



Painéis fotovoltaicos em um conjunto de edificações popular em Campinas: Viabilidade econômica e social

Juliana Souza Ciesla¹, Míriam Tvrzská de Gouvêa², Marcos Valério de Castro Júnior³, Jorge Luiz Paixão Filho¹, Daniela Helena Pelegrine Guimarães⁴, Maria Thereza de Moraes Gomes Rosa¹

¹Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, Caixa Postal 13073-148 – Campinas – SP – Brasil.

²Escola de Engenharia – Universidade Presbiteriana Mackenzie, Rua da Consolação 896, 01302-907 – São Paulo – SP – Brasil

³Fotovoltaico Brasil - Rua José Elias Lopes 982, sala 104, 88.066-060 – Florianópolis - SC – Brasil.

⁴Escola de Engenharia de Lorena, Departamento de Engenharia Química – Universidade de São Paulo (USP), Caixa Postal 12602-810 – Lorena - SP – Brasil.

jj.ciesla@outlook.com.br, marcos@fotovoltaicobrasil.eco.br, miriam.gouvea@mackenzie.br, jorge.paixao@mackenzie.br, dhguima@usp.br, maria.rosa@mackenzie.br

Abstract. Brazil has a high energy capacity that contributes to the usage of photovoltaic systems. This study presents an economic analysis, using HomerPro software, for the installation of grid-connected photovoltaic panels in a popular set of buildings in the city of Campinas. A social analysis was conducted for checking the popularity and interest in adhering to this technology. Positive results were obtained in the applicability of the project connected to the power grid and in the acceptance of the project.

Resumo. O Brasil possui uma alta capacidade energética que favorece os sistemas fotovoltaicos. Este estudo apresenta uma análise econômica, utilizando o software HomerPro, para a instalação de painéis fotovoltaicos conectados à rede em um conjunto popular de edificações na cidade de Campinas. Uma análise social foi realizada para verificar a popularidade e o interesse em aderir a esta tecnologia. Os resultados obtidos foram positivos na aplicabilidade do projeto interligado à rede elétrica e na aceitação do projeto.

1. Introdução

A descoberta e a evolução de novas tecnologias possibilitam o desenvolvimento da sociedade, o qual é acompanhado do uso cada vez mais extensivo de recursos naturais, modificando-se, conseqüentemente, os espaços naturais [Leite e Souza 2015]. A intensiva extração e a má gestão de recursos naturais acarretam crises ambientais e econômicas [Ferreira *et al.* 2019].

Como parte da gestão dos recursos disponíveis na natureza é necessário conhecer todas as fontes de energia disponíveis em um país, e utilizá-las em benefício de um sistema sustentável. O Brasil possui uma matriz elétrica de origem



predominantemente renovável, com ênfase na geração hidráulica que responde por cerca de 65% da oferta doméstica [BEN 2021]. Apesar de todas as vantagens oferecidas pela energia hidrelétrica, seu uso leva a uma alta dependência de chuvas e do fluxo de água nas bacias hidrográficas [Rebouças 1997; Santos et al. 2020]. Além disso, atualmente têm-se ciência dos impactos ambientais causados sobretudo pela construção de grandes centrais hidrelétricas.

Com o avanço da tecnologia, diversas novas soluções de emprego de energia de fontes renováveis e limpas são estabelecidas, como é o caso da tecnologia dos painéis fotovoltaicos. Apesar, de no ano de 2020 apenas 1,7% da oferta de energia elétrica no Brasil ter sido promovido por esta tecnologia, a mesma tem grande potencialidade e capacidade de reduzir significativamente impactos ao meio ambiente [Campos *et al.*, 2020, BEN 2021].

Como muitos estudos afirmam, a escolha da fonte de energia fotovoltaica é uma solução para equilibrar as constantes variações na matriz energética hidrelétrica no Brasil [Jurasz 2020, Magalhães *et al.* 2020, Schmidt 2016]. A produção de energia hidrelétrica oscila com o volume dos reservatórios e isso já levou o governo brasileiro a estabelecer uma política de tarifa energética, com a implementação de bandeiras tarifárias durante a estação seca. Em contrapartida, a proximidade do Brasil com a linha do Equador é um fator favorável à geração de energia fotovoltaica, uma vez que a incidência solar tem uma distribuição consideravelmente uniforme ao longo do ano e uma alta incidência de irradiação solar [Magalhães *et al.* 2020]. Portanto, nota-se uma tendência cada vez mais expressiva para utilização da radiação solar como fonte renovável de energia. Observou-se um crescimento na matriz energética nacional entre os anos de 2015 e 2020 de 0,04% a 1,7% [BEN 2016, BEN 2021].

