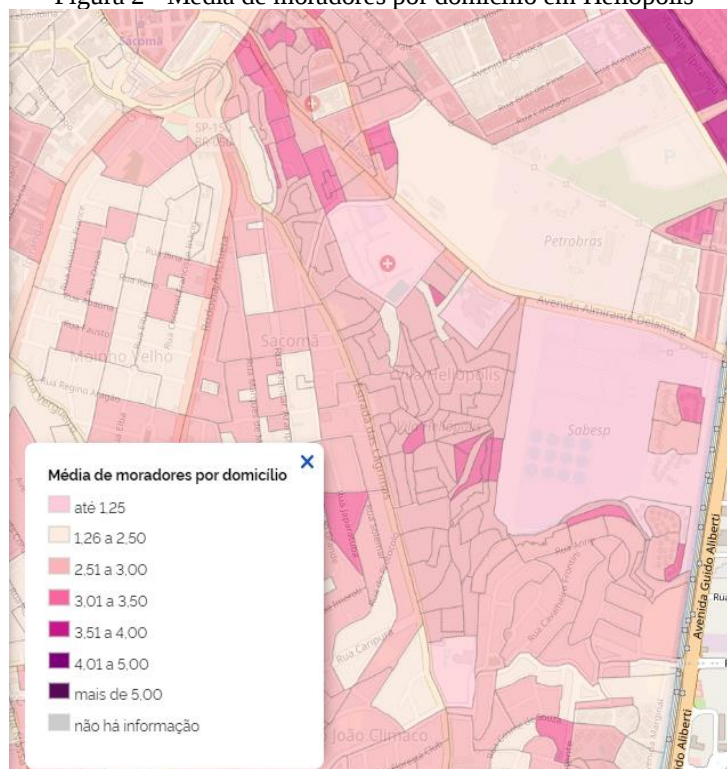


Quando se trata de análise dos sistemas de distribuição de energia elétrica, os cálculos necessários para estimar parâmetros são, muitas vezes, comparados e verificados com regiões que tenham características parecidas, isto é, uma população com consumo próximos, tamanhos semelhantes, rendas e padrões com alguma correlação. Deste modo, é possível pensar em um sistema e verificar sua precisão ou eficiência de acordo com outros sistemas que sejam aplicados em regiões com características próximas ao local de projeto.

Então, foram analisados dados obtidos com regiões semelhantes à comunidade de Heliópolis. Uma pesquisa feita pela Rede Favela Sustentável (RFS) e Painel Unificador das Favelas (PUF) realizada em 2023 levantou informações referentes a 15 favelas de 5 municípios do Grande Rio e as relações entre a eficiência energética e o uso de energia elétrica com a desigualdade social e pobreza. Em um dos tópicos do relatório da RFS foram descritos os aparelhos elétricos que as famílias utilizam, sendo de forma geral 1 geladeira, 1 televisão, 1 ar-condicionado, 1 chuveiro elétrico, 1 máquina de lavar roupa, 2 ventiladores e 5 lâmpadas. O resultado estimado para o consumo energético mensal por família foi de 174,1 kWh, ou seja, 48,33 kWh por pessoa por mês.

Sabendo disso, foi desenvolvido o cenário para a simulação, considerando os consumos residenciais separadamente, que seriam calculados a partir de um dimensionamento em uma residência, multiplicado pelo número de famílias habitantes da região. Os painéis fotovoltaicos sugeridos são os de 580W ODA580-36V-MHD da OSDA, com microinversores de 2250W, Deye SUN2250G4.

Figura 2 - Média de moradores por domicílio em Heliópolis



Fonte: IBGE (2022)

Nesta situação, a energia total de demanda ainda foi considerada como 9,66 MWh, mas, para saber a demanda média por residência, foi considerada uma média de 3,2 pessoas por



família em Heliópolis. Este número foi deduzido através dos setores censitários do Censo Demográfico do IBGE, de 2022, como mostra a Figura 2. Assim, para uma comunidade com 200 mil habitantes, encontra-se uma quantidade de 62.500 famílias, com 154,656 kWh de consumo mensal para cada casa.

Para a elaboração do modelo de negócios foi utilizado como base o modelo de Petrini, Scherer e Back (2016) de um modelo de negócio social. O modelo é dividido em cinco dimensões: rede de parceiros, competências da empresa, proposição de valor, equação do lucro econômico e impacto social.

