



SIMPROFI

Simpósio dos Programas
de Mestrado Profissional
26 e 27 de outubro de 2022

**EDUCAÇÃO, TRABALHO
E PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL**



Utilização de gerador fotovoltaico autossustentável para irrigação em hortas comunitárias.

**André Rosa Ferreira¹; Claudio Kazuo Kawai²; Gilson Silva Lopes³;
Santiago de Moraes Silva⁴; Carlos Alberto de Freitas⁵**

RESUMO: Comunidades urbanas carentes estão desenvolvendo hortas comunitárias a fim de enfrentar a crise econômica e social do país, trazendo o alimento para as mesas de suas famílias, e a venda dos produtos a comunidade local, porém muitas vezes encontram-se sem infraestrutura e sem fontes de energia para a irrigação das hortas. Esta pesquisa apresenta um estudo de um modelo de energia elétrica autossustentável podendo ser aplicado em locais onde não há rede de energia elétrica da concessionária local. O sistema de energia solar fotovoltaico utilizado é o *off grid*, que não está conectado à rede elétrica, promovendo o seu autossustento utilizando uma bateria. A energia elétrica será utilizada para o acionamento de uma pequena bomba d'água de corrente contínua de alta pressão que abastecerá uma caixa d'água. A aplicação da água será para irrigação por gotejamento da plantação de hortaliças. Para a pesquisa foi montado uma bancada didática, sendo realizadas algumas análises técnicas: vazão da bomba, tempo necessário para a carga e descarga da bateria, variação de corrente, tempo de enchimento de uma caixa a uma altura de até 5 metros. Com os resultados o conjunto mostrou-se capaz de suprir as necessidades do problema proposto, a um baixo custo de operação e sem desperdício de altos volumes de água para a atividade. A contribuição deste trabalho servirá como referência para as comunidades carentes se planejarem e estimular o aumento na prática de horta comunitária na cidade.

Palavras-chave: Fonte de energia renovável, Sistema solar fotovoltaico, Irrigação por energia renovável.

ABSTRACT: Poor urban communities are developing community gardens in order to face the country's economic and social crisis, bringing food to their families' tables, and selling products to the local community, but they often find themselves without infrastructure and without sources of income. energy for the irrigation of the gardens. This work presents a study of a self-sustainable electric energy model that can be applied in places where there is no electric energy network from the local concessionaire. The photovoltaic solar energy system used is the off grid, which is not connected to the electricity grid, promoting its

¹Ufabc - andre.rferreira@fatec.sp.gov.br;

² Fatec Osasco - kazuo.kawai@gmail.com

³ Fatec Osasco - lopesgilsonsilva@hotmail.com

⁴ Fatec Osasco - santiago.msilva@yahoo.com.br

⁵ Unesp - carlos.afreitas@fatec.sp.gov.br

self-sustainability using a battery. The electrical energy will be used to drive a small high-pressure direct current water pump that will supply a water tank. The application of water will be for drip irrigation of vegetable crops. For the research, a didactic bench was set up, and some technical analyzes were carried out: pump flow, time required for charging and discharging the battery, current variation, time to fill a box at a height of up to 5 meters. With the results, the set proved to be able to meet the needs of the proposed problem, at a low operating cost and without wasting high volumes of water for the activity. The contribution of this work will serve as a reference for needy communities to plan and stimulate the increase in the practice of community garden in the city.

Keywords: Renewable energy source, Solar photovoltaic system, Renewable energy irrigation.

1. Introdução

A geração de energia elétrica tem recebido cada vez mais atenção por parte de alguns países, já que os combustíveis fósseis estão ficando cada vez mais escasso.

Sendo assim, outras formas de energias renováveis recebem cada vez mais créditos e investimentos em pesquisas. O termo desenvolvimento sustentável recebe uma definição interessante e viva conforme nos orienta:

“O conceito de desenvolvimento sustentável é proveniente de um processo de avaliação e reavaliação das relações entre a sociedade e o meio ambiente e, por se tratar de um processo contínuo, várias abordagens foram elaboradas e sofreram alterações gradativas ao longo do tempo, buscando um equilíbrio entre as dimensões social, econômica e ambiental” (Pereira, 2017).

O desenvolvimento sustentável é um conceito em constante mutação e a relação social, econômica e ambiental estão intimamente ligadas. Pensar em desenvolvimento sustentável sem levar essas três esferas é perda de tempo.

Uma das fontes que vem se destacando no Brasil e no mundo é a energia fotovoltaica por ser sendo uma fonte renovável. Com o avanço da tecnologia dos painéis solares, ocorre uma diminuição no custo para a sua aquisição, com isto, estão surgindo um número crescente de projetos com esta tecnologia, sendo uma alternativa para diminuir a conta de energia elétrica do consumidor sendo utilizados em todos os tipos de aplicações, ou em localidades de difícil acesso da concessionária local.

