



ANÁLISE DE VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM PROPRIEDADE RURAL

Antônio de Melo M. Medeiros*¹, Mateus Landim Medeiros¹, Bruno Quirino de Oliveira ¹, Marcos Antônio de Sousa. ¹

¹Escola Politécnica – Pontifícia Católica de Goiás

Resumo - Por ser uma das alternativas mais viáveis na atualidade a energia solar vem ganhando cada vez mais espaço como fonte de energia renovável, além de que na agricultura a energia representa uma quantidade significativa de gastos na cadeia produtiva. O estudo caracteriza como pesquisa de campo, onde foi feito a análise de viabilidade da implementação de um sistema fotovoltaico na agricultura. O estudo visa analisar financeiramente a instalação de um sistema fotovoltaico para consumo próprio em área rural localizado em Joviânia – Goiás. Apresentando o cenário nacional e como pode ser uma alternativa ao produtor rural.

Palavras-Chave – agricultura familiar, energia Solar, geração de energia, geração distribuída, sistema fotovoltaico, sustentabilidade.

IMPACT OF PHOTOVOLTAIC PANELS CLEANING FOR BETTER PRODUCTIVITY

Abstract - As one of the most viable alternatives today, solar energy has been gaining more and more space as a source of renewable energy, and in agriculture, energy represents a significant amount of expenses in the production chain. The study characterizes as field research, where the feasibility analysis of the implementation of a photovoltaic system in agriculture was carried out. The study aims to financially analyze the installation of a photovoltaic system for own consumption in a rural area located in Joviânia - Goiás. Introducing the national scenario and how it can be an alternative to the rural producer.

Keywords - family farming, Solar energy, energy generation, distributed generation, photovoltaic system, sustainability,

I. INTRODUÇÃO

Hoje a energia solar é umas das alternativas energéticas mais promissoras para o mundo, por fornecer energia necessária através do sol. A energia solar fotovoltaica é obtida através do efeito chamado fotovoltaico que é a conversão da luz solar em um diferencial potencial nas extremidades do

material condutor [1]. O Brasil é conhecido por sua multiplicidade de recursos naturais: recursos hídricos, petróleo, florestas, gás, alto nível de radiação solar e vento. Contempla uma das maiores reservas de silício do mundo, componente esse que é a principal matéria prima de painéis solares. No entanto, o país ainda é desprovido de indústrias nacionais para desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica [2].

Cada vez mais, a questão energética tem estado presente nas discussões sobre o desenvolvimento sustentável, não só pelo aspecto de custo, mas também pelo impacto ambiental que a geração de energia tem. A forma como utilizamos a energia é uma questão chave neste processo e por isso o uso racional da energia nas organizações humanas é essencial para alcançar os objetivos de um novo modelo de desenvolvimento, tanto pela diminuição da intensidade energética global como pela melhoria dos resultados dos fatores econômicos.

No Censo Agropecuário 2017, estima-se que 3.897.408 estabelecimentos agropecuários foram classificados como agricultura familiar, o que representa 76,8% dos estabelecimentos agropecuários levantados por este censo, ocupando uma área de 80,89 milhões de hectares, ou seja, 23% da área total dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. Em relação ao uso da terra, destes 80,89 milhões de hectares da agricultura familiar, 48% eram destinados a pastagens, enquanto que a área com matas, florestas ou sistemas agroflorestais ocupavam 31% das áreas, e por fim, as lavouras, que ocupavam 15,5% [3].

O objetivo do estudo que é caracterizado como pesquisa de campo, foi realizar a análise de viabilidade da implementação de um sistema fotovoltaico na agricultura.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. Sustentabilidade

A secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo (SAF) estima que 75% da produção de alimentos produzidos no Brasil provê da agricultura familiar. Neste contexto, é importante destacar que a produção de alimentos, é uma atividade que demanda uma quantidade expressivas de recursos, como água, energia, insumos, maquinários e humanos [4]. A energia sempre desempenhou um papel determinante nos sistemas de produção agrícola, tal é assim