Portanto, para a descrição do funcionamento da energia fotovoltaica em Heliópolis foi realizada uma revisão bibliográfica do trabalho dos autores, agregando características voltadas ao negócio em questão para cada uma das dimensões e os elementos que as compõem.

Com relação à rede de parceiros, foi levantado e discutido possíveis parceiros estratégicos para o negócio, realizando revisões bibliográficas e exploratórias de potenciais órgãos que possam vir a contribuir para o negócio.

Para as competências da empresa foram realizadas revisões bibliográficas acerca da comunidade de Heliópolis e do negócio de energia fotovoltaica descritas anteriormente, como por exemplo fatores geográficos, históricos, culturais, econômicos e sociais.

Assim, como para as duas esferas anteriores, para a proposição de valor também foram realizadas revisões bibliográficas, principalmente voltadas ao funcionamento da energia fotovoltaica e suas distintas formas de atuação.

Para a equação do lucro econômico, inicialmente foi necessário o dimensionamento do circuito e o levantamento de todos os componentes e mão de obra envolvidos no funcionamento do sistema. Esse processo, assim como os cálculos dos custos e das receitas, foi realizado considerando-se três distintos cenários: Geração compartilhada com painel de 300W, geração compartilhada com painel de 585W e autoconsumo local com painéis instalados por residência.

Para o cálculo da mão de obra, foi estimado um valor de R\$5.000, onde cada funcionário exerce 8 horas de trabalho durante 250 dias úteis em um ano. Como estimativa, utilizou-se que cada funcionário instala uma placa a cada seis horas. Após o primeiro ano, considerou-se 300 funcionários trabalhando na manutenção do sistema. Com essas estimativas, calcula-se a quantidade de pessoas por meio de uma relação de proporcionalidade: utiliza-se o número de placas sobre a quantidade de placas que um funcionário instala em um ano. A partir do número de pessoas e do salário estimado, tem-se os custos mensais de operação da instalação.

O levantamento dos custos relacionados à infraestrutura e equipamentos técnicos foi realizado por meio de cotações em sites de fornecedores, encontrando-se sistemas de qualidade e com melhores preços, a fim de reduzir ao máximo os custos envolvidos.

Inicialmente, através do uso de uma planilha eletrônica foi calculado o VPL (Valor Presente Líquido) da iniciativa em dez anos. Como premissa, para todos os cálculos foi utilizado 4,5% como juros - uma aproximação da inflação (IPCA) dado pelo IBGE em fevereiro de 2024. Posteriormente, com a premissa de uma TMA (Taxa Mínima de Atratividade) de 4,5%, uma vez que o projeto não precisa gerar e distribuir lucros, foi calculado a TIR (Taxa Interna de Retorno).

Com o VPL calculado, pode-se calcular o VAE (Valor Anual Equivalente), entendendo-se como as rendas do projeto se distribuem ao longo do tempo e os anos mais críticos de funcionamento. Assim, usando a planilha eletrônica pode-se calcular o payback para entender em quanto tempo o projeto retorna o investimento inicial e, portanto, entendendo-se a



viabilidade ou não e o quanto deveria ser investido. Finalmente, para completar a descrição do modelo de negócio foi necessário discutir o Impacto Social.

4. Resultados

Neste tópico são apresentados os cálculos realizados referentes aos valores de interesse, tanto do dimensionamento do sistema, quanto dos investimentos necessários para a instalação do projeto. Além disso, são exibidos os resultados que permitem a visualização do tempo de retorno dos investimentos para o cenário proposto, que inicialmente mostrará a viabilidade do modelo de negócios.

Os dados são exibidos nas Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5, com as especificações do inversor, do painel fotovoltaico e das características do consumo residencial e custos para este novo sistema. Nota-se que o custo foi calculado considerando um kit disponível no mercado com duas placas solares da mesma utilizada na simulação, e também com o micro inversor utilizado, disponível no site da NeoSolar Energia.

