

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS**  
ESCOLA POLITÉCNICA / ENGENHARIA ELÉTRICA  
Trabalho Final de Curso II

**Maikon César Guimarães Peixoto**  
**Fernando Alves França de Araújo**

**PROTÓTIPO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÔNOMO PARA  
SUPRIMENTO ELÉTRICO DE RESIDÊNCIA URBANA TÍPICA**

Trabalho Final de Curso como parte dos requisitos para  
obtenção do título de bacharel em Engenharia Elétrica  
apresentado à Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

**BANCA EXAMINADORA:**

**Prof. Dr. Carlos Augusto Guimarães Medeiros – Orientador. PUC Goiás.**  
**Prof. Dr. Antônio Marcos de Melo Medeiros. PUC Goiás**  
**Eng. Eletricista Márcio Victor Silva Trevisan**

Goiânia, 11 de junho de 2022.

# Protótipo de sistema fotovoltaico autônomo para suprimento elétrico de residência urbana típica

*Maikon César Guimarães Peixoto, Fernando Alves França de Araújo, orientandos,  
Eng. Elétrica, PUC Goiás*

**Resumo** — Este trabalho consiste na montagem de um protótipo fotovoltaico isolado da rede elétrica, montado na PUC Goiás, para o fornecimento de energia elétrica em cargas típicas de uma residência urbana de pequeno porte. Foi utilizado curvas de cargas para estimativa de consumo e análise de equipamentos comuns no cotidiano. Para o dimensionamento do sistema, foi utilizado como referência o método da média anual de sol pleno com otimizações pertinentes à proposta do estudo. Após a montagem do protótipo e coleta de dados, foi comparado os valores práticos com os teóricos e discutido os resultados alcançados mediante a comparação. Foi evidenciado a importância desse novo modelo de geração de energia para as residências urbanas.

**Palavras-chave** — Sistema fotovoltaico isolado da rede, geração própria e método de dimensionamento.

## I. INTRODUÇÃO

A energia solar fotovoltaica é um processo de conversão da energia solar radiante em energia elétrica que se tornou uma ótima opção para todos, pois representa economia financeira e principalmente bom uso dos recursos naturais tão importantes para o planeta dado o cenário atual de mau gerenciamento energético em que o Brasil e o mundo se encontram.

O sol propicia ao planeta luz e calor suficientes para suprir milhares de vezes as necessidades em um período de análise, assim pode-se considerá-lo uma fonte renovável. Além disso, percebe-se que a energia solar fotovoltaica por aproveitar tão bem desse recurso abundante representa uma ótima opção já que se encontra em queda de preço dado a escala de utilização se equiparando ao valor da energia gerada por fontes tradicionais [1].

Outra importante vantagem da geração fotovoltaica é a possibilidade de dar ao consumidor a liberdade energética necessária para um futuro meio urbano com uma frota de carros movidos a eletricidade, e que demandará uma grande quantidade de energia para sua realização. Dessa forma, um sistema eficiente com uma rede de controle inteligente será uma grande vantagem para os consumidores [2].

As energias renováveis já chegam a quase 50% da matriz elétrica brasileira, sendo a eólica 10,9%, a fotovoltaica aproximadamente 2,9% até o fim de 2021 e a maioria de hidrelétricas de acordo com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Esses dados mostram o potencial de crescimento que as energias renováveis possuem, ajudando a honrar o compromisso assumido na cúpula do clima em antecipar a neutralidade climática de 2060 para 2050 [3].

Os sistemas solares fotovoltaicos são subdivididos principalmente em 2 tipos, sendo eles: interligado (conectado

à rede) e isolado (desconectado à rede elétrica), ambos utilizam como meio de geração de energia células fotovoltaicas, porém se diferem quanto a forma de distribuição da energia e armazenamento. Os sistemas isolados têm como característica principal a utilização de módulos fotovoltaicos ligados a um controlador de carga, um banco de baterias para armazenamento de energia e inversores de tensão contínua para alternada [4].

Em análise a evolução dos sistemas fotovoltaicos percebe-se que atualmente a possibilidade de geração independente se torna cada dia mais vantajosa já que nos primórdios da energia solar fotovoltaica, entre 1950 e 1970, os sistemas fotovoltaicos isolados eram o único tipo que existia, pois, o objetivo principal para a construção era levar energia elétrica a locais onde as redes de distribuição não chegavam. Agora pode-se vislumbrar uma realidade na qual esse nicho de mercado é possível e viável mesmo nas zonas urbanas [5].

As vantagens relacionadas ao sistema totalmente isolado são inúmeras, dentre elas cabe citar a independência energética da residência, energia contínua mesmo com falta de energia da concessionária, e principalmente economia financeira. Outra grande vantagem é a não participação do monopólio do sistema elétrico que dita os preços e regras muitas vezes abusivas ao consumidor, além disso, as empresas de fornecimento de energia também são responsáveis por prejuízos causados por descargas atmosféricas na rede e até mesmo falhas no sistema de distribuição que danificam aparelhos e instalações residenciais. Com isso, um sistema com esse perfil se torna cada dia mais atraente para os consumidores urbanos de pequeno e grande porte. Dessa forma, o presente trabalho objetiva dimensionar e montar um protótipo FV autônomo que alimentará cargas típicas de uma residência urbana, ele proverá amostras de dados importantes para a comparação teórica e eficácia do método utilizado.