*amarcosmedeiros@gmail.com

que qualquer variação no preço ou disponibilidade desse fator é transmitido rapidamente ao longo da cadeia produtiva [5][6]. Logo a energia representa uma quantidade significativa dentro dos cálculos de produção do setor. Sendo que a energia somada com aspectos econômicos, políticos e sociais representam um dos desafios mais significativos para a classe agrícola. Para minimizar o desafio energético na produção agrícola é a geração descentralizada, considerando as energias renováveis uma das ferramentas indispensáveis no processo de desenvolvimento sustentável. Dentre as diferentes formas de geração de energia a partir de fontes renováveis a tecnologia solar fotovoltaica vem se destacando mundialmente dada a sua variedade de aplicação e o desprezível impacto ambiental no momento da geração de eletricidade. Sendo alguns dos benefícios na implantação como: redução dos custos de operação e das perdas no bombeamento para irrigação, maximização da produção, possibilidade de diversificação das culturas, mitigação de riscos de perda de safra, criação de emprego e minimização dos impactos ambientais [7].

B. Agricultura Familiar

Um dos maiores desafios do Brasil em termos de sustentabilidade socioambiental é uma mudança no atual paradigma de produção e consumo intensivo de recursos naturais. Essa dinâmica afeta os ecossistemas naturais e agrossistemas. Para alcance da sustentabilidade na agricultura, é essencial que se fortaleça a agricultura familiar. A prática adequada e competente da agricultura familiar é essencial ao desenvolvimento socioeconômico de um país e significa um aspecto-chave no processo de desenvolvimento sustentável. Para o alcance da sustentabilidade no meio rural, os agricultores devem ter conhecimento dessa responsabilidade. Isso porque as práticas desenvolvidas no campo impactam diretamente o meio ambiente [8].

C. Energia Solar e Geração Distribuída

Em 2012, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) instituiu a Resolução Normativa nº 482 com o objetivo de “estabelecer as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia” [9]. A lei Nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022 que vem em substituição a Resolução Normativa No 482, de 17 de abril de 2012, tem como umas das principais mudanças inferidas pelas novas regras de energia solar diz respeito à compensação de créditos. A partir de agora, quem produz a própria energia pagará uma taxa sobre a energia compartilhada com a rede de distribuição de energia e haverá uma regra de transição de 6 anos. Eles começam a pagar, gradativamente, a partir de 15% dos custos associados à energia elétrica em 2023. Para o sistema antigo, quem já tem um sistema fotovoltaico não precisa se preocupar no curto e médio prazo, já que a lei determina que estes casos seguirão com as regras antigas de compensação de créditos até o ano de 2045.

D. Microgeração e Minigeração Distribuída

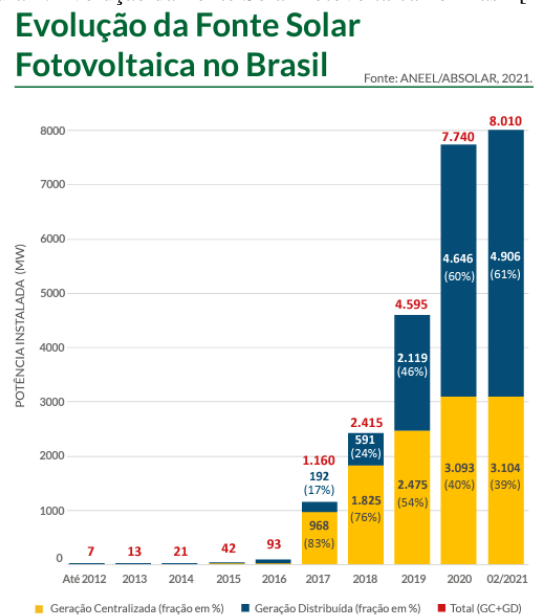
A micro e minigeração distribuída abrange a produção de energia elétrica de pequenas centrais geradoras que operam com fontes renováveis de energia elétrica ou cogeração qualificada, conectadas à rede de distribuição. A microgeração faz referência a uma central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 quilowatts (kW), a minigeração são as centrais geradoras com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 megawatts (MW), para as fontes hídricas, ou 5 MW para as demais fontes. Para os cálculos existem algumas ferramentas computacionais no mercado que podem facilitar o dimensionamento do projeto fotovoltaico, por exemplo *software* de simulação como HelioScope, PVSyst, PV*SOL [10].