Tabela 1 - Dimensionamento do projeto

Energia, potência e módulos	
E_M (kWh)	154,6560
E_FV (kWh)	154,6560
I_RS (kWh/m²dia)	4,42
n_total	0,85293648
P_FV (W)	1367,434585
N_FV	2,357645836
N_AJST	3
P_FV_AJST(W)	1740
A_TOTAL (m²)	7,74

Fonte: Autores (2024)

Tabela 2 - Especificações do painel 580W da OSDA ODA580-36V-MHD

Características FV	
P_NOM (W)	580
V_OC (V)	51,06
I_SC (A)	14,46
V_MPP (V)	42,37
I_MPP (A)	13,69
alfa (%/°C)	-0,003
Área (m²)	2,58

Fonte: Autores (2024)

Tabela 3 - Especificações do Inversor On Grid Deye SUN2.25kW-220v



Características INVERSOR

P_CA (W)	2250
N_MPP	4
V_FAIXA (V)	20 60
V_OC_MAX (V)	60
V_CA_INV (V)	220
V_CC_NOM (V)	176
n_inv	0,965
P_MAX_MPP (W)	600

Fonte: Autores (2024)

Tabela 4 - Verificação de compatibilidade para autoconsumo (Módulo 580W)

Comparação (Resultados do Arranjo / Escolha do inversor)

Variáveis	Fileiras	Inversor		Situação
OPE_MPP (V)	42,37	20	60	OK
OPE_V_MAX (V)	54,1236	60		OK
P_MAX_MPP (W)	145	150		OK

Fonte: Autores (2024)

Tabela 5 - Custo final para o cenário de autoconsumo local (3x580W)

Custo dos componentes

Componente	Preço Unitário	Quantidade	Preço Final
Painéis	R\$ 549,00	3	R\$ 1.647,00
Inversores	R\$ 2.139,00	1	R\$ 2.139,00
Total Heliópolis	-	-	R\$ 236.625.000

Fonte: Autores (2024)

A partir do método descrito, foi possível realizar o levantamento dos custos estimados na instalação e manutenção do sistema para os diferentes cenários. Para todos os cenários foram utilizadas algumas premissas e custos em comum, sintetizados na Tabela 6.

Tabela 6 - Premissas para cálculo do Número de pessoas e Salário de Instalação

Tempo para Instalar Placa	6 horas
Tempo de Trabalho por Pessoa	250 dias/ano
Tempo de Trabalho por Pessoa	8 horas/dia
Tempo de trabalho por pessoa	2000 horas/ano
Anos de Instalação	1 ano



Total de Horas trabalhadas por pessoa	2000 horas
Placas Instaladas por pessoa	333,3 placas/pessoa
Salário Médio por pessoa	5000 R\$/pessoa

Fonte: Autores (2024)

Além desses custos de instalação, tem-se também os custos de manutenção do sistema (a partir do primeiro ano ou ano zero), que foram estimados considerando fixamente 300 pessoas, independente dos cenários:

Tabela 7 - Custos com mão de obra para manutenção dos sistemas

Quantidade de Pessoas	300
Salário Médio	R\$ 5.000,00
Custo Anual Manutenção	R\$ 18.000.000,00

Fonte: Autores (2024)

Com relação aos proprietários e acionistas, conforme descrito anteriormente, não objetiva-se o lucro e, portanto, a energia é fornecida para a comunidade em parceria com alguns órgãos públicos e privados. Portanto, não há distribuição de lucros financeiros para proprietários e acionistas. O fluxo de caixa é exibido na Tabela 8, para um período de 10 anos.

Tabela 8 - Fluxo de Caixa para o projeto

Ano	Operação	Custos	Economias	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Atualizado
0	Investimento	R\$ 270 MM	R\$ 0 MM	-R\$ 270 MM	-R\$ 270 MM
1	Produção	R\$ 18 MM	R\$ 72 MM	R\$ 54 MM	R\$ 52 MM
2	Produção	R\$ 18 MM	R\$ 72 MM	R\$ 54 MM	R\$ 50 MM
3	Produção	R\$ 18 MM	R\$ 72 MM	R\$ 54 MM	R\$ 48 MM
4	Produção	R\$ 18 MM	R\$ 72 MM	R\$ 54 MM	R\$ 46 MM
5	Produção	R\$ 18 MM	R\$ 72 MM	R\$ 54 MM	R\$ 44 MM
6	Produção	R\$ 18 MM	R\$ 72 MM	R\$ 54 MM	R\$ 42 MM
7	Produção	R\$ 18 MM	R\$ 72 MM	R\$ 54 MM	R\$ 40 MM
8	Produção	R\$ 18 MM	R\$ 72 MM	R\$ 54 MM	R\$ 38 MM
9	Produção	R\$ 18 MM	R\$ 72 MM	R\$ 54 MM	R\$ 37 MM
10	Produção	R\$ 18 MM	R\$ 72 MM	R\$ 54 MM	R\$ 35 MM