## II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um sistema solar fotovoltaico (FV) doméstico isolado da rede tem como configuração básica a descrição da Fig. 1 com módulos fotovoltaicos arranjados de forma a gerar uma tensão adequada para alimentação do sistema e carregamento das baterias.

A REN 493/2012 estabelece as especificações para condições de fornecimento por meio de Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica – MIGDI ou Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente – SIGFI. Para o presente trabalho, cabe frisar que a norma estabelece conforme seu Art. 4: “O fornecimento por meio de MIGDI ou SIGFI deve ser

realizado em corrente alternada (CA-senoidal), observando-se os níveis de tensão predominantes no Município onde estiver localizada a unidade consumidora, conforme padrões de referência vigentes” [6]. Dessa forma, os sistemas implantados em Goiás devem seguir os níveis de tensões estabelecidos pela Enel em conformidade com as normas regionais vigentes. A seguir apresenta-se uma descrição dos principais elementos que compõem os sistemas FV isolados e também um método de dimensionamento.



Fig. 1. Exemplo de sistema isolado doméstico [7].

### A. Módulo fotovoltaico

O módulo fotovoltaico é o equipamento responsável pela conversão da luz do sol em energia elétrica, sua estrutura mais comum é evidenciada na Fig.2. É formado por células fotovoltaicas fabricadas a partir de materiais semicondutores, como o silício, que absorvem a luz do sol e geram energia elétrica pelo efeito fotovoltaico. Este efeito consiste na colisão de fótons provenientes da luz solar com os átomos do material semicondutor da placa causando o deslocamento dos elétrons e consequentemente gerando uma corrente elétrica no circuito conectado aos terminais do módulo [8].

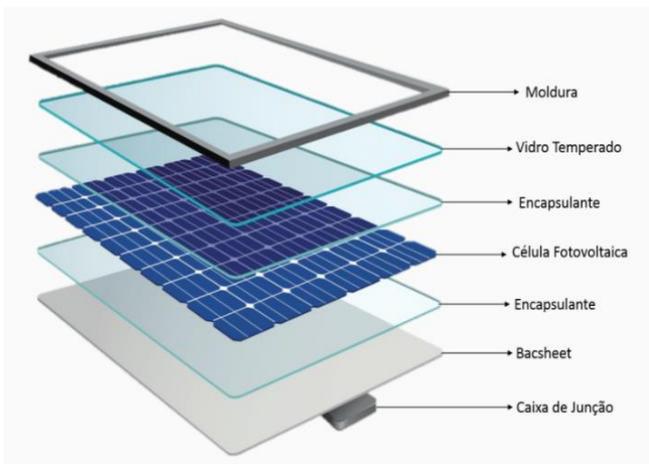


Fig. 2. Exemplo da construção de um módulo solar fotovoltaico [9].

Os módulos FV geram energia em corrente e tensão contínua, aproximadamente 0,5 V por célula, que são ligadas em série e em paralelo dependendo da configuração do módulo. Geralmente os módulos são escolhidos de acordo com sua potência (Wp) para geração em um sistema. Por exemplo, um módulo de 330 Wp do fabricante CANADIAN, tem uma tensão ( $V_{mp}$ ) de 37,2 V e uma corrente nominal ( $I_{mp}$ ) de 8,88 A, logo pela fórmula de potência  $P = V \cdot I$  ( $P$  é a potência,  $V$  tensão e  $I$  a corrente)  $P = (37,2 \cdot 8,88)$  resultando em 330,34 Wp. Com o avanço da tecnologia, pode-se encontrar no mercado módulos de até 800 Wp o que aumenta

a eficiência de projetos e diminui os custos dos mesmos [10].

### B. Controlador de carga

O controlador de carga é um dispositivo responsável por adequar a energia proveniente dos módulos fotovoltaicos para o nível de tensão e corrente apropriados ao carregamento das baterias, isso evita que às mesmas sobrecarregam e sobreaqueçam.

### C. Baterias

As baterias são muito importantes nos sistemas isolados, pois são dispositivos responsáveis por equilibrar as variações da radiação solar ao longo do tempo e fornecer carga constante nos períodos com pouca ou nenhuma insolação. Elas podem ser ligadas em série para obter maiores tensões, em paralelo, para obter maiores correntes ou ainda em arranjos que mesclam os dois tipos de ligações a depender da necessidade do projeto.

No mercado atual pode-se encontrar vários modelos de baterias e várias marcas. As de chumbo ácido são atualmente as mais utilizadas no Brasil. Baterias de lítio estão em evolução e ganhando mercado à medida que seu custo-benefício se torna mais atraente e a eletrônica de potência evolui de modo a desenvolver melhores controladores de carga para elas.

As baterias de níquel cádmio ou níquel-metal-hidreto são uma alternativa às de chumbo ácido, já as de níquel puro são mais caras, e tem uma maior durabilidade, o que representa uma vantagem para aplicações remotas. As baterias de chumbo ácido estacionárias com eletrólito líquido são as mais usadas em sistemas fotovoltaicos autônomos por ter um custo relativamente menor além de que consegue fornecer correntes altas por longos períodos pelo fato de suas placas metálicas internas serem mais grossas ao contrário das baterias automotivas que possuem placas mais finas projetadas para correntes altas por curtos períodos com descarregamento máximo de 20% [12].