O *software* HelioScope foi uma das ferramentas computacionais utilizada no desenvolvimento deste trabalho, sendo ele, uma ferramenta web, desenvolvida pela Folsom Labs. Por ser online elimina qualquer incompatibilidade com sistemas operacionais, dessa forma necessitando apenas de um dispositivo conectado à internet. O HelioScope ainda permite uma simulação paralela com diferentes arranjos fotovoltaicos para uma mesma instalação, possuindo uma vasta variedade de equipamentos para a simulação. Como resultado o *software* gera relatórios de geração em cima da potência instalada, o que facilita desta forma as análises quanto a viabilidade do projeto.

E. Análise de estudo da viabilidade técnica e econômica da implementação de sistemas fotovoltaicos

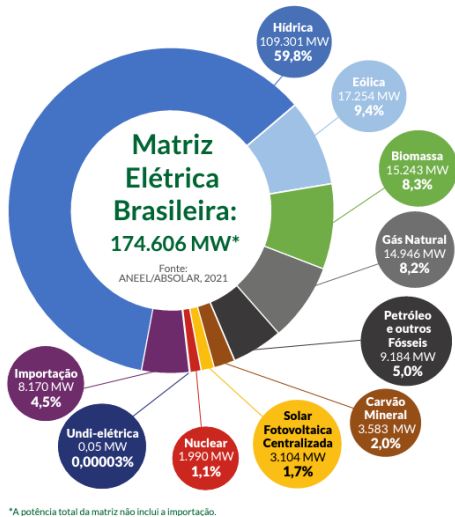
No ano de 2020, houve um crescimento no mercado de energia solar com mais de 200% de novas instalações, superando a potência instalada de 7 Gigawatts. Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), estima-se que até 2024 teremos mais de 800 mil sistemas de energias instalados, em 2020, o Brasil tinha aproximadamente 170 mil sistemas instalados. A figura 1 representa a evolução desde de 2012 a janeiro de 2021 da potência instalada proveniente de sistema fotovoltaicos [11].

Figura 1: Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil [11]



A figura 2 representa a diversidade do sistema de produção de energia no Brasil no ano de 2021, sendo que, a parcela de energia solar é proveniente de grandes instalações com grande capacidade de geração [11].

Figura 2: Matriz Energética do Brasil [11]



De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), temos três partes de benefícios, as quais:

- Parte Socioeconômica, redução de gastos com energia elétrica, atração de novos investimentos privados, geração de empregos locais, desenvolvimento de uma nova cadeia produtiva no país, aquecimento das economias locais, regionais e nacional.
- Parte Ambiental, geração de energia limpa, renovável e sustentável, colaboração para propósito de redução de emissões de gases do país (NDC), não emite gases, líquidos ou sólidos durante a operação, não gera ruídos.
- Parte Estratégica, diversificação da matriz elétrica brasileira, expansão do uso de energias renováveis no país, redução de perdas por transmissão e distribuição.

F. Políticas Públicas para incentivo em energias renováveis

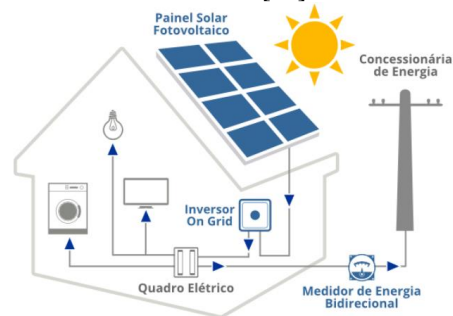
Apesar de poucos incentivos, a ABSOLAR e seus associados vem trabalhando para novas medidas de incentivo por parte do governo federal. O programa de desenvolvimento da geração distribuída de energia elétrica (ProGD) que foi elaborado pelo Ministério de Minas e Energia, visa a liberação de linhas de créditos e formas de financiamento para instalações dos sistemas fotovoltaicos. Existe também o convenio nº 101/97 do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ) do Ministério da Economia, que isenta o imposto sobre circulação de mercadorias e serviços (ICMS) de equipamentos e mercadorias para a geração de energia elétrica como a energia solar e energia eólica. Outra forma de incentivo é a facilidade para financiamentos exclusivos para implantação ou expansão dos sistemas fotovoltaicos pelos

bancos, com taxas prefixadas, financiando até 100% do projeto fotovoltaico.

III. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Um sistema fotovoltaico “on-grid” é constituído pelos seguintes elementos: unidade geradora (módulos fotovoltaicos), um inversor CC-CA, sistemas de proteção tanto para a corrente contínua quanto para a corrente alternada, um medidor bidirecional. A figura 3 representa um exemplo ilustrativo de como é feito a ligação de um sistema fotovoltaico on-grid [12].

Figura 3: Esquema explicativo de um sistema fotovoltaico[12]



Para fazer o dimensionamento de um sistema fotovoltaico, é preciso conhecer o custo dos equipamentos, de instalação e manutenção. Por isso, tem a necessidade de se analisar previamente a carga desejada do futuro sistema fotovoltaico instalado. O mercado tem dois tipos de sistemas, o “on-grid” (O modelo de sistema que é conectado diretamente a rede elétrica) e o “off-grid” (Que utiliza baterias para armazenar a energia sobressalente). Um dos componentes mais importantes de um sistema fotovoltaico é o inversor de frequência. Sua função é transformar a corrente contínua que é gerada pelas placas solares em corrente alternada, que pode ser usada pelos aparelhos elétricos convencionais. A tabela I representa o preço de alguns inversores no mês de abril de 2021, separados por tipo de tecnologia, sendo ongrid, offgrid e micro inversor [13][14].

Tabela 1: Preço dos inversores em abril de 2021 Fonte: Autor

Marca	Potência	Tipo	Preço
ronius	5 kW	Inversor On Grid	R\$ 10.207,87
Growatt	5 kW	Inversor On Grid	R\$ 5.170,90
Growatt	5 kW	Inversor Off Grid	R\$ 6.898,57
APSystem	1.5kW	Micro Inversor	R\$ 3.157,00

Já os geradores são um pouco mais em conta do que os inversores, O custo unitário do sistema por unidade de potência, ou seja, por watt-pico (Wp) [15][16], fica mais barato à medida que a capacidade de geração aumenta. A tabela II representa o preço de alguns módulos fotovoltaicos em abril de 2021.

Tabela 2 : Preço dos módulos em abril de 2021 Fonte: Autor

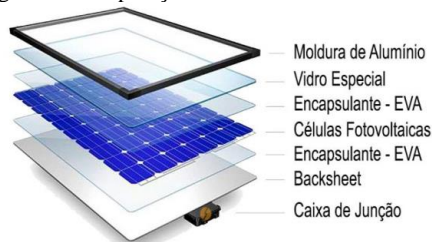
Marca	Potência (W)	Tipo	Preço (R\$)
Canadian	320	Policristalina	612,90
Osda	330	Monocristalina	657,90

Tsun	400	Monocristalina	829,90
Jinko	400	Policristalina	914,90

A. Gerador Fotovoltaico

A unidade geradora que no caso são as placas solares, tem como matéria principal no efeito fotovoltaico o silício, as placas têm como função coletar fótons da luz solar, que quando atinge os átomos de silício geram um deslocamento de elétrons, formando uma corrente elétrica, ilustrada conforme a figura 4[1].

Figura 4: Composição de um módulo fotovoltaico



B. Tipos de Inversores

Atualmente existem três tipos de inversores para sistemas fotovoltaicos. On Grid: São inversores que são conectados à rede da distribuidora, não necessitando de baterias para o armazenamento de energia, aumentando o custo-benefício do sistema. Off Grid: esse tipo de inversor não é conectado à rede, utilizado mais quando não há rede da concessionária próxima, ou, quando o(a) proprietário(a) quer ser totalmente independente e sustentável em relação ao uso de energia solar, com a necessidade de baterias, o sistema ficará mais caro. Micro Inversor: Um micro inversor tem capacidade para dois ou 4 módulos fotovoltaicos dependendo do modelo. São mais utilizadas quando há poucas placas no sistema ou o local de instalação há adversidades que pode atrapalhar a geração, como diferentes “águas” de telhado, sombreamento parcial [1].

C. Sistema de Proteção

Um sistema fotovoltaico necessita de um sistema de proteção, os componentes presentes são os disjuntores ou chaves seccionadoras, Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS) e um sistema de aterramento. Os disjuntores e chaves seccionadoras tem como função “cortar” a passagem elétrica quando a corrente nominal é superior à do próprio equipamento ou por desligamento manual. O princípio do funcionamento do DPS é a mudança da impedância interna nos terminais, quando aumenta a tensão causando uma sobretensão a impedância diminui e o dispositivo provoca o desvio da corrente elétrica para o sistema de aterramento. O Sistema de aterramento atua quando há uma sobretensão no sistema ou na rede, e quando ocorre uma descarga atmosférica [1].