No ano de 2012, foi publicada pela ANEEL a Resolução nº482/2012, que estabelece a possibilidade do consumidor gerar energia através de cogeração de energia limpa, além de regulamentar a injeção da mesma na rede, compensando a energia consumida. Esse avanço na política brasileira trouxe diversas vantagens para a economia, cultura e meio ambiente, de forma sustentável e conscientizando a população da geração energética por meio das placas fotovoltaicas, devido ao seu baixo impacto ambiental, além de promover a diversificação da matriz energética, a atuação da rede e o fornecimento estável e contínuo de energia [ANEEL 2012]. Revisando a Resolução nº482/2012, a ANEEL publicou a Resolução nº687/2015, na qual foi criado o conceito de geração compartilhada, onde os usuários podem se unir, formando uma cooperativa ou consórcio para se conectar à rede, gerando energia distribuída e reduzindo a fatura dos cooperados. Além disso, foi criado o crédito de energia, o qual pode ser utilizado quando a energia gerada inserida na rede for maior do que a energia consumida, favorecendo a utilização da geração de energia em conjunto com a rede elétrica existente [ANEEL 2015].

Dentro deste contexto, este trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade da implementação de painéis fotovoltaicos para a geração de energia interligados à rede elétrica em um conjunto de edificações popular na cidade de Campinas.



2. Metodologia

2.1 Local de instalação

Ao realizar um estudo de viabilidade da instalação de painéis fotovoltaicos é importante caracterizar adequadamente o local de instalação, visto que diversos fatores relacionados ao local interferem diretamente no desempenho e rentabilidade do projeto. A radiação solar, temperatura ambiente e das placas, sombreamento, posicionamento e a limpeza do painel são alguns fatores que estão relacionados com a localização e podem prejudicar a análise [Marinoski *et al.* 2004; Santana e Andrade 2014; Cozaciuc *et al.* 2021]. Nesse estudo, consideraram-se como local de estudo residências populares na cidade de Campinas que apresenta bons índices solarimétricos [Tiba 2000]. Na literatura, os estudos sobre o emprego de placas fotovoltaicas mostram que este sistema está associado à sustentabilidade dos empreendimentos [Cozaciuc *et al.* 2021; Ramos *et al.* 2021].

2.2 Análise do sistema de geração distribuída

O *software* HomerPro foi utilizado para realizar a modelagem e avaliações técnicas e financeiras em um sistema de geração distribuída com instalação *on-grid*. Este programa considera a vida útil do sistema fotovoltaico e possibilita a comparação da carga de energia elétrica consumida por residências com a energia gerada pelo sistema de painéis fotovoltaicos, além de avaliar o perfil diário de consumo através do sistema e da rede, a energia injetada na rede, o melhor e o pior caso de geração ao longo do ano.

2.3 Estudo da viabilidade econômica e social

Para a implantação de qualquer projeto é necessário realizar uma análise econômica, principalmente quando se trata de uma tecnologia relativamente nova no mercado, sem muitos incentivos fiscais e destinada a uma população com pouco conhecimento técnico e poder aquisitivo, mas aberta a mudanças. Foi realizada uma análise da viabilidade econômica para determinar o tempo (em anos) de retorno financeiro do valor a ser investido com a instalação de um sistema fotovoltaico.

O retorno do investimento foi analisado para entender a partir de qual momento o investimento gerará lucro. Para o investidor é muito importante salientar esse valor, pois é o ponto decisivo na aceitação do projeto. Foi realizada uma simulação de investimento parcelando o valor do projeto, visto que o público-alvo são famílias de baixa renda. No ano de 2019, o consumo médio residencial no Brasil foi de 162 kWh/mês (EPE,2020), tendo sido observada uma taxa de crescimento nacional média de 3,1% ao ano, a qual tem se mantido constante. Na cidade de Campinas, a taxa de consumo mínimo residencial é de 50 kWh/mês para residências com alimentação bifásica, i.e., este é o consumo mínimo que precisa ser consumido da rede de distribuição de energia. Com base nestes valores, especificou-se um sistema de geração de energia capaz de prover mensalmente um consumo por unidade residencial de 120 kWh.