Fonte: Autores (2024)

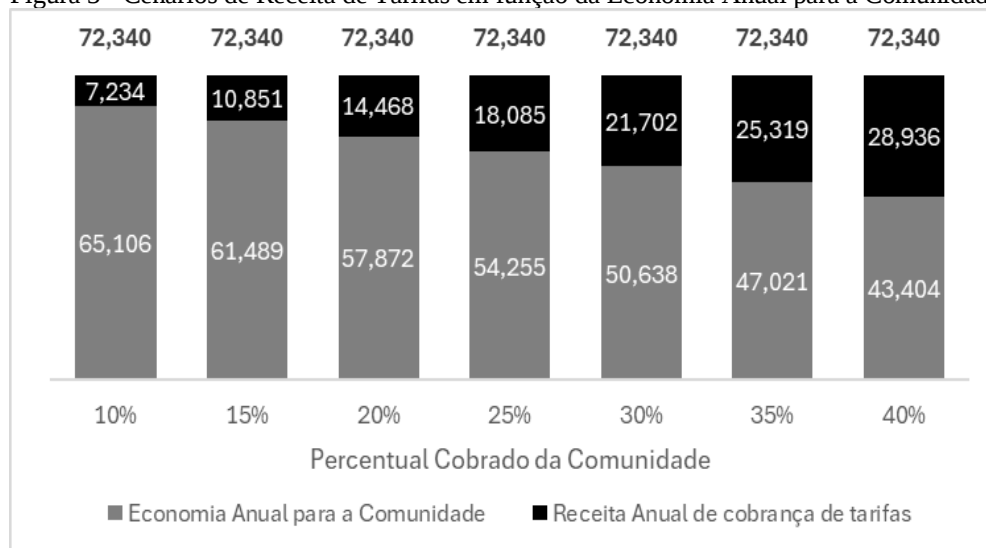
Para fins de comparação, estudou-se diferentes cenários de cobrança de tarifas da população, os quais podem ser utilizados para gerar caixa para possíveis manutenções no sistema, novas instalações e possibilidade de resolução de imprevistos. Nesses cenários, considerou-se percentualmente um valor fixo cobrado da comunidade em função da economia possível, sendo cenários complementares.



Ou seja, para um cenário onde cobra-se 10% do *saving* possível, a comunidade tem 90% desse valor como economia. Portanto, na Figura 3 tem-se os diferentes cenários em função das diferentes porcentagens:



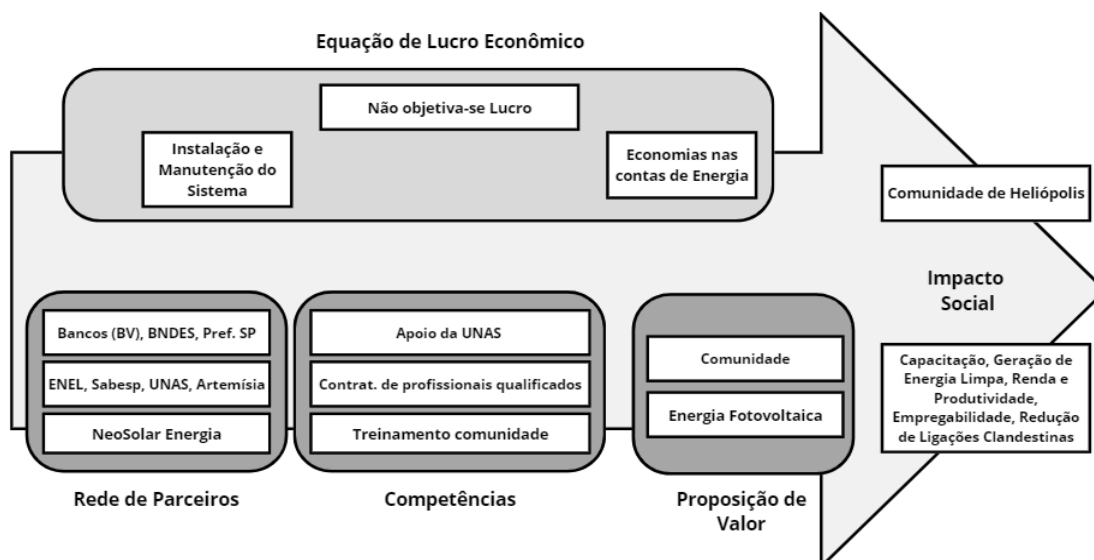
Figura 3 - Cenários de Receita de Tarifas em função da Economia Anual para a Comunidade