IV. METODOLOGIA

Para o estudo de caso, foi analisado um sistema fotovoltaico já implantado em maio de 2020 em uma região

rural do município de Joviânia em Goiás. O sistema fotovoltaico é destinado com intuito de geração para consumo próprio. A fazenda tem como principal atividade a plantação, fazendo o rodízio de terras plantando soja, trigo e milho. Há uma parte reservada para gado, contendo pasto na propriedade.

A. Dimensionamento do Sistema a Ser Implementado

Para fazer o dimensionamento do sistema fotovoltaico é preciso a informação de quanto de geração elétrica será requerido. No caso da minigeração em Joviânia, a geração solicitada foi de 8.500 kWh por mês. Para fazer o dimensionamento, foi usado a equação 1:

$$\text{Quant. de Módulos} = \frac{\text{Geração solar} \cdot 12 \text{ meses}}{\text{Produção}_{\text{Esp.}} \cdot \text{PotMód} \cdot 0,001} \quad (1)$$

Onde:

Geração Solicitada = 8.500 kWh;

Produção Especifica = 1660 kWh/kWp/ano;

Potência dos Módulos = 320 W.

A quantidade de módulos necessárias para o sistema foi de 203 módulos.

Para dimensionamento da unidade inversora foi utilizado a equação 2, que a partir da potência total gerada determina a potência mínima do inversor obtendo uma potência de gerador de 65kW:

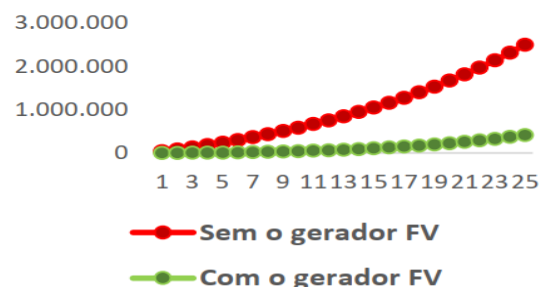
$$\text{Pot.}_{\text{Gerador}} = \text{Quantid.}_{\text{Módulos}} \cdot \text{Pot.}_{\text{Módulos}} \cdot 0,001 \quad (2)$$

B. Detalhamento do Sistema implementado

No sistema, foram instalados 204 (duzentos e quatro) módulos fotovoltaicos da marca Canadian de 320W de potência com instalação em solo como unidade geradora. Foram utilizados seis inversores, sendo três inversores Omnik de 15kW de potência e três inversores Omnik de 3kW de potência. No local de instalação não há impedimentos para a diminuição de produção de energia, como sombreamentos, diferenças entre as potências das strings. Para meio de comparação, a figura 5 representa o gasto em reais acumulado com eletricidade em 25 anos com o sistema e sem o sistema fotovoltaico.

Figura 5: Gastos com eletricidade do sistema fotovoltaico em 25 anos.

Gasto acumulado com eletricidade em 25 anos



Foi necessário um investimento de R\$ 280.000,00 (Duzentos e Oitenta Mil Reais) em maio de 2020 com payback previsto de 3 anos e 9 meses. A tabela III mostra o resultado da análise de viabilidade do sistema que foi instalado, nele mostra a quantidade de energia a ser gerada no primeiro ano após a instalação, a produção estimada em 25 anos e a economia que o proprietário poderá ter em 25 anos.

Tabela 3: Resultado da análise de viabilidade

Itens	valores
Energia no 1º ano	78.000 kWh
Geração mensal	6500 kWh
Economia no 1º ano	38.527 R\$
Redução no gasto com energia	98%
Produção ao longo de 25 anos	1.773.793 kWh
Custo total em 25 anos	489.918 R\$
Economia bruta em 25 anos	2.883.883 R\$
Economia líquida em 25 anos	2.393.965 R\$

A figura 6 mostra o layout do posicionamento dos módulos fotovoltaicos por meio de uma simulação computacional, ocupando uma área de 950 m² disponível na propriedade.