O custo do sistema calculado pelo simulador *HomerPro* foi comparado com aquele cotado por uma empresa brasileira fornecedora de sistemas de placas

fotovoltaicas. Fez-se, adicionalmente, neste trabalho, uma investigação da receptividade deste tipo de empreendimento. Para tanto, foi realizada uma pesquisa de opinião pública, utilizando-se o formulário do *Google Forms*, o qual foi enviado para diversas pessoas, por meio de redes sociais. O formulário iniciava-se com uma explicação sucinta do objetivo do questionário, sendo seguido por questões para o levantamento do perfil demográfico, mas sem qualquer identificação das pessoas. Em seguida, foi realizado um questionamento quanto ao conhecimento do entrevistado sobre energia solar e de sua utilização por meio de painéis fotovoltaicos. Perguntou-se, ainda, sobre o interesse na aplicabilidade do projeto, apresentando os resultados de custos e retorno de investimento, obtidos neste estudo. Através dessa pesquisa foi possível, determinar a aderência da população entrevistada à aceitação de sistemas fotovoltaicos. Ressalta-se que como o questionário aplicado é de opinião pública e realizado sem a identificação dos entrevistados, não foi submetido ao Comitê de Ética, como permitido pela Resolução 510/2016 [Brasil 2016].

3. Resultados e Discussão

3.1 Local de instalação

Até o ano de 2016, foram realizados na região metropolitana de Campinas oito programas habitacionais destinados às famílias de baixa renda que disponibilizaram 8.950 moradias [Prefeitura de Campinas, 2018]. Na Tabela 1 é possível verificar os empreendimentos existentes, as regiões onde se localizam, o total de unidades que possuem, o número de famílias de área de risco, famílias do sorteio e a data de entrega da obra.

Tabela 1. Programas habitacionais de Campinas no ano de 2016.

| Empreendimentos | Total de unidades | Famílias de área de risco | Famílias do sorteio | Data da Entrega |
|--|--------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------|
| Residencial Jardim Bassoli (Região Noroeste) | 2380 | 2380 | – | Abr/2011 a Nov/2013 |
| Residencial Santa Lúcia (Região Sul) | 402 | 402 | – | Abr/2012 a Mai/2012 |
| Residencial Porto Seguro (Região Sudoeste) | 140 | 140 | – | Abr/2012 a Mai/2012 |
| Residencial Sírius (Região Noroeste) | 2620 | 760 | 1860 | Jul/2012 a Ago/2014 |
| Residencial Vila Abaeté (Região Sul) | 1888 | 6 | 1882 | Jun/2014 a Abr/2015 |
| Residencial Takanos (Região Norte) | 600 | 327 | 273 | nov/14 |
| Residencial Vilas de Taubaté (Região Sul) | 660 | 660 | – | ago/16 |

| | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|--------|
| Residencial Sta. Luzia (Região Sul) | 260 | 130 | 130 | ago/16 |
| Total | 8950 | 4805 | 4145 | |

Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Campinas, 2019

Dentre os empreendimentos apresentados na Tabela 1, foi escolhido para este estudo o Residencial Santa Lúcia, uma vez que esta região está entre as de menor poder aquisitivo e possui a maior população residente. Este empreendimento está localizado na Rua Pedro Galhardi, no bairro Jardim Yeda em Campinas. Através do *Google Maps* foi possível identificar que o empreendimento possui 20 torres de 5 andares e cada andar com 4 apartamentos, totalizando 402 apartamentos. Nas Figuras 1 e 2, é possível visualizar as imagens obtidas por meio do *Google Maps* do Residencial Santa Lúcia. Percebe-se que inexistente sombreamento da área de telhado por edificações das vizinhanças. Adicionalmente, a cobertura é plana e desta forma, é facilitada a incidência de radiação solar.



Figura 1. Imagem via Google Maps do Residencial Santa Lúcia – fotografia de satélite.



Figura 2. Imagem via Google Maps do Residencial Santa Lúcia – fotografia de rua.