Esta pesquisa tem como objetivo de estudar a viabilidade técnica de uma pequena bomba de alta pressão acionada por corrente contínua, e alimentada por gerador fotovoltaico suprindo o volume necessário para o abastecimento de uma caixa d'água de 500 litros para proporcionar a irrigação de uma horta comunitária por gotejamento.

2. Referencial teórico

O sol está distante da Terra aproximadamente 149.600.000 km. É formado na sua maioria por gases incandescentes (Costa Junior, 2011). No seu núcleo, onde acontecem reações termonucleares isto é transformação de quatro núcleos de hidrogênio (04 prótons), em um núcleo de hélio (partícula alfa). A potência dissipada pelo sol é na ordem de 4×10^{24} W, (Costa Junior, 2011), é a região que produz energia. A energia solar é uma das alternativas energéticas mais promissoras para os desafios deste milênio sendo uma fonte inesgotável levando em consideração a nossa escala de tempo (Pereira, 2017).

O início do século XX foi palco para grandes mentes. Nesta época se achava que tudo o que poderia ser descoberto já tinha sido feito. As teorias clássicas da mecânica, termodinâmica e o eletromagnetismo já possuíam extrema reputação e confiabilidade. Restava aos físicos apenas aperfeiçoar os instrumentos de medição, para melhor aferir os resultados (Dionísio, 2005).

O Sol sendo a fonte primária de energia da tecnologia fotovoltaica faz-se necessário o entendimento do que vem ser a luz. A energia luminosa produzida pelo Sol era entendida inicialmente como uma onda eletromagnética que se distribuía de forma contínua e constante (teoria de James Clerk Maxwell físico e matemático britânico). No que lhe concerne, outro cientista que viria a se tornar uma lenda da física, Albert Einstein, entendia a luz como um feixe de pequenas partículas que posteriormente viriam a ser denominadas de fótons.

E são estas partículas que fazem todo o processo fotovoltaico acontecer. A célula ou placa fotovoltaica é um grande diodo, que necessita de uma certa quantidade de energia para romper a barreira de potencial criada em seu interior para poder começar a conduzir corrente elétrica.

A energia fotovoltaica é vista, como um caminho ideal para a geração de energia, por uma fonte inesgotável e não poluente vindo do Sol. É um método de produção de energia sustentável e com uma grande contribuição ao meio ambiente. Existem no mercado atualmente várias tecnologias fotovoltaicas, baseadas em diferentes elementos. Em aplicações destacam-se as células solares de silício cristalino (C-Si), o silício amorfo hidrogenado (a-Si:H ou a-Si), o telureto de cádmio (CdTe) e outros compostos relacionados ao dissulfeto de cobre e índio (Marinoski; Salamoni; Rütther, 2004).

O programa de cultivo de hortas comunitárias em áreas urbanas e periurbanas, com ou sem o apoio governamental, teve um impulso a partir de 1980 na África, Ásia e América Latina tendo uma estratégia para a sobrevivência das populações mais pobres que foram impactadas pela crise econômica que ocorreu nestas regiões (Maxwell, 2017).

3. Método

Foi construído uma bancada de teste para os experimentos. A estrutura da bancada foi feita de perfil de aço sendo acoplado rodízios para facilitar a locomoção, capaz acomodar todos os componentes para realização dos testes contendo o gerador fotovoltaico, bateria, controlador de carga, disjuntores, fiação, DPS (dispositivos de proteção), bomba, botões de acionamento liga/desliga e um recipiente de plástico para a água com capacidade de 100 litros conforme mostra a figura, está bancada servirá como bancada didática.



Figura 1 - Bancada de teste, fonte: autor

Na figura 2 mostra o projeto desenhado em CAD das ligações do gerador fotovoltaico até a caixa d'água.

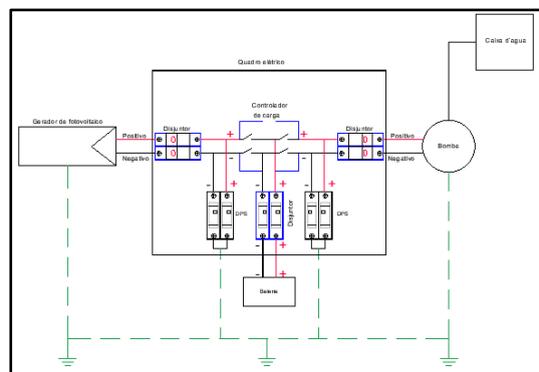


Figura 2 - Projeto do gerador de fotovoltaico acionando uma bomba, fonte : autor

3.1. Local para instalação

Os testes foram realizados na Fatec – Osasco – SP, região metropolitana de São Paulo, próximo da instalação da horta comunitária. Primeiro passo foi definir o ângulo de instalação do gerador fotovoltaico, com a ajuda do Google mapas pode-se encontrar a localização do local da instalação conforme a figura 3.