Em análise as propriedades intrínsecas mais importantes das baterias, a seguir é apresentado alguns conceitos essenciais para o dimensionamento das mesmas [1].

1) *Taxa de descarga*: é a quantidade de corrente elétrica provida pela bateria durante o tempo que ela leva para realizar uma descarga da quantidade de energia correspondente a sua capacidade nominal.

2) *Profundidade de descarga*: é um índice percentual que indica quanto de carga foi retirado da bateria em relação a sua carga total.

3) *Tensão de circuito aberto*: é a tensão nos terminais da bateria para um determinado estado de carga com uma determinada temperatura quando não há corrente entre eles.

4) *Tensão de corte*: é a tensão limite da bateria podendo ser muito alta ou muito baixa, é definida pelo fabricante ou a depender do projeto em uso. Pode haver danos irreparáveis caso não seja respeitada.

5) *Vida útil*: é o número de vezes em que a bateria é carregada e descarrega (ciclo) com uma certa profundidade de descarga até apresentar alguma falha.

A Fig. 3 representa a relação entre o número de ciclos de carga e descarga de uma bateria de chumbo-ácido selada muito usada em sistemas fotovoltaicos, apresenta como faixa ideal de operação 17,5% e 22,5% de descarga total para uma maior vida útil dela, porém a depender do projeto principalmente visando redução de custos, pode-se chegar a 80%.

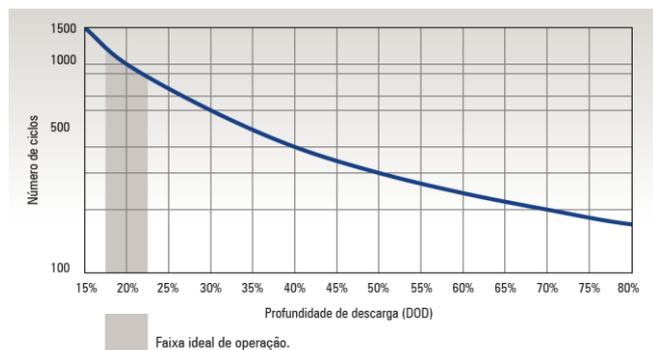


Fig. 3. Vida útil em ciclos em função da profundidade de descarga [13].

6) *Temperatura*: é uma variável muito importante para um bom aproveitamento da vida útil da bateria, a recomendação dos fabricantes a depender do modelo é que elas trabalhem em torno de 25°C. A figura 4 apresenta a relação para 3 modelos de referência em baterias de chumbo-ácido muito utilizados em sistemas fotovoltaicos, com respectivo tempo de vida em anos.

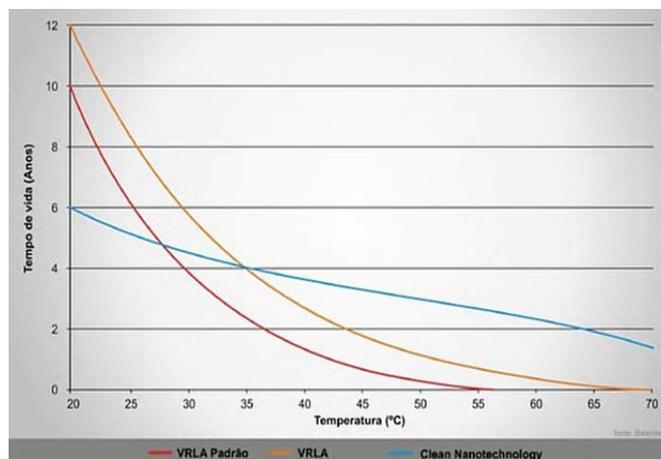


Fig. 4. Vida útil em ciclos em função da Profundidade de descarga [14].

7) *Eficiência de watt-hora (Wh)*: é a relação entre a energia útil proveniente da saída durante o processo de descarga e a energia total injetada na entrada da bateria (carga inicial), é expressa em watt-hora (Wh). As baterias de chumbo-ácido por exemplo possuem uma eficiência energética de 86% aproximadamente.

8) *Tensão de final de carga*: é a tensão fornecida pela bateria quando está totalmente carregada.

9) *Tensão nominal*: é a tensão média durante o processo de descarga a uma determinada temperatura.

10) *Capacidade nominal*: é a quantidade carga em amperes-hora que pode ser retirada de uma bateria em plena carga conforme recomendação do fabricante mediante valores específicos de temperatura de operação, corrente de descarga e tensão de corte.

#### D. Inversor de frequência

O inversor é o equipamento responsável por transformar a corrente contínua proveniente das baterias e dos módulos fotovoltaicos em c.a. adequada ao nível de tensão e frequência comum na região do projeto e aos aparelhos da residência. Há no mercado alguns tipos de inversores que podem fornecer em suas saídas onda senoidal modificada ou onda senoidal pura, sendo a escolha do tipo correto uma tarefa do projetista. É importante observar que cargas específicas como geladeiras, máquina de lavar, condicionador de ar e impressoras a laser necessitam de um inversor com onda senoidal pura [15].