Utilizou-se o aplicativo *Google Earth* para a determinação da latitude e da longitude do empreendimento e para a determinação das dimensões da laje de cobertura. Salienta-se que a área ocupada pelo empreendimento é considerável. A localização inserida no programa *HomerPro* foi $22^{\circ} 56' 41''S$ e $47^{\circ} 6' 46''O$. Estimaram-se as dimensões e área disponível do telhado como apresentado na Figura 3.

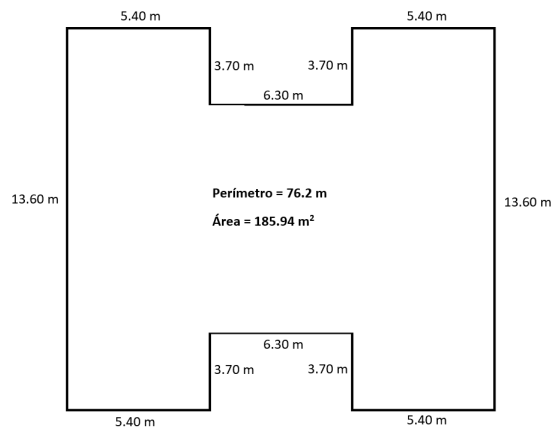


Figura 3. Área do telhado de um edifício do Residencial Santa Lúcia

Os dados da latitude e longitude também foram inseridos no programa *SunData* v 3.0 para a avaliação da irradiação solar diária média mensal nos pontos determinados, comparando com os ângulos utilizados por uma placa fotovoltaica inclinada de 23° . A Figura 4 apresenta a irradiação média solar diária mensal no plano inclinado.

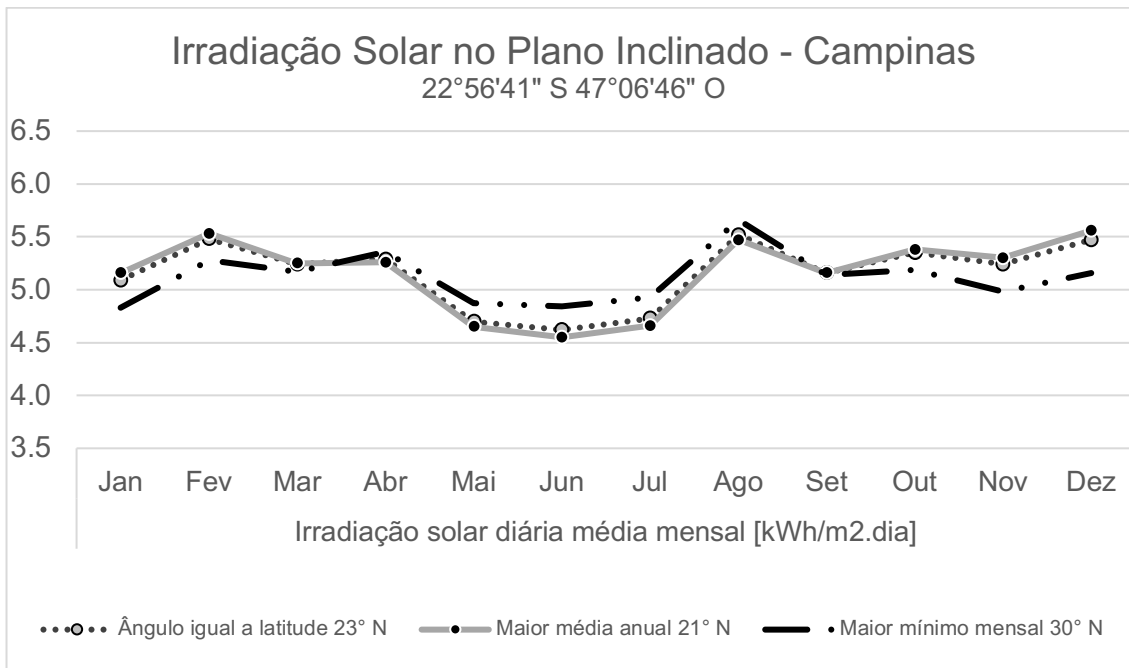


Figura 4. Irradiação Solar no Plano Inclinado.