Figura 3 - Localização no Google mapas do local de estudo, fonte: autor

3.2. Programa SunData 3.0

Primeira pesquisa foi utilizar um programa chamado SunData 3.0 com os dados acima encontrados foi introduzido a latitude e longitude no programa para os cálculos de irradiação solar médio mensal e o ângulo da placa, podendo ser encontrado no site do CRESESB sendo uma ferramenta para o dimensionamento de geradores fotovoltaicos na figura 4.

Coordenada Geográfica

Latitude **Longitude** Oeste

Norte:

graus decimais (00.00°)

graus, minutos e segundos (00°00'00")

Figura 4 – Inserção da localização de latitude e longitude, fonte: autor

Com dados inseridos foi calculada a irradiação solar diária médio mensal do ano. Para o mês de junho foi encontrado a menor irradiação do ano com 3,16 kWh/m² dia e em dezembro foi encontrado a maior com 5,77 kWh/m² dia e a média de irradiação foi de 4,49 kWh/m² dia, figura 5.

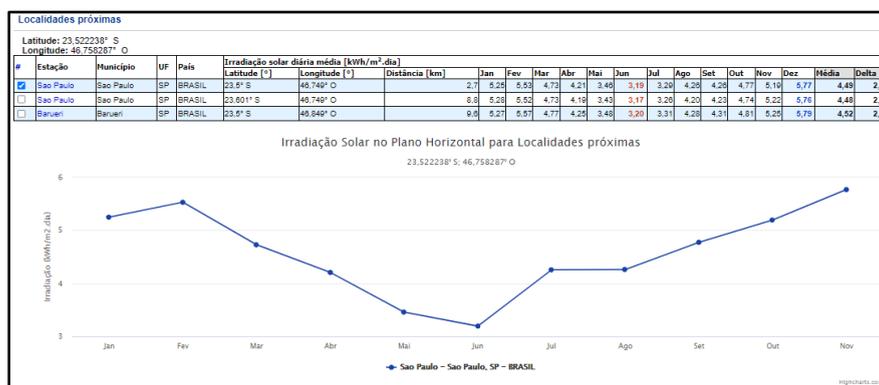


Figura 5 - Irradiação solar médio do local, fonte: autor

Com os dados inseridos foram calculados a irradiação solar nos planos: horizontal, 0°N com a média de 4,49 kWh/m² dia, no ângulo de 24°N com a média de 4,70 kWh/m², no ângulo de maior média 21°N com a média de 4,70 kWh/m² dia e maior mínimo mensal com o ângulo de 34°N com a média de 4,62 kWh/m² dia. Foram encontrados ainda a menor e a maior irradiação solar diária médio mensal sendo a menor de 3,19 kWh/m² dia no ângulo de 0°N e a maior 5,77 kWh/m² dia conforme a figura 6.

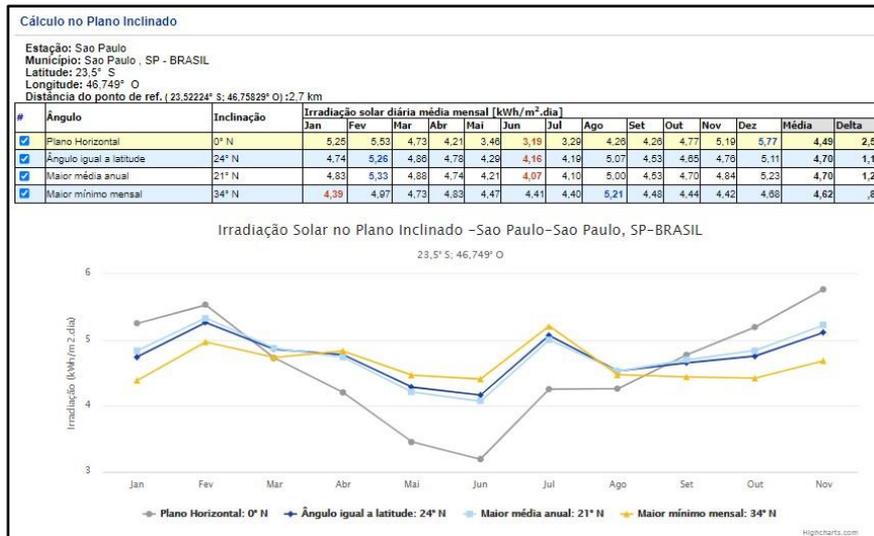


Figura 6 - Cálculo no plano inclinado, fonte: autor

3.3. Programa globalsolaratlas

Uma segunda forma de pesquisa foi realizada pelo site globalsolaratlas mostrando informações relevantes para o estudo, a figura 7 mostra a potência fotovoltaica específica indicando valores médios de eletricidade 4.084 kWh/kWp por dia, com a inclinação de 24° para a instalação da placa. Sendo próximo do programa apresentado acima do *SunData3.0*.