Inversores híbridos podem ser utilizados tanto em sistemas conectados à rede quanto em sistemas isolados com ou sem baterias. Isso traz grandes vantagens aos usuários, pois pode-se programá-los para uso inteligente da energia disponível. Com esse tipo de inversor não é necessário o controlador de carga, o próprio inversor consegue fazer as mesmas funcionalidades e com otimizações. A Fig.5 ilustra essas ideias.

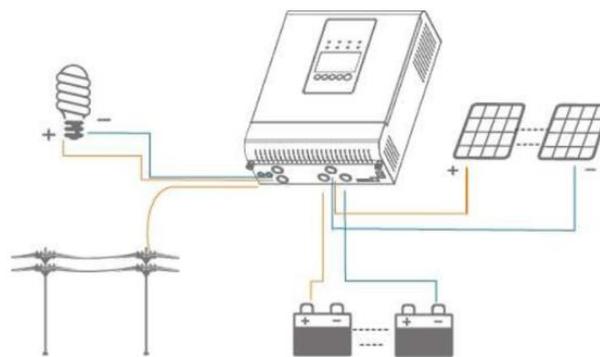


Fig. 5. Exemplo de sistema com inversor híbrido [16].

#### E. Dimensionamento de um sistema fotovoltaico isolado

Um método para o dimensionamento de um sistema de produção de energia isolado é analisar o consumo total da residência e os hábitos familiares em questão. Para levantar esses dados é importante analisar os equipamentos elétricos que serão utilizados e selecioná-los de forma a escolher os realmente necessários.

Estimar a curva de carga é muito importante para o dimensionamento desse tipo de sistema. Ela possibilita identificar possíveis sazonalidades diárias, mensais e anuais. Para sua elaboração, é necessário dividir o dia em períodos de uma hora, por exemplo, e aplicar a cada um destes as respectivas potências que serão acionadas ao mesmo tempo e esboçar os valores em uma curva de modo a mostrar os picos de potência. Dessa forma, é possível dimensionar um sistema que atenda o consumo nos momentos de picos de consumo levando em conta bitola de cabos, potência do inversor e proteções.

Para o gerador fotovoltaico é interessante usar o método da média diária anual de sol pleno onde analisa-se a irradiação anual para a região onde será montado o sistema e captura-se

os dados da estação solarimétrica mais próxima do projeto, dessa forma, a equação para a potência do gerador é:

$$P_p = \frac{E}{\frac{TD}{HSP_m}} \quad (1)$$

Onde:

$P_p$  – Potência de pico do gerador fotovoltaico (Wp);

$E$  – Consumo diário médio anual da edificação (Wh/dia);

$HSP_m$  – Média diária anual das horas de sol pleno incidente no plano do módulo FV (h);

$TD$  – Taxa de Desempenho do sistema (adimensional).

Para obter o número de módulos é necessário escolher o modelo e potência do módulo a ser usado no projeto e utilizar a equação (2);

$$Q = \frac{P_p}{P_{nom.}} \quad (2)$$

Onde:

$Q$  – Quantidade de módulos necessários;

$P_{nom}$  – Potência nominal do módulo utilizado.

Levantados os dados de consumo, potência do gerador fotovoltaico, juntamente com o modelo do inversor, é necessário dimensionar o banco de baterias. Este deve atender aos requisitos de energia suficiente para o consumo diário durante um período sem geração fotovoltaica como em dias chuvosos ou nublados. Também deve-se selecionar a profundidade de descarga permitida para as baterias pois afeta sua durabilidade. Para as baterias de chumbo ácido, o valor típico é 20% a 80%. Para o dimensionamento da potência que o banco deve ter, tem-se a equação:

$$Cb = \frac{De \cdot Da}{V_{banco} \cdot \eta_b \cdot \eta_{inv} \cdot P_{des}} \quad (3)$$

Onde:

$C_b$  – Capacidade do banco de baterias em ampere-hora (Ah);

$De$  – Demanda energética total da residência (Wh);

$Da$  – Dias de autonomia do banco;

$V_{banco}$  – Tensão elétrica nominal do banco (V);

$\eta_b$  – Eficiência da bateria;

$\eta_{inv}$  – Eficiência de conversão (c.c./c.a.) do inversor;

$P_{des}$  – Profundidade de descarga.

### III. DESENVOLVIMENTO

#### A. Dimensionamento do protótipo

Nesta seção mostra-se o dimensionamento do protótipo composto por alguns eletrodomésticos comuns em uma residência, obtendo um modelo de cálculo válido com amostras reais de consumo capturadas experimentalmente que poderá ser extrapolado para uma análise de residências maiores. Toma-se como base, potências reais dos aparelhos de forma a elaborar uma curva de carga típica de sete dias comuns (semana típica).

Segue a lista de equipamentos com suas respectivas potências:

1 Sanduicheira – 700 W.

1 Ventilador – 150 W.

6 Lâmpadas LED - 9 W cada.

1 Carregador de celular – 5 W.

1 Modem roteador – 7 W.

Após a escolha dos eletrodomésticos (tabela A. IV. mostra a quantidade de cada aparelho utilizado em questão), foram elaboradas 7 curvas de carga características dispostas no Apêndice A (Fig. A.2 a Fig. A.8) para consumos diferentes representando uma variação diária. Com isso foi possível encontrar os valores da Tab. I que são as somas diárias dos valores de consumo para cada aparelho em cada dia da semana referentes às informações contidas nas tabelas do apêndice A (Tab. A. IV. a Tab. A.XI).