Observa-se na Figura 4 que a menor irradiação solar diária média de 4,55 kWh.m².dia⁻¹ é no mês de junho, sendo a maior no mês de agosto, em que a mesma pode atingir 5,66 kWh.m².dia⁻¹. Entretanto, é possível observar que a irradiação solar durante o ano se mantém aproximadamente constante, sendo a variação da amplitude pequena, da ordem de 1,11 kWh.m².dia⁻¹, correspondendo a um desvio da ordem de 20% em relação ao valor médio. Assim, para as análises que seguem, considerou-se que a localidade possui uma irradiância solar constante ao longo de todo o ano, sendo este um aspecto positivo para a instalação dos painéis fotovoltaicos.

3.2 Software *HomerPro*

A localização do sistema foi inserida no ambiente de configuração do *software HomerPro* de forma que este identificasse os dados solarimétricos para a realização dos cálculos de geração de energia. Em seguida, foi realizado o projeto de como funcionariam os componentes elétricos do sistema, incluindo-se a energia fornecida pela rede elétrica.

A energia elétrica proveniente da rede (grid) e o consumo elétrico dimensionado estão em corrente alternada (AC) e os painéis fotovoltaicos (PV) quando adicionados estão em corrente contínua, dessa forma é necessário instalar um inversor. O modelo do inversor da marca *Sofar* considerado é o 15000TL-G2.

O módulo fotovoltaico escolhido foi o LR6-72PH de 360W da marca *Longi Solar*. Esta empresa é uma das mais bem avaliadas no mercado [Ramos *et al.* 2001]. Visto que o programa *HomerPro* se conecta com a *internet*, todas as informações da placa escolhidas são importadas para o projeto, incluindo-se as manutenções requeridas e a estimativa da vida útil da placa e o fator de deterioração. A Figura 5 apresenta o esquema projetado.

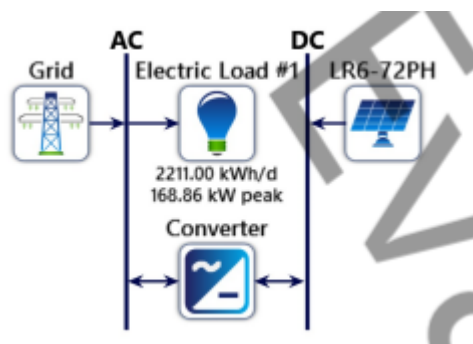


Figura 5. Esquema do sistema simulado no HomerPro.

3.3 Dimensionamento dos painéis e estudo da viabilidade econômica e social

O dimensionamento do sistema fotovoltaico foi feito pelo *software HomerPro*. A capacidade nominal mensal do sistema fotovoltaico foi especificada em 48240 kWh, sendo que o simulador determinou para o fator de capacidade do sistema o valor de 16,8%. Conseqüentemente, são necessárias 1108 placas fotovoltaicas para atender esta demanda. Para se obter o mesmo número de placas por prédio, considerou-se um total de 1120 painéis, sendo sobre cada telhado instalados 56 placas, conforme arranjo mostrado na Figura 6 e um inversor, o qual seria instalado sobre uma parede de alvenaria, analogamente ao mostrado na Figura 7. Conforme a folha de dados da placa, a dimensão de cada placa é de 1956 x 991 x 40 mm [LONGi Solar, 2021].



Figura 6. Posicionamento dos painéis fotovoltaicos em um dos prédios do Residencial Santa Lúcia. Fonte: PVSol.



Figura 7: Sugestão de instalação do inversor

3.4 Análise do tempo de retorno do investimento

Foi realizada uma cotação do sistema, sendo obtido o valor de R\$ 1.613.000,00 para o empreendimento total em um contrato do tipo *turn-key*, o que corresponde a R\$ 4.012,44 por apartamento. Para financiar o projeto, considerou-se um financiamento com prestações mensais constantes, calculadas pelo sistema da tabela price considerando uma taxa de juros mensal de 1,53% e prazo de financiamento de 66 meses. Este juro corresponde ao valor médio praticado no mercado em agosto de 2021. As parcelas fixas resultantes seriam de R\$96,89. Além deste valor, cada apartamento pagaria a tarifa mensal, a qual, incluindo-se a taxa de iluminação pública corresponde a R\$41,50 em agosto de 2021. Ressalta-se que é feita a cobrança, apenas para valores acima de R\$70,00, sendo acumulados os valores das faturas inferiores a esta quantia. Sem a utilização do sistema fotovoltaico, o gasto com a energia elétrica considerando a bandeira vermelha aplicável para um consumo mensal de 165 kWh seria de R\$149,11. Ou seja, percebe-se que não haveria um aumento nos gastos mensais e, ao longo do período de amortização dos investimentos, considerando que as parcelas do financiamento são fixas, haveria em verdade uma diminuição do gasto mensal. Salienta-se que o valor da parcela mensal poderia ser reduzido, aumentando-se o prazo de financiamento.