Dados do mapa		Por dia
Potência fotovoltaica específica	PVOUT específico	4.084 kWh / kWp por dia
Irradiação normal direta	DNI	3.999 kWh / m ² por dia
Irradiação horizontal global	GHI	4.723 kWh / m ² por dia
Irradiação horizontal difusa	DIF	2.062 kWh / m ² por dia
Irradiação inclinada global em ângulo ideal	GTI opta	5.083 kWh / m ² por dia
Inclinação ideal de módulos fotovoltaicos	OPTA	24 / 0 °

Figura 7 - Dados técnicos, fonte: autor

Na figura 8 abaixo mostra o azimute isto é o ângulo de projeção do sol com a direção norte, pode-se interpretado com a projeção das trajetórias solares durante o ano. Este dado não é apresentado no *SunData3.0*.

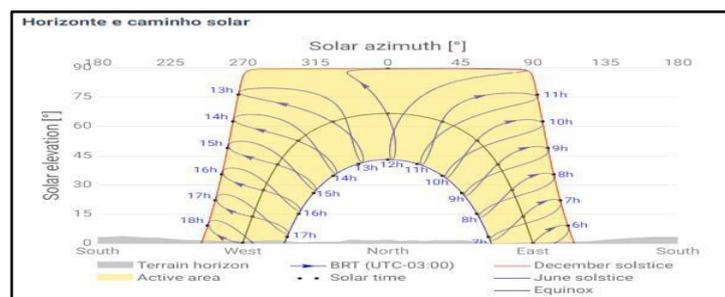


Figura 8 - Angulo de projeção do sol em direção ao norte, fonte: autor

Na figura 9 uma outra informação relevante, mostrando o perfil de horário de irradiação normal direta Wh/m² de janeiro a dezembro.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Poderia	Junho	Jul	Agosto	Set	Out	Nov	Dez
0 - 1												
1 - 2												
2 - 3												
3 - 4												
4 - 5												
5 - 6	6									8	38	33
6 - 7	120	108	82	52	15	8	8	30	70	99	160	158
7 - 8	225	272	267	253	216	192	205	253	218	206	249	254
8 - 9	318	377	370	379	341	331	355	393	321	316	327	350
9-10	379	457	463	479	431	427	455	490	400	396	410	417
10-11	410	498	508	528	490	508	523	554	462	444	444	449
11-12	397	492	491	521	504	541	554	586	484	451	417	418
12 - 13	370	436	437	495	493	539	554	587	486	437	371	370
13-14	338	390	386	457	468	519	539	589	461	386	337	338
14-15	283	335	325	400	434	470	501	530	412	329	295	295
15-16	217	271	277	346	376	410	441	459	349	265	249	235
16-17	167	206	223	271	273	279	328	357	263	205	206	195
17 - 18	130	167	151	97	42	19	70	115	97	111	144	151
18-19	53	54	11								12	46
19-20												
20-21												
21-22												
22-23												
23-24												
Soma	3415	4064	3990	4279	4084	4244	4533	4923	4022	3654	3669	3708

Figura 9 - Perfil horário médio, fonte: autor

3.4. Características do Sistema

Para a montagem da bancada de testes com gerador fotovoltaico com uma inclinação de 24° segundo os dados levantados no CRESCEB, o gerador fotovoltaico tem como característica o sistema denominado *off-grid*, ou seja, não haverá nenhuma conexão com a rede elétrica local, o sistema dependerá exclusivamente da energia gerada pelo gerador fotovoltaico, onde será armazenada em uma bateria para fornecer a energia necessária para a bomba nos momentos de menor incidência solar ou a noite, a utilização do projeto será aplicada para irrigação urbana a operação será conduzida durante o dia, a bomba pode funcionar somente com a placa não sendo necessário da bateria. A bateria está instalada para qualquer deficiência da geração de energia proveniente do sol, no caso de uma nuvem ou tempo chuvoso, ou mesmo sendo utilizado no período noturno.

3.4.1. Dimensionamento dos componentes

O dimensionamento dos componentes levou-se em consideração a corrente consumida pela bomba e a tensão gerada pela placa para carregar a bateria.



Figura 10 - Kit montado para o experimento, foto: site Neosolar

Características dos componentes utilizados placa de geração fotovoltaica da marca da Kript com as seguintes especificações conforme tabela 1:

Tabela 1- Características do gerador fotovoltaico

Potência pico	30W	Corrente em máxima potência	1,82a
Tensão em máxima potência	16,6v	Corrente de curto-circuito	2,4a
Dimensões (cm)	730X345X30	Peso	2,77 kg
Painel solar	policristalino	Quantidade de células	36
Origem	China		

fonte: fabricante

Características da bomba d'água com as seguintes especificações conforme tabela 2:

Tabela 2 – Características da bomba

Modelo	0142hb-12-30	Tensão	12 v
Potência	30 w	Pressão de trabalho	4 bar
Pressão nominal (máx.)	7 bar	Vazão (máx.)	3l/min
Diâmetro da entrada e saída	3/8"	Sucção máxima	2 m
Elevação máxima	40 m	Peso líquido	0,66 kg
Material	plástico	Cor	preto
Tamanho	aprox. 165 x 95 x 60 mm		

fonte: fabricante

Características do controlador de cargas modelo *PWM*⁶ de 30A e 12/24V conforme as especificações da tabela 3.