TABELA I. SOMATÓRIO DE ENERGIA DIÁRIA E SEMANAL

Energia total	
Dia da semana	Energia (Wh)
Segunda-feira	1085,33
Terça-feira	1101,00
Quarta-feira	1105,33
Quinta-feira	1121,33
Sexta-feira	1112,33
Sábado	1121,33
Domingo	1129,33
Soma total:	7776,00

Dividindo a Soma total por 7 (dias da semana) e multiplicando por 30 (dias do mês), a previsão de consumo mensal é de 33,32 kWh para o protótipo. Analisando o consumo médio residencial total por subsistema na região Centro-Oeste que foi de 177,4 kWh/mês esse protótipo representa uma porcentagem amostral de 18,78% do total necessário para um sistema residencial completo que abrange os equipamentos já citados e consumos como chuveiro elétrico e condicionador de ar [20].

O protótipo foi montado na área 3 bloco E da PUC Goiás, e por isso foi buscado como dados solarimétricos os disponíveis na estação mais próxima da região, localizada na cidade de Senador Canedo. Assim o valor para as horas de sol pleno (HSP) encontrado foi de 5,47h, (ver Tab. A.1 do apêndice A), considerando um ângulo de montagem do gerador igual a latitude do local que é de  $-16,678^\circ$ .

Dimensionando o protótipo para o dia da curva de carga com o maior consumo sendo domingo com 1129,33 Wh o gerador fotovoltaico conseguirá suprir o sistema para todos os dias da semana. Vale ressaltar que o dia com maior pico de potência (868 W) às 8 horas não ultrapassa o pico suportado pelo inversor que é de 2 kW. Considerando uma Taxa de Desempenho do sistema de 0,75 e utilizando a Eq. 1:

$$P_p = \frac{1129,33}{\frac{0,75}{5,47}}$$

$$P_p = 275,28 \text{ Wp}$$

Com a potência de pico do gerador pode-se dimensionar o

número de módulos a serem utilizados de acordo com a Eq.2 e a potência retirada da Fig.A.1 dos módulos JINKO Solar de 260 Wp:

$$Q = \frac{275,28}{260}$$

$$Q = 1,06$$

Como a universidade já possuía uma estrutura montada com 2 módulos solares do fabricante JINKO com potência de 260 Wp, e o inversor opera com maior eficiência de seu MPPT com a tensão provida por esses dois módulos em série, foram utilizados dessa forma no projeto.

A fim de diminuir os custos, optou-se por usar um inversor já disponível na PUC Goiás apresentado na Fig.6. Este é híbrido e possui uma potência nominal de 2000 W. As informações principais se encontram na Tab. II. Por ser híbrido permite utilização tanto em sistemas interligados com a rede como em sistemas isolados. Representação de suas funcionalidades na figura 06.



Fig. 6. Inversor FlinInfini lite 2k em modo off grid [17].

TABELA II. INFORMAÇÕES PRINCIPAIS PARA LIGAÇÃO OFF GRID DO INVERSOR FLININFINI LITE 2K-24V [17]

Modelo	FlinInfini Lite 2K-24V
<b>Características DC</b>	
Máxima Potência do arranjo FV	2000 W
Potência de saída nominal	2000 W
Máxima tensão de circuito aberto (Voc) do arranjo FV	145 V
Faixa de tensão MPPT	30 – 115 V
<b>Operação e saída com Baterias (AC)</b>	
Tensão nominal de saída	220/230/240 V
Forma de onda de saída	Onda senoidal pura
Eficiência (DC/AC)	93%
<b>Bateria e carregador</b>	
Tensão Nominal DC	24 V
Corrente máxima de carregamento solar	80 A
Corrente máxima de carregamento	140 A
<b>Características Gerais</b>	
Dimensões (CxLxA)	100x300x450mm
Peso	8 kg
Comunicação	USB ou RS232
Temperatura de Operação	0 – 50°C

A tensão c.c. de entrada do inversor para as baterias é 24 V, foi escolhido uma autonomia do banco de 1,5 dias (de forma a suprir o consumo de um dia e meio sem geração fotovoltaica e diminuir o custo do mesmo). A eficiência da bateria de chumbo-ácido é 86%, a eficiência c.c./c.a. do inversor 93% e ajustando o sistema para uma profundidade de descarga de 80%, o dimensionamento do mesmo de acordo com a Eq.3 é:

$$C_b = \frac{1129,33 \cdot 1,5}{24 \cdot 0,86 \cdot 0,93 \cdot 0,8}$$

$$C_b = 110,31Ah$$

Dessa forma, o banco de baterias deve ter no mínimo duas de 115 Ah (em valores comerciais) com tensão nominal de 12 V, ligadas em série.

### B. Montagem do protótipo

A montagem do protótipo contemplou 3 etapas explanadas a seguir:

- 1) - Dimensionamento dos cabos e disjuntores para todo o sistema, utilizando a ABNT NBR-5410, ABNT NBR 16690 (atualizações 2017 e 2019).
- 2) - Projeto unifilar de todo esquema de ligação entre módulos, banco de bateria, inversor e cargas finais;
- 3) – Montagem prática do protótipo, de acordo com as etapas 1 e 2.