3.5 Análise da viabilidade social

Foi realizado um questionário através do *Google Forms*, com 14 perguntas diretas e ficou disponibilizado para respostas por duas semanas, tendo um total de 106 respostas. O formulário atingiu as regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, em 10 estados diferentes e 40 cidades. Os respondentes aceitaram um Termo de Consentimento Livre Esclarecido para que os dados deste questionário pudessem ser utilizados neste trabalho, sem a identificação do usuário, conforme comentado anteriormente.



Participaram da pesquisa pessoas de todas as faixas etárias, com maior incidência de pessoas com idade entre 20 e 24 anos (24 pessoas) e 50 a 59 anos (21 pessoas). Analisando a parte econômica, verificou-se que dos 106 questionados mais de 50% exerce atividade remunerada em tempo integral (Tabela 2). Entretanto, 48,1% dos entrevistados recebem mais de 2,5 salários-mínimos de renda e 34,9% podem se encaixar no perfil de família com baixa renda, de acordo com o Decreto Nº 6.135, de 26 de junho de 2007 [Brasil 2019]. O formulário atingiu todas as faixas salariais e foi possível analisar as respostas enviadas apenas pelos públicos de baixa renda.

Para os resultados da análise da viabilidade socioeconômica, as perguntas seguintes foram analisadas selecionando apenas o público de baixa renda, ou seja, 37 respostas. Em relação à quantidade de pessoas na família de baixa renda, 70% têm de 1 a 3 pessoas sendo que 70% das residências dos questionados são próprias e 22% é alugada.

A respeito do conhecimento sobre energia solar e seu interesse na implementação do projeto. Todos os questionados sabiam da capacidade de gerar energia elétrica através do sol. Também 78,4% afirmaram saber o que são painéis fotovoltaicos, 56,8% responderam que sabem que é possível gerar energia elétrica em sua residência e descontar da conta de energia e 78,38% acham o valor pago mensalmente de energia elétrica alto. Isso demonstra que atualmente no Brasil, esta tecnologia já é conhecida e tende a ficar cada vez mais popular. Observou-se que 27,03%, ou seja, a maior parte dos participantes, pagam entre R\$100,00 a R\$150,00 de energia elétrica atualmente em suas residências. Assim, uma família que recebe 1,5 salário-mínimo e pague R\$150,00 de energia, tem sua renda comprometida em 10%.

Tabela 2. Preço da Conta de Energia elétrica e Faixa salarial

| Valor da Conta de Energia/ Renda familiar mensal | Total das respostas | % |
|--|---------------------|--------|
| De R\$ 50,00 a R\$ 80,00 | | 13,51% |
| De 1 salário-mínimo até 1,5 salário-mínimo | 2 | |
| De 1,5 salário-mínimo até 2,5 salário-mínimo | 2 | |
| De 2,5 salário-mínimo até 3,5 salário-mínimo | 1 | |
| De R\$ 80,00 a R\$ 100,00 | | 24,32% |
| De 0,5 salário-mínimo até 1 salário-mínimo | 2 | |
| De 1 salário-mínimo até 1,5 salário-mínimo | 1 | |
| De 2,5 salário-mínimo até 3,5 salário-mínimo | 4 | |
| Menos do que 0,5 salário-mínimo | 2 | |
| De R\$ 100,00 a R\$ 150,00 | | 27,03% |
| De 1 salário-mínimo até 1,5 salário-mínimo | 3 | |
| De 1,5 salário-mínimo até 2,5 salário-mínimo | 2 | |
| De 2,5 salário-mínimo até 3,5 salário-mínimo | 5 | |
| De R\$ 150,00 a R\$ 200,00 | | 24,32% |

| | | |
|--|-----------|----------------|
| De 0,5 salário-mínimo até 1 salário-mínimo | 1 | |
| De 1 salário-mínimo até 1,5 salário-mínimo | 1 | |
| De 1,5 salário-mínimo até 2,5 salário-mínimo | 1 | |
| De 2,5 salário-mínimo até 3,5 salário-mínimo | 5 | |
| Menos do que 0,5 salário-mínimo | 1 | |
| Mais de R\$ 200,00 | | 10,81% |
| De 1 salário-mínimo até 1,5 salário-mínimo | 1 | |
| De 2,5 salário-mínimo até 3,5 salário-mínimo | 3 | |
| Total | 37 | 100,00% |