Fonte: Autores (2024)

Analisando-se os impactos da implementação da iniciativa da energia fotovoltaica, pode-se observar as relações de impacto social. Inicialmente, destaca-se que os impactados são a população da comunidade como um todo, seja quem vai ser treinado ou seja quem utilizará da energia fornecida. Já os principais impactos da iniciativa são: Treinamento e capacitação da comunidade por meio do ensino de técnicas para trabalho na praça da empresa, geração de energia elétrica limpa por meio das placas fotovoltaicas, Renda e produtividade locais com um novo negócio ocasionando em giro de renda, geração de empregos após os treinamentos garantindo a inclusão dos moradores, melhoria na infraestrutura por intermédio da segurança com a redução de ligações clandestinas que podem causar danos às casas e pessoas. Assim, o modelo de negócios social da implantação do projeto pode ser resumido na Figura 4.

Figura 4 - Descrição do Negócio com base no modelo de Petrini, Scherer e Back (2016)





Fonte: Autores (2024)

5. Conclusões

O presente trabalho apresentou uma proposta de modelo de negócios a partir de uma problemática observada na comunidade de Heliópolis, em São Paulo: a utilização de energia elétrica por meio de ligações clandestinas feitas nas redes de distribuição.

A fundamentação teórica do trabalho identifica a necessidade de intervenções sociais, incluindo participação, diálogos e sensibilização para a problemática do furto de energia e riscos associados, para a eliminação destas ligações irregulares, a partir de uma energia renovável, no caso, a energia solar. A localização da comunidade, bem como os avanços tecnológicos graduais dessa energia, permite aplicá-la em contextos como esse, visto a alta irradiação solar do local e a possibilidade de isentar custos de energia elétrica da população, de maneira regularizada e controlada.

Os maiores desafios, vistos inicialmente, foram de encontrar modelos de dimensionamento que sejam atrativos financeiramente, de modo que o projeto se pagasse dentro de um determinado intervalo considerado coerente com o gasto inicial de implementação. Entretanto, ao final do modelo de negócios, observou-se que os três cenários propostos são possíveis, porém, considerando a taxa de retorno da instalação somente para os beneficiados do projeto, no caso, a comunidade.

O investimento oriundo da rede de parceiros não apresenta retorno para os investidores de modo econômico, pois a economia de energia e retorno financeiro é voltado 100% para a comunidade. Mas, quem financia o projeto é atraído pelas motivações de responsabilidade social relacionadas aos impactos positivos da sua implementação, já que as empresas, possuem condições de dar início a implementação com o capital inicial, e aderirem à causas sociais, fornecendo energia de qualidade para uma comunidade com chances menores de conseguir incluir um sistema como esse por conta própria, assim como incentivam e abrem caminhos para as energias renováveis terem maior visibilidade e participação na matriz energética brasileira, tal como o exemplo da Favela Marte em São José do Rio Preto.

Para um cenário hipotético com levantamentos de informações mais precisos, maior contato dentro da comunidade para pesquisar sobre a adesão do projeto com o cenário de geração compartilhada, acompanhamento jurídico para compreensão e cumprimento das leis vigentes para tal, conseguindo-se a área suficiente para instalação, certamente esse modelo seria o mais apropriado, apesar de depender de inúmeras variáveis, tratando-se principalmente do custo necessário inicial.

Pensando-se então em maneiras de facilitar, principalmente, as questões sobre normas regulamentadoras, o projeto de autoconsumo local, com cada família tendo um sistema único em suas residências, surge como uma alternativa para o cenário de geração compartilhada. Na questão de espaço, é possível instalar cada *string* sem nenhuma complicação, visto que a área para cada casa, separadamente, é pequena, e pode ser instalado sem uma alteração prévia do espaço.

Além disso, as mudanças exigidas para a instalação seriam apenas do relógio bidirecional, algo que já é alterado pelas distribuidoras quando há a presença de geração de energia solar nas residências. Como no levantamento de dados não foi obtido as características



da rede, referente a seu nível de tensão, alguns parâmetros para os cenários anteriores ainda dependem desse levantamento.