#### 1.1) Dimensionamento dos disjuntores c.c.

Conforme especificado pelo fabricante do inversor, recomenda-se o uso de disjuntores de 125 A para o banco de baterias, e até 25 A para os módulos fotovoltaicos.

#### 1.2) Dimensionamento dos disjuntores em c.a.

Item 1.1 da NBR-5410,  $I_b = 8.7$  A e  $I_z = 21$  A (capacidade de condução de um cabo flexível 2.5 mm<sup>2</sup>).

Dessa forma a  $I_n$  escolhida foi de 16 A, utilizando o princípio  $I_b \leq I_n \leq I_z$ .

$$8.7 \leq 16 \leq 21$$

#### 1.3) Dimensionamento do cabo c.c.

Para o dimensionamento do cabo solar, foi utilizada a norma NBR-16690 de 2019, conforme a figura abaixo para análise da corrente do cabo a ser instalado:

TABELA III. SEÇÃO DOS CABOS E CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE [21]

Seção transversal do condutor [mm <sup>2</sup> ]	Resistência indutiva [Ohm/km]	Max. DC Resist. Cond. 20°C [Ohm/km]	Max. DC resist. cond. 90°C [Ohm/km]	Resistência elétrica máxima CA 60Hz 90°C [Ohm/km]	Voltage Drop [V/A.km]	Avaliação de corrente DC permissível [A]	current rating in air 30°C - trefoil [A]
2,5	0,1255	8,21	10,469	10,469	14,64	37	29
4	0,1223	5,09	6,490	6,49	9,12	50	40
6	0,114	3,39	4,323	4,323	6,11	65	53
10	0,0994	1,95	2,486	2,486	3,55	90	74
16	0,0918	1,24	1,581	1,581	2,29	121	101
25	0,09	0,795	1,014	1,014	1,5	161	135
35	0,0846	0,565	0,720	0,721	1,09	200	169
50	0,0814	0,393	0,501	0,502	0,78	242	207
70	0,079	0,277	0,353	0,354	0,57	310	268
95	0,0764	0,21	0,268	0,269	0,45	377	328
120	0,0779	0,164	0,209	0,211	0,37	437	383
150	0,0819	0,132	0,168	0,17	0,32	504	444
185	0,0806	0,108	0,138	0,14	0,27	575	510
240	0,08	0,0817	0,1042	0,108	0,23	679	607

De acordo com a Fig.7, um cabo de 2,5 ou 4 mm<sup>2</sup> atenderia a geração fotovoltaica do protótipo, pois a corrente máxima do sistema seria de 8,98A. Foi escolhido um cabo de 4mm<sup>2</sup> por questões de disponibilidade no mercado.

#### 1.4) Dimensionamento do cabo c.a.

Utilizando a ABNT NBR-5410, encontra-se as tabelas IV e V relacionadas ao dimensionamento de cabos c.a. para baixa tensão em que para o sistema em questão, o fator de correção é 0,8.

TABELA IV. FATOR DE CORREÇÃO DOS FIOS E CABOS [22]

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou cabos multipolares											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥ 20
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embudidos, em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,71			0,70		
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62			0,61	
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72			0,72	
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78			0,78	

TABELA V. MÉTODOS DE REFERÊNCIA PARA SEÇÃO E CONDUÇÃO DE CORRENTE [22]

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33									
	A1		A2		B1		B2		C	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
	<b>Cobre</b>									
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	13
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	19,5
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	27
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	36

$$I_{zca} = I_{cca} \cdot F_c \quad (5)$$

Onde:

$I_{zca}$ = Corrente de condução corrigida;

$I_{cca}$ = Corrente de acordo com o método de instalação e número de condutores no mesmo Fig.9;

$F_c$ = Fator de correção (0,8) Fig.8.

Para o método de referência B1 e 3 condutores carregados, a corrente encontrada é 21 A conforme a Fig.9, assim:

$$I_{zca} = 21 \cdot 0,8 = 16,8 \text{ A}$$

Dessa forma, a seção escolhida para o condutor do circuito de saída c.a. do inversor para as cargas foi de 2,5 mm<sup>2</sup>.

#### 1.5) Sistema SPDA

Como o gerador FV está dentro da área de proteção do sistema SPDA já instalado no local com uma malha de aterramento e captos robusta, toda a área interna desse sistema está protegida contra uma possível descarga atmosférica.

Dessa forma, foi feita a equipotencialização dos módulos FV na estrutura, e esta foi ligada com um cabo c.a. de 4 mm<sup>2</sup> ao barramento de aterramento c.a. do inversor equipotencializando todo o sistema.

#### 2) Projeto unifilar

No apêndice B, Fig.B.1, está descrito o projeto unifilar completo detalhado com todas as ligações do protótipo.

#### 3) Montagem prática do protótipo

De acordo com o projeto foram adquiridos os componentes necessários e realizada a montagem prática do protótipo na sala 506 bloco E área 3 da PUC Goiás e os módulos FV (Fig.7) na laje de cobertura dele. A Fig.8 mostra o inversor juntamente com a descida dos cabos c.c. e os quadros de proteção c.c. e c.a. do sistema. O inversor foi programado para as correntes de entrada e saída de acordo com os dados do projeto descritos no apêndice B, Fig.B.2. A Fig.9 apresenta as cargas em chaveamento automático com o sistema em operação e a Fig.10 mostra uma visão geral do protótipo juntamente com o computador responsável por coletar os dados gerados pelo supervisor do inversor.