Um caso importante para destacar é que das 37 pessoas que responderam, apenas uma que tem mais de 6 pessoas na família possui renda familiar de 0,5 salário-mínimo até 1 salário-mínimo e sua conta média mensal de energia pode variar de R\$150,00 a R\$200,00, conforme respondido no questionário. Ou seja, supondo que esta ganhe 1 salário-mínimo (R\$ 1100,00 em 2021) e pague de energia R\$200,00, 18% da sua renda mensal é em energia elétrica. Logo, se sua conta de luz fosse reduzida em 70% do valor atual, ou seja, fosse R\$60,00, a conta de energia consumiria apenas 6% da renda total, podendo, no futuro, aumentar o poder de compra dessa família ou realmente melhorar a qualidade de vida deles.

Como resultado da aderência da população de baixa renda a essa tecnologia, pode-se afirmar que é um resultado muito positivo visto que em ambas as perguntas as respostas obtiveram uma aceitação de mais de 80%, conforme Figura 8.

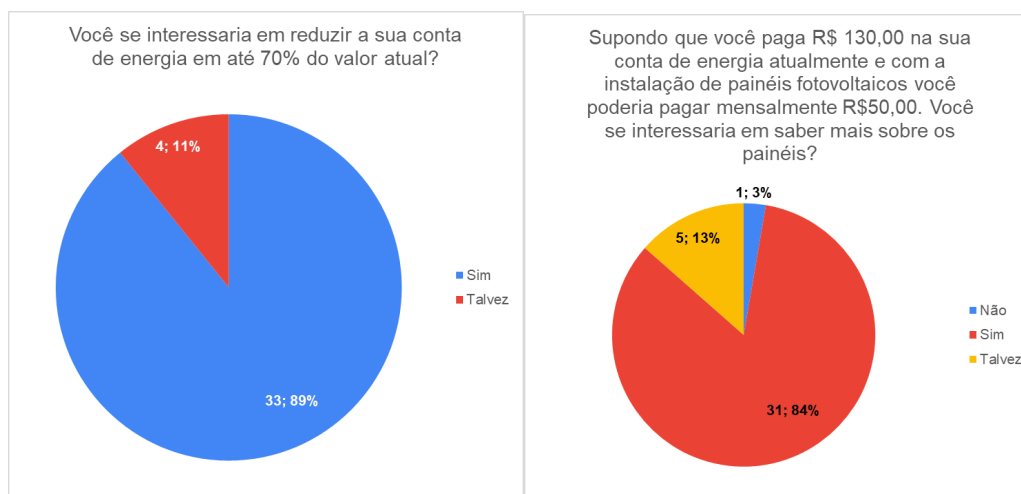


Figura 8: Questionário Sobre a Aderência aos Painéis Fotovoltaicos.



Além disso, vale destacar os comentários das pessoas após o preenchimento do formulário, muitos demonstraram interesse em aplicar o projeto em suas residências ao final da pesquisa.

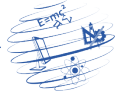
4. Conclusão

Visto que o Brasil possui uma grande incidência de luz solar na maior parte do ano, se mantendo praticamente constante, se torna viável a utilização da energia solar através de painéis fotovoltaicos interligados à rede elétrica, reduzindo a conta de energia elétrica e utilizando uma fonte de energia renovável.

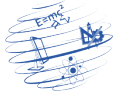
Pela simulação realizada pelo *Software HomerPro*, foi identificado que é possível reduzir os custos com energia elétrica impactando os hábitos de consumo e padrão de vida de uma família de baixa renda. A análise socioeconômica realizada constatou que mais de 80% têm interesse em aderir a essa tecnologia, visto que só tem aspectos positivos ao usuário.