Tabela 3 – Características do controlador de cargas *PWM*

Especificação	100 %	Corrente	10A,20A,30A, 40A, 50A, 60A
Tensão da bateria	12V/24V Auto	Carga flutuante	13.7V
Tensão do painel solar	12V, 18V , 24V, 36V	Saída <i>USB</i>	5V/2A
Autoconsumo	<10mA	Reconexão de descarga	12.6V
Paragem de descarga	10.7V	Cor	Azul e preto
Material	ABS		

fonte: autor

Para o armazenamento da energia, o sistema conta com uma bateria de chumbo-ácido de 12V e com uma capacidade de 7Ah. O sistema de proteção é composto por disjuntores para CC com corrente nominal de 2A e Dispositivo de Proteção Contra Surto (DPS) classe II, ainda como proteção foi utilizado um PTC ou também denominado de fusível resetável de 2,5A.

3.4.2 Características da instalação na horta

A instalação da caixa de água até a irrigação por gotejamento será utilizada tubulação de PVC ou de mangueiras conforme as figuras 11.

⁶ PWM – são controladores de carga que emitem pulsos de tensão de alta frequência para garantir a bateria carregada no máximo.



Figura 11 - Da caixa d'água para a irrigação por gotejamento, fonte: internet

Segundo dados coletados da Embrapa (empresa brasileira de pesquisa agropecuária) para uma área de 500 m² são necessários de 350 litros de água, com o sistema de gotejamento são gastos de 1,3 a 1,5 litros por hora, a área destinada ao projeto corresponde a 2000 m² sendo assim a caixa d'água atende a necessidade do projeto ainda segundo a Embrapa são necessários de 5,5 a 6,5 litros por metro quadrado para o plantio de hortaliças.

3.4.3. Equipamentos utilizados para mensuração dos testes.

Os equipamentos utilizados para os testes foram: um cronômetro digital para a tomada de tempo, uma trena para medição das alturas de testes, multímetros para medir a corrente e tensão, rotâmetro para medição de vazão, manômetro para medir a pressão da bomba e a bancada de testes com o conjunto gerador fotovoltaico e bomba. Foram realizados os seguintes testes a seguir para mensurar o conjunto gerador fotovoltaico bomba para suprir a necessidade de realizar a irrigação da horta comunitária sendo nos seguintes itens a seguir.

4. Resultados e discussão

4.1. Volume X Tempo

Foi levantado tempo que a bomba necessita para encher um recipiente de 5 litros. O teste foi preestabelecido nas alturas de 0, 2, 3, 4 e 5 metros. Cada teste será realizado por dez vezes consecutivos para se estabelecer uma média, para esta medição foram utilizados um rotâmetro para medição da vazão, um cronômetro para tomadas de tempos, 2 multímetros para leituras de correntes e tensão e um recipiente graduado de 6 litros para o teste utilizamos 5 litros.

Nos testes de 0 a 5 metros de altura para o enchimento de 5 litros, a vazão medida pelo rotâmetro variou entre 0,05286 litros e 0,04815 litros com um tempo inicial de 94,5 a 103,7 segundos medidos no cronômetro com uma ajuda de um recipiente graduado de 5 litros. Outras medições tomadas foram a de corrente e a tensão. Os valores da tensão foram iguais nos intervalos de 0 a 3 metros de altura, no intervalo entre 4 e 5 metros houve uma pequena diminuição na tensão, enquanto a corrente houve um aumento a altura de 5 metros tendo como tomada de leitura na altura de 0 uma corrente 1,002 A e um

aumento com a altura de 5 metros para 1,22 A. Pode notar-se que o aumento da altura a vazão diminui e o tempo aumenta conforme constatado nos testes.

Condição climática: (x) Ensolarado () Nublado () Chuvoso

Tabela 4. Tabela de vazão X tempo (5L) – altura 5 metros

ALTURA(m)	VAZÃO(l/min)	TEMPO(seg.)	CORRENTE(A)	TENSÃO(V)
0	0,0529	94,5	1,00	12,07
2	0,0518	96,5	1,05	12,07
3	0,0511	97,7	1,09	12,07
4	0,0493	101,4	1,19	12,06
5	0,0481	103,7	1,22	12,06

fonte: autor

4.2 Tempo de enchimento da caixa de água a 4 a metros de altura.

Para os testes foram adotados uma caixa de água de 100 litros para o enchimento a uma altura de 4 metros figura 12. Esta altura foi determinada devido à posição que será instalado a caixa para os trabalhos da horta comunitária e por ser a altura média das caixas d'águas instaladas em residências no Brasil.