Fig.7. Gerador FV.



Fig.8. Chegada da c.c. no QDG / Inversor / QDG do c.a.



Fig.9. Cargas em chaveamento automático.



Fig.10. Vista geral do sistema e supervisor em coleta de dados.

### C. Chaveamento de cargas

Para executar os chaveamentos de acordo com a curva de carga escolhida, foi necessário projetar uma automação de forma a ligar as cargas por períodos definidos e horários oportunos para cada dispositivo elétrico, Fig.11. Para isso foi utilizada a placa microcontrolada Arduino Uno. Esse dispositivo possibilita programação e, com isso, foi possível elaborar rotinas de chaveamentos necessárias para cada saída digital. O código do programa foi disponibilizado no apêndice C.

Juntamente ao Arduino com o intuito de proporcionar uma automação horária com precisão temporal aliada ao horário de Brasília, foi utilizada a placa RTC DS1307, ela possui um circuito dedicado capaz de fornecer calendário completo e informações como segundo, minutos, dia, data, mês e ano ao microcontrolador via protocolo I2C com alta exatidão, cujo propósito é possibilitar a interligação de periféricos utilizando apenas as duas linhas de dados (SDA e SCL) Serial Data e Serial Clock, presentes nas entradas analógicas A4 e A5 do Arduino Uno. A placa possui um *slot* para bateria de lítio, que tem a função de manter o circuito funcionando mesmo sem a alimentação pela fonte principal.

Foi colocado no protótipo um LCD com interface I2C, com o objetivo de visualizar o horário atual do sistema e o status dos acionamentos bem como possíveis falhas nos relés e demais componentes dele, melhorando a visualização e comparação dos dados implementados no programa.

Outro componente importante do sistema é a placa

reguladora de tensão Fig.12, ela tem o objetivo de capturar a tensão 12V de baterias externas e regulá-la em 8 V para alimentação do Arduino, protegendo-o contra possíveis picos de tensão e também com outra saída 5 V para alimentação dos relés de acionamento. Estes consomem 70 mA aproximadamente cada (em suas bobinas internas), dessa forma considerando o caso em que todos estão acionados, o sistema precisa de uma corrente de 0,84 A, que necessitaria de uma dissipação de 5,88W no regulador, considerando a tensão da bateria em 12V. Por esse fato, foram colocados 3 reguladores LM7805 CV em paralelo com o intuito de melhorar a estabilidade da tensão de saída e aumentar a dissipação de calor, quando o *cooler* de resfriamento estiver acionado.

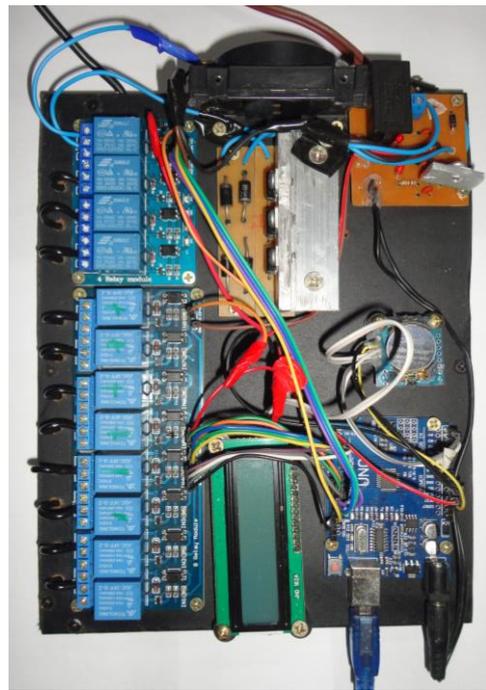


Fig.11. Sistema para chaveamento de cargas.

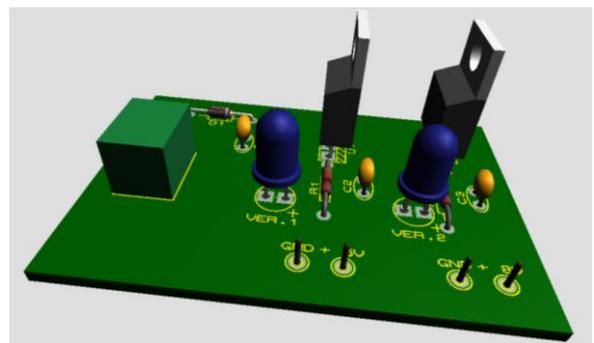


Fig.12. Projeto da placa reguladora, visão 3D.

## IV. RESULTADOS

Ao longo de uma semana (02/05/2022 – 08/05/2022) foram capturados os dados do protótipo por meio do supervisor do inversor (*software Solar Power*, fornecido pelo fabricante do mesmo). Ele possibilita o monitoramento do sistema em tempo real, como tensões do arranjo fotovoltaico, bateria e saída de carga, frequência de saída e correntes de carga/descarga da bateria por minuto; permite exportar os dados em formato xls e gráficos em imagem.