Referências

- ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa nº 482. 17 abr. 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa nº 687. 24 nov. 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- BRASIL. Decreto 6.135 de 26 de junho de 2007. Dispõe sobre o Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6135.htm>. Acesso em: 10/05/2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução no 510, de 7 de abril de 2016. Trata sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa em ciências humanas e sociais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 maio 2016.
- CAMPOS, Rafael Antunes; DO NASCIMENTO, Lucas Rafael; RÜTHER, Ricardo. The complementary nature between wind and photovoltaic generation in Brazil and the role of energy storage in utility-scale hybrid power plants. **Energy Conversion and Management**, v. 221, p. 113160, 2020.
- COZACIUC, G. T. et al. Avaliação da produção de energia de um sistema fotovoltaico instalado na Universidade Presbiteriana Mackenzie–Campus Higienópolis. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 7, p. 68839-68849, 2021.
- ELETROBRAS: PROCEL. Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, ano base 2005: classe Residencial Relatório Brasil - Sumário Executivo. Rio de Janeiro, 187 p., 2009.



- EPE. Balanço energético nacional – Relatório síntese. (2016). Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorio Sintese.aspx?anoColeta=2016&anoFimColeta=2015>>. Acesso em: 01/03/2017.
- EPE. Balanço energético nacional – Relatório síntese. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energeticonacional-2021>> Acesso em: 18/06/2021.
- EPE. “Resenha Mensal do Mercado de Energia”. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-153/topico-510/Resenha%20Mensal%20-%20Janeiro%202020_v4.pdf>. Acesso em: 30/08/2021.
- FERREIRA, Paulo et al. Detrended correlation coefficients between oil and stock markets: The effect of the 2008 crisis. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 517, p. 86-96, 2019.
- JURASZ, Jakub et al. A review on the complementarity of renewable energy sources: Concept, metrics, application and future research directions. **Solar Energy**, v. 195, p. 703-724, 2020.
- LEITE, Djane Barbosa; DE SOUZA, Ênio Pereira. Tendências do cenário energético brasileiro: a energia de fonte eólica e o “olhar” dos atingidos. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 3, p. 243-250, 2015.
- LONGi Solar. Disponível em: <https://d3g1qce46u5dao.cloudfront.net/data_sheet/longi_lr6_72ph_360w_380w_data_sheet.pdf> Acesso em: 15/03/2021.
- MAGALHÃES, Iara Barbosa et al. Site suitability for photovoltaic energy expansion: a brazilian's high demand states study case. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 19, p. 100341, 2020.
- MANSILHA, Marcio Burger et al. Análise da Viabilidade Econômica da Geração Distribuída com Sistemas Fotovoltaicos em Santa Maria, Brasil, Utilizando o Software Homer Pro. **Revista ESPACIOS**. Vol. 36 (Nº 22) Año 2015, 2015.
- MARINOSKI, Deivis Luis; SALAMONI, Isabel Tourinho; RÜTHER, Ricardo. Pré-dimensionamento de sistema solar fotovoltaico: estudo de caso do edifício sede do CREA-SC. **I Conferência Latino-Americana De Construção Sustentável X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. São Paulo. ANTAC, 2004.
- Prefeitura de Campinas. Programas Habitacionais. Disponível em: <<https://www.campinas.sp.gov.br/governo/habitacao/programas-habitacionais.php>>. Acesso em: 12/11/2019.
- RAMOS, Lara Caroline et al. Análise da viabilidade e dimensionamento de placas fotovoltaicas para uma microempresa do setor de alimentos. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 29593-29614, 2021.
- REBOUÇAS, Aldo da C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos avançados**, v. 11, p. 127-154, 1997.



- SANTANA, Fernanda Pereira da Silva, ANDRADE, Valcimar Silva. Dimensionamento e análise de viabilidade de um sistema fotovoltaico para o prédio de ensino de uma instituição pública em Governador Valadares. In: **V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Belo Horizonte, Minas Gerais: [s.n.]. 2014.
- SANTOS, Walter Fiúsa et al. Ensino de Física e Sustentabilidade: Energia Solar-Produção, Consumo e Potência, como fonte alternativa na produção de energia renovável. **RCT-Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 6, 2020.
- SCHMIDT, Johannes; CANCELLA, Rafael; PEREIRA JR, Amaro O. An optimal mix of solar PV, wind and hydro power for a low-carbon electricity supply in Brazil. **Renewable Energy**, v. 85, p. 137-147, 2016.
- TIBA, Chigueru et al. Atlas Solarimétrico do Brasil: Banco de Dados Solarimétricos. 2000. 111p.