Devido ao valor inicial do projeto, a capitalização de recursos ao longo dos anos aparece como uma solução, através de um contrato pré-estabelecido entre a empresa responsável pelo projeto e a população. Este valor, considerado um retorno sobre o investimento inicial, possibilita a criação de um fluxo de caixa para a empresa que permite também a manutenção do sistema em vigência, pois em qualquer situação, seja por condições climáticas ou falhas no sistema, é necessária a troca de equipamentos, que só poderia ser feita com mais investimentos. Assim, supondo o projeto em funcionamento, há várias alternativas para realizar essa capitalização; dentre elas, pode-se citar um modelo de redução gradual da taxa de cobrança da comunidade, o qual inicialmente retorna de 30 a 40% nos primeiros 3 anos, e reduz de 5 em 5% ou de 10 em 10% ao longo do tempo, até esta estabilizar em um valor mínimo. Tal valor pode ser alocado para a manutenção do projeto, mas pode também retornar ao investidor, tornando o projeto ainda mais atrativo e financeiramente viável para as empresas parceiras.

Apesar do modelo de negócios proposto se mostrar viável financeira e socialmente, é fundamental destacar que existem limitações nesta proposta de modelo de negócios, dado o curto prazo de seu desenvolvimento, a dificuldade de obtenção de dados acerca de ligações clandestinas e da comunidade de Heliópolis, principalmente com relação à localidade e especificidade e a “inovabilidade” da proposta com a existência de poucos benchmarkings. Além disso, para cálculos da projeção do sistema energético fotovoltaico e da viabilidade financeira do negócio foram utilizadas algumas premissas que podem afetar o cálculo por meio de erros ao longo do tempo e/ou variações de valores, como por exemplo o tempo médio de instalação das placas para cálculo do número de trabalhadores necessários, à desconsideração de alguns custos envolvidos no processo de instalação e manutenção do sistema, como por exemplo perdas, custos logísticos e falhas no processo, custos de treinamento, custos regulatórios, custos financeiros (como por exemplo financiamentos), entre outros.

Entretanto, mesmo com as limitações encontradas, foi possível parametrizar e propor um modelo de negócios que pode viabilizar a energia fotovoltaica para a comunidade e por consequência espera-se a diminuição da existência das ligações clandestinas de energia. A principal problemática desse modelo de negócios são os elevados custos para a instalação e funcionamento, o que é justificado pelos altos ganhos sociais para a comunidade em questão, cabendo-se aos investidores a avaliação final desse aporte.

Por fim, entendendo-se os potenciais impactos positivos que a iniciativa tem na comunidade, reforçado pelo sucesso da iniciativa da Favela Marte, fica a provocação do desenvolvimento e ampliação do estudo realizado, seja através da ampliação novas zonas necessitadas ou da implementação prática desses casos, o que por sua vez pode trazer uma redução na desigualdade e melhoria na qualidade de vida dessas populações.



6. Referências bibliográficas

BRUECKENER, J. K.; Mation, L.; Nadalin, V. G. **Slums in Brazil: Where are they located, who lives in them, and do they ‘squeeze’ the formal housing market?** **J. Hous. Econ** v. 44, pp. 48–60, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2019.02.003>.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Relatório Síntese 2024** - Ano base 2023. Disponível em <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN_S%C3%ADntese_2024_PT.pdf>.

FIELD, C. B., V.R. BARROS, D.J. DOKKEN, K.J. MACH, M.D. MASTRANDREA,; T.E. BILIR, M. C., K.L. EBI, Y.O. ESTRADA, R.C. GENOVA, B. GIRMA, E.S. KISSEL, A.N. LEVY, S. MACCRACKEN,; P.R. MASTRANDREA, A. L. L. W. IPCC : Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. PRESS, C. U. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.: pp. 1-32. p. 2014.

GONÇALVES, R.S.; Brum, M.; Amoroso, M. **Thinking Rio's favelas: History and urban issues** 1 Ed., Rio de Janeiro: Pallas Press. 2020.

JEAN, W.; JUNIOR, A. C. P. B.; SILVA, E. C. M. **Smart grid systems infrastructures and distributed solar power generation in urban slums—A case study and energy policy in Rio de Janeiro.** **AIMS Energy**, v. 11, n. 3, p. 486 - 502, 2023.

PETRINI, Maira; SCHERER, Patrícia; BACK, Léa. Modelo de negócios com impacto social. **Revista de Administração de Empresas**, v. 56, p. 209-225, 2016.

TUCCI, C. E. M. **Inundações Urbanas na América do Sul.** 1 ed. São Paulo: ABRH. 2003.