Observou-se que o inversor não é capaz de medir cargas abaixo de 80 W, com isso, os acionamentos com potência menor que esse valor, ficaram comprometidos quanto à análise dos resultados.

O domingo foi escolhido como o maior consumo do sistema, assim a Fig. B.21 no apêndice, mostra a potência de saída do inversor. Em comparação com a curva de carga projetada, pode-se perceber os picos de potência esperados, principalmente das 6 às 6:20h quando a sanduicheira de 700W está acionada (maior carga do sistema), assim como das 11 às 12h, 13 às 14h e 21 às 22h quando o ventilador de 150W está acionado. Outro dado importante é a capacidade da bateria Fig.B.22, percebe-se que durante todo o acionamento diário, o banco teve como menor capacidade 50%, representando uma descarga do banco de apenas 50%, valor menor que o utilizado como profundidade de descarga na Eq.3 (80%) confirmando os valores escolhidos no método de dimensionamento para esse caso.

Analisando os demais dias da semana, percebeu-se que a bateria descarregou até 50% das 5 às 9h da manhã na terça, quarta, quinta e sexta; isto ocorreu pela característica variável das cargas acionadas a noite sem geração FV e porque estes são os dias com maiores potências acionadas neste período, porém ainda estão abaixo da faixa máxima de descarga projetada.

Com relação a geração fotovoltaica, todos os dias apresentaram uma boa média de geração com valores acima do consumo máximo da semana. Assim, percebeu-se que o sistema foi dimensionado de forma coerente com os consumos previstos e para o carregamento das baterias. Com o intuito de um melhor aproveitamento dessa energia, duas opções são possíveis: aumentar o banco de baterias ou aumentar o consumo diurno priorizando os períodos de maior geração FV. A Tab.III apresenta os valores da geração FV diária em Wh fornecidos pelo inversor durante a semana analisada.

TABELA VI. GERAÇÃO FV DIÁRIA

Geração FV diária	
Dia da semana	Energia (Wh)
Segunda	1504,56
Terça	1563,2
Quarta	1461,98
Quinta	1764,55
Sexta	1533,31
Sábado	1407,53
Domingo	1637,75
Soma total:	10872,88

## V. ESTUDO DE CUSTOS FINANCEIROS

Para o desenvolvimento do protótipo foi preciso adquirir os equipamentos e materiais necessários, tais como, módulos FV, baterias, inversor e cabos. Para um estudo comparativo de valores, segue os itens necessários para o projeto cotados na data 07/05/2022.

- 1) Módulo solar JINKO 260 W – R\$ 729,00 cada (valor para o modelo de 280W, o de 260W não possui mais fabricação) [23];
- 2) Inversor Solar híbrido onda senoidal pura 2 kW – R\$ 4.000,00 (cotado diretamente no site da Flin energy e com taxas de importação) [24];
- 3) Bateria estacionária 115 Ah DF2000 FREEDOM– R\$ 850,00 cada uma [25];
- 4) Cabo solar 4 mm<sup>2</sup>- R\$ 8,99 · 50 metros (25 metros preto e 25 metros vermelho) R\$ 449,50 [26];
- 5) Cabo para equipotencialização de todo sistema 4 mm<sup>2</sup> R\$ 2,99 x 25 metros, R\$ 75,00;
- 6) Material diversos como suporte para os módulos solares, conexões, parte de infraestrutura, cabos para corrente alternada entre outros R\$ 1.000,00.

O sistema completo possui um valor total de R\$ 8.682,50. Considerando uma geração média de 34 kWh por mês, baseando-se nas práticas de preços cobrados pela concessionária ENEL – GO, essa residência típica teria um custo mensal de aproximadamente R\$ 70,00 por mês. Resultando em R\$ 840,00 por ano.

Através de um cálculo simples, não considerando inflação, taxa de juros e correções na cobrança da tarifa da concessionária; podemos estimar o tempo de retorno sobre um investimento: R\$ 8.682,50 (protótipo) / R\$ 840,00 (custo com fatura de energia) resultando em 10 anos e 4 meses, o qual seria o tempo de reembolso do sistema sem considerar posteriores trocas do banco de baterias.

## VI. CONCLUSÕES

Um sistema autônomo representa um grande passo para uma sociedade que almeja independência energética e liberdade de escolha ambiental e financeira. Dessa forma, pode-se perceber que esse nicho de mercado está em constante crescimento e possui grandes vantagens para as residências em geral. A geração distribuída fotovoltaica tem grande importância no sucesso deste ideal.

Percebeu-se que o inversor FlinInfini Lite 2K é adequado quanto ao modo de operação desconectado da rede, além disso, foi possível aplicar na prática o método de dimensionamento adotado e comprovar sua conformidade aos resultados reais e possibilidade de utilização em sistemas de maior porte.

Dessa forma, este trabalho trouxe como principais contribuições: estudo, implantação e análise de operação de um sistema desconectado da rede para suprimento de residência urbana. A partir dos testes realizados demonstrou-se que o método de dimensionamento do banco de baterias foi compatível com os módulos FV. Além disso, apresenta uma possibilidade de independência energética importante e válida, visando a construção de um mundo mais sustentável e eficiente energeticamente.

Sugestões para trabalhos futuros: estudo do comportamento do sistema com um