Figura 6: Demonstrativo dos módulos pelo *software* HelioScope



V. RESULTADOS

Foi acompanhado uma instalação do sistema fotovoltaico em perímetro rural na cidade de Joviânia – Goiás, podendo assim, relatar em forma de estudo de caso a viabilidade da implantação de um sistema fotovoltaico para consumo próprio. Nas figuras 7, 8 e 9 são mostradas fotografias feitas no momento da instalação do sistema, instalação das estruturas em solo, instalação dos inversores e instalação dos módulos fotovoltaicos respectivamente.

Figura 7: Assentamento da base das estruturas dos módulos fotovoltaicos



Figura 8: Instalação dos Inversores

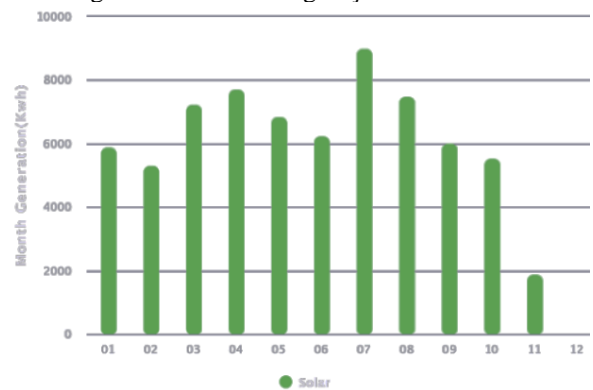


Figura 9: Módulos fotovoltaicos instalados



A figura 10 representa a produção de energia no ano de 2021 pelo o *software* do inversor.

Fig. 10: Resultado de geração no ano de 2021



A geração média no ano de 2021 é de 6.200 kWh/mês, sendo que a propriedade tem um consumo médio de 5.000 kWh por mês. Deixando de gastar com energia desde a instalação do sistema, o excedente de energia gerado é distribuído para a concessionária em forma de créditos. Com um investimento para a instalação de R\$ 280.000,00 (Duzentos e Oitenta Mil Reais) em maio de 2020, o sistema já produziu 112 mil kWh até outubro de 2021. Com uma média de consumo mensal da propriedade de 5.000 kWh/mês, houve um excedente de créditos com a distribuidora de 27 mil kWh até o mês de outubro de 2021. Houve uma diminuição no gasto com energia após 1 ano e 6 meses da instalação do sistema de aproximadamente 98%. E mesmo estando em pleno funcionamento desde sua instalação, o sistema não gerou o esperado para o período, deixando de ser coerente com o payback simples calculado antes da instalação. Esse excedente

na geração pode ser utilizado em algum mês com um maior consumo ou sendo utilizado os créditos para recarregar um veículo ou equipamento 100% elétrico.

Sendo que, na propriedade rural da instalação há excedente na geração de energia, podendo ser usado como alimentação desses veículos em questão. Se tratando sustentabilidade e economia, temos hoje no mercado brasileiro alguns modelos de caminhões e camionetes 100% elétricos, o investimento necessário para adquirir um caminhão 100% elétrico está em média R\$ 419.000,00 (Quatrocentos e Dezenove Mil Reais). Sendo esse um veículo de carga com capacidade líquida de até 8 toneladas, com uma bateria com capacidade de 7 armazenamento de 97 kWh gerando uma autonomia de até 250 km. Em uma propriedade rural os veículos pesados são de grande importância por conta do trabalho realizado por eles. Alguns veículos necessários são os caminhões, tratores e camionetes.