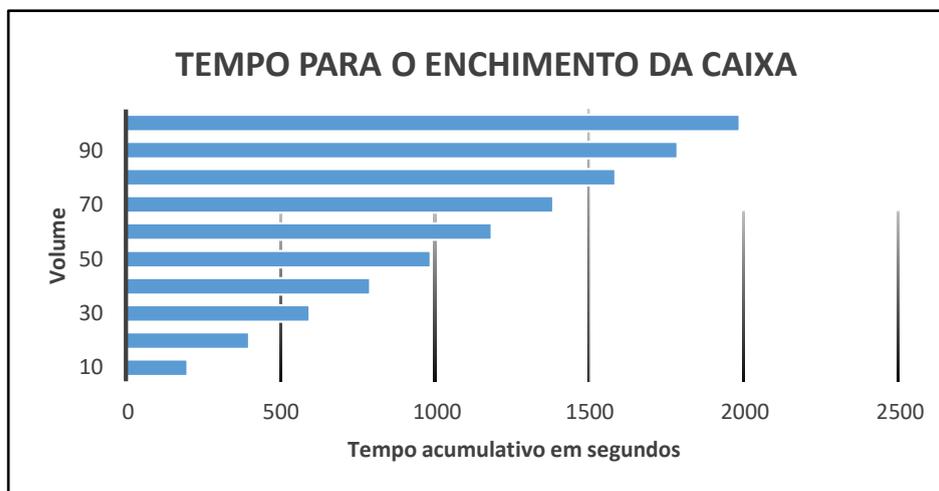


Figura 12 - Tempo para o enchimento da Caixa d'agua, fonte: autor

Foram realizados testes para o enchimento do reservatório de 100 litros, onde a medição foi realizada a cada 10 litros, o tempo gasto para o seu enchimento até totalizar a capacidade de 100 litros. Ocorreu uma pequena variação entre 97 e 101 segundos a cada 5 litros, totalizando 1987 segundos no final, ou seja, 33 minutos e 11 segundos, para seu total enchimento.

4.3. Tempo de carregamento da bateria

Após a bateria ser descarregada por completo, o conjunto foi exposto à luz solar para aferir quanto tempo era necessário para que a bateria fosse carregada por completo tendo em média de 230 minutos ou 2h50. As medições de carga da bateria foram realizadas com o auxílio do controlador de carga e um multímetro ligado a bateria, mostrando os valores em tempo real.

4.4. Tempo de descarregamento da bateria

Os testes foram realizados com a bateria em carregamento total, ou seja, carga plena e o sistema foi acionado transportando a água do reservatório do nível da estrutura metálica até a altura de 4 metros, de forma contínua e ininterrupta e sem o auxílio do gerador fotovoltaico para seu carregamento, ou seja, os testes foram realizados somente com a carga armazenada na bateria de 12V e 7A/hora o tempo de descarga foi de 380 minutos ou 6h20.

Observação: as tomadas de testes foram tiradas em condições climáticas ensolarado entre os meses de agosto a dezembro com as temperaturas variando entre 20 °C e 36 °C medindo no termômetro. Foram descartados os dias de chuva.

4.5. Análise da viabilidade econômica

O investimento inicial do projeto foi de R\$ 10.000,00 contemplando gerador fotovoltaico, componentes elétricos para o acionamento, bomba, sistema de irrigação e caixa d'água para a irrigação de uma horta comunitária de 2000 m².

Foram realizadas várias modelagens estatísticas utilizando a planilha do Excel para os cálculos.

Na simulação serão calculados os seguintes itens:

4.5.1 VPL

Valor presente líquido será apresentado o valor das receitas e das despesas durante um ano em valor presente, dada uma taxa mínima de atratividade TMA será a taxa de juros que representa o mínimo que o investidor ganhará quando é realizado um investimento. A fórmula abaixo é para o cálculo do VPL.

$$L = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t}$$

4.5.2 TIR

$$\sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} = 1$$

Taxa interna de retorno seria um percentual que pode ser usado pelo

investidor para avaliar se vale a pena investir em um projeto. Como pode-se interpretar a TIR:

TIR>TMA Taxa interna de retorno maior do que taxa mínima de atratividade. É a melhor situação e o investimento é recomendado.

TIR=TMA Taxa interna de retorno for igual à taxa mínima de atratividade. Posição neutra, não há recomendação.

TIR<TMA Taxa interna de retorno menor do que taxa mínima de atratividade. É o pior cenário, por isso o investimento não é recomendado.

4.5.3. IL

Índice de lucratividade é o indicador que mede a capacidade operacional do seu projeto em geral lucro, é a representação do lucro líquido em relação ao valor das receitas isto é a razão entre o valor presente de todos os fluxos financeiros e o investimento inicial, se o IL for maior que 1, o projeto é considerado viável; caso contrário é inviável. Abaixo a fórmula do cálculo do IL.

$$I_{L} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t}}{I_0}$$

4.5.4. Payback

É um indicador do tempo de retorno de um investimento em um projeto e um método de tomada de decisão.

4.5.5. Tabela de estudo de viabilidade do projeto

Tabela 5 - Tabela simulando a TIR, IL, Payback e o VPL

INVESTIMENTO INICIAL	R\$ 10.000,00		
TAXA DE DESCONTO (A.M)	1,9%		
VPL DO PROJETO	R\$ 506.373,82		
PERIODO (Mês)	FLUXO DE CAIXA	VALOR PRESENTE	VP ACUMULADO
0	-R\$ 10.000,00	-R\$ 10.000,00	-R\$ 10.000,00
1	R\$ -	R\$ -	-R\$ 10.190,00
2	R\$ 50.000,00	R\$ 48.152,81	R\$ 37.962,81
3	R\$ 54.000,00	R\$ 51.035,36	R\$ 88.998,17
4	R\$ 54.000,00	R\$ 50.083,77	R\$ 139.081,94
5	R\$ 52.000,00	R\$ 47.329,56	R\$ 186.411,50
6	R\$ 52.000,00	R\$ 46.447,06	R\$ 232.858,56
7	R\$ 52.000,00	R\$ 45.581,02	R\$ 278.439,58
8	R\$ 53.000,00	R\$ 45.591,34	R\$ 324.030,93
9	R\$ 54.000,00	R\$ 45.585,44	R\$ 369.616,36
10	R\$ 55.000,00	R\$ 45.563,90	R\$ 415.180,26
11	R\$ 56.000,00	R\$ 45.527,31	R\$ 460.707,57
12	R\$ 57.000,00	R\$ 45.476,25	R\$ 506.183,82
TAXA INT. RETORNO (TIR)	182%		
IND. DE LUCRATIVIDADE(IL)	51,64		
MESES INTEIROS	2		
FRAÇÃO	0,21		
TEMPO DE PAYBACK	2,21		

Analisando os resultados do projeto o VPL é positivo. Isso significa que a uma taxa de desconto de 12% ao ano o valor presente de todos os fluxos de caixa excede o investimento que precisa ser feito. O VPL é geralmente usado para avaliar a rentabilidade do projeto e o investimento. Se o VPL for positivo, é considerável viável, caso contrário o projeto é inviável financeiramente.

O *payback* o tempo necessário para o fluxo de caixa acumulado do projeto passa a ser positivo, quanto menor o tempo de *payback*, mais atraente será, o *payback* do projeto apresentado foi de 2,21 meses. O valor do TIR alcançado foi maior que TMA atingindo 182% sendo a melhor situação conseqüentemente, o investimento é recomendado. Outro índice analisado foi IL o lucro líquido em relação ao valor das receitas deve ser maior que 1 o índice do projeto foi de 51,64 considerando o projeto viável.

4.5.6. bancada de teste prático para o projeto

O custo da bancada de teste ficou em R\$ 1.652,40 ano referência de 2022 para a implantação do projeto na horta comunitária.

Esta bancada levantará dados técnicos para a implantação do projeto para a análise da viabilidade técnica do projeto.

Tabela 6 - Custo do projeto detalhado

Material	Quantidade	Valor unit. (R\$)	Total
Recipiente de plástico 100 L	1	180,00	180,00
Mangueira	6 metros	2,50	15,00
Cola para plástico	1	15,90	15,90
Placa fotovoltaica 30W	1	190,00	190,00
Bomba hidráulica	1	199,00	199,00
Bateria 12v – 7Ah	1	80,00	80,00
Controlador de carga digital	1	62,00	62,00
Relé 12v	1	15,00	15,00
Chicote para relé	1	10,00	10,00
Estrutura metálica	1	400,00	400,00
Roldanas para a estrutura	4	16,25	65,00
Disjuntor Unipolar 12v – 2A	1	40,00	40,00
DPS	1	40,00	40,00
Condutor elétrico	10 metros	5,00	50,00
Terminais elétricos	vários	10,00	10,00
Sinaleiros	3	6,00	18,00
Chave Seletora com Trava	2	15,00	30,00
Botão de Emergência	1	20,00	20,00
Bornes	20	5,00	100,00
Trilho para Bornes	1	12,00	12,00
Porta Fusível	1	8,50	8,50
Fusível de Vidro 2A	1	2,00	2,00
Placa de PVC 3mm	1	50,00	50,00
Canaleta	2	20,00	40,00
TOTAL	-----	-----	1.652,40

fonte: Autor

4.6 Discussão

Os testes foram realizados a fim de conhecer as características do conjunto e a real capacidade de vazão da bomba, corrente consumida, em última análise, saber se a bateria consegue manter a corrente por tempo suficiente para encher uma caixa d'água de 500L a uma altura de 4 metros medidas que serão utilizadas no projeto da horta comunitária. Em relação à tensão já se imaginava que não haveria variações, visto que ela está ligada em paralelo com a bateria, o que consequentemente manterá a tensão. Por este motivo utilizaram-se várias alturas no intervalo de 0 a 4 metros, correspondendo a altura média das instalações de uma caixa d'água para uma residência térrea, e para a aplicação na horta comunitária

Foi possível observar com os dados coletados que o menor tempo necessário para se completar a vazão de 5L foi de 94 segundos (1minuto e 34 segundos em 0 metros), já o maior tempo necessário foi o de 104 segundos (1minuto e 44 segundos em 5 metros) a diferença entre os tempos foi de aproximadamente 10 segundos, isto contando a menor altura de 0 metros e a maior altura de 5 metros A variação da corrente não passou de 0,02A.

Com estes dados levantados pode-se atribuir a uma caixa d'água de 500 litros o tempo de enchimento total de 165 minutos e 55 segundos ou 2 horas e 45 minutos aproximadamente a uma altura de 4 metros.

Foi possível observar que a bateria precisou de 2 horas e 50 minutos para sua carga completa, isso em um dia ensolarado. O valor da carga da bateria foi aferido através do próprio controlador de carga que possui como uma das funções mostrar a carga da bateria.

Pode-se observar que a bateria se mostrou resistente quanto ao seu rendimento, pois a bateria com a carga plena, manteve-se a tensão e a corrente por pouco mais de 6 horas de forma ininterrupta, isso a uma altura de 4 metros.

5. Conclusão

A energia fotovoltaica é uma grande contribuição na geração de energia elétrica para o Brasil, o país passa por uma crise hídrica e atualmente 65% da matriz energética elétrica é proveniente da energia hidráulica

Este projeto conseguiu demonstrar que a utilização de uma pequena bomba de alta pressão acionada por corrente contínua e alimentada por um gerador fotovoltaico contribuindo para aplicação de energias renováveis sendo capaz de suprir as necessidades de água utilizada para uma horta comunitária, beneficiando uma comunidade carente. Para tanto utilizou-se de testes práticos onde a intenção era estabelecer a capacidade do conjunto de se manter funcionando até o completo enchimento de uma caixa de 500 litros.

Pode-se concluir com os resultados dos dados que para o completo enchimento de uma caixa d'água de 500 litros o tempo necessário seria de 2h45 minutos. O gerador fotovoltaico conseguiu recarregar a bateria em 2h50 minutos em um dia ensolarado, demonstrando uma recarga rápida para o conjunto.

O tempo necessário para o completo consumo da carga da bateria pelo acionamento da bomba foi de aproximadamente 6h, demonstrando uma total

capacidade do conjunto em fornecer a água necessária para a irrigação por gotejamento da horta comunitária ou até mesmo uma aplicação residencial.

Também foi realizada uma análise financeira do projeto apresentando um *payback* de 2,21 meses, TIR atingindo 182% e o IL de 51,64 considerando assim o projeto viável.

Além destes resultados, este projeto ajudará a minimizar um pouco a economia doméstica destas 50 famílias, trazendo um sustento para dentro de suas casas, seja para o consumo próprio ou para a venda no mercado consumidor de orgânicos, trazendo uma rentabilidade familiar para dentro de sua casa de R\$ 1000,00 por família sendo está a projeção inicial.

Longe de pôr um ponto final no assunto, o projeto abre novas perspectivas para o aprimoramento da utilização de energia fotovoltaica em projetos de baixo custo e grande poder de melhoria na qualidade de vida de comunidades carentes que possam a vir utilizá-la. Projetos futuros implantar o reaproveitamento d'água da chuva em uma cisterna para o bombeamento até a caixa d'água utilizada para a irrigação.

Referência

BAJAY, Sergio Valdir. 2010. **Uma revisão crítica do atual planejamento da expansão do setor elétrico brasileiro**. Campinas: s.n., 2010. v. 9, 1.

Braga, Newton C. 2014. **Semicondutores de potencia** . São Paulo : NBC, 2014.

E.A. Abdelaziz, R. Saidur, S. Mekhilef. 2011. **A review on energy saving strategies in industrial sector**. 1, 2011, Vol. 15.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. 1987. **Relatório de Brundtland: mudanças climáticas. 1987**.

EPE. 2021. **Balço Energético Nacional 2021**. Rio de Janeiro: s.n., 2021.

FERREIRA, A. R., Tomioka J. 2013. **Iluminação do estado sólido, economia potencial de energia elétrica para o país**. 10 2013, pp. 313-323.

IEA. 2019. **Energy efficiency policy Recommendations - Worldwide Implemetion Now**. Paris: s.n., 2019.

MME 2020. **Plano Nacional de Eficiência Energética**. Brasília: s.n., 2020.

PANSI, André R. Quinteros. 2006. **Fundamentos de eficiência energética**. São Paulo: Ensino Profissional, 2006. 85-99823-03-5.

PROCEL, ELETROBRAS. 2020. **Programa Nacional de Conservação Nacional de Energia Elétrica**. Brasil: s.n., 2020.

REIS, Lineu Belico dos. 2010. **Energia e meio ambiente**. 4. ed. 2010.