VI. CONCLUSÃO

Tendo como base que a energia elétrica representa um consumo expressivo dentro dos gastos da propriedade rural ficando em média em 5000 kWh, a instalação dos sistemas fotovoltaicos foi uma alternativa dentro da propriedade rural fornecendo uma geração de 6200 kWh com excedente de 1200 kWh, o que verifico uma fonte de energia confiável em boa parte do ano e com uma vida útil de equipamentos longa. O sistema fotovoltaico instalado está gerando normalmente desde sua instalação e tem uma projeção atual de retorno econômico do projeto de aproximadamente 4 anos e 6 meses, sendo assim, a instalação foi benéfica para o proprietário no curto prazo, que deixou de ter gastos com energia nos primeiros meses podendo realocar o dinheiro que seria gasto, podendo ser investido em novos produtos e maquinários para a propriedade. Com a crescente demanda do mercado de energia elétrica, principalmente em energia sustentável, está cada vez mais nítido que o investimento em energia solar e em equipamentos 100% elétricos é viável, trazendo estabilidade e uma melhor condição de trabalho para o proprietário e produtor rural.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Galdino, J. Pinho, Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. CEPTEL CRESESB, Rio de Janeiro, 2014.
- [2] I. S. Cabral, A. C. Torres, P. R. Senna, Energia Solar – Análise Comparativa Entre Brasil E Alemanha. In ConGeA (Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental) pp. 1–10, 2013.
- [3] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. Notícias. Acedido em 20 de setembro de 2022, em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/2013-agencia-denoticias/releases/25789-censo-agro-2017-populacao-ocupada-nosestabelecimentos-agropecuarios-cai-8-8.html>.
- [4] L. G. S. Barbosa, Análise de viabilidade de implantação de um sistema de geração de energia fotovoltaica numa propriedade familiar rural: Um estudo com base no PRONAF Mais Alimentos. Novembro, 2016. Acedido em 20 de setembro de 2022, em: <http://www.singep.org.br/5singep/resultado/652.pdf>
- [5] L. A. Viana. “Revista Engenharia na Agricultura”, Melhoria da qualidade de vida em regiões rurais sem acesso à energia elétrica por meio da geração solar fotovoltaica, V.27, n.º.3, p. 204-211, 2019.
- [6] M. S. Campos (2020, junho) Análise de viabilidade técnica e econômica do sistema de bombeamento fotovoltaico para irrigação na agricultura familiar. Acedido em 20 de setembro de 2022, em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/995>
- [7] C. Lacchini, R. Ruther, *The influence of government strategies on the financial return of capital invested in PV systems located in different climatic zones in Brazil. Renewable Energy*, v. 83, 2015. ISSN 09601481.
- [8] J. G. Santos, G. A. Cândido, Sustentabilidade e agricultura familiar: um estudo de caso em uma associação de agricultores rurais. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 69-85, 2013. DOI: 10.5773/rgsa.v7i1.528.
- [9] ANEEL. (2012). Resolução Normativa No 482, de 17 de Abril de 2012.
- [10] G. M. V. Machado, J. L. S. Silva, H. S. Moreira, T. N. Vargas, G. C. S. Prym, M. G. Villalva, Estudo de Caso de um Sistema Fotovoltaico Instalado no Campus da UNICAMP em Diferentes Softwares de Simulação, VIII Congresso Brasileiro de Energia Solar – Fortaleza, 01 a 05 de junho de 2020. Acedido em 20 de setembro de 2022, em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/858>
- [11] Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica-ABSOLAR, Energia Solar Fotovoltaica no Brasil Infográfico ABSOLAR, Atualizado em 02/03/2021 | n.º 29, São Paulo, SP, 2021. Acedido em 20 de setembro de 2022, em: <https://www.absolar.org.br/wp-content/uploads/2021/07/Infografico-ABSOLAR-n%C2%B0-29-Mar2021.pdf>
- [12] MINHA CASA SOLAR, Inversor Solar: Tudo o que você precisa saber está aqui. Blog minha casarsolar. Contagem, MG, 2019. Acedido em 20 de setembro de 2022, em: <http://blog.minhacasarsolar.com.br/inversor-solar-tudo-o-que-voce-precisa-saber-esta-aqui/>
- [13] E. N. C. S. Oliveira. (2018, abril). Sistemas fotovoltaicos de bombeamento na agricultura familiar piauiense. U.F. Piauí, Acedido em 20 de setembro de 2022, em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/225>
- [14] A. C. M. Pereira (2017). Análise de viabilidade econômica na implantação de sistema de energia solar fotovoltaico em uma cooperativa agrícola. U.F Paraná. Acedido em 20 de setembro de 2022, em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/68574>
- [15] F. M. Storto, Análise de viabilidade econômico-financeira para sistemas de micro e mini geração distribuída solar fotovoltaica, Bragança Paulista, São Paulo: Universidade São Francisco, 2016.
- [16] B. A. O. A. Santos, R. Montenegro, E. C. Souza, (2012). Análise de viabilidade econômica na geração distribuída de energia elétrica a partir de células fotovoltaicas: um estudo comparativo com o advento da resolução normativa no.482, de 17 de abril de 2012. In Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. São Paulo: FEA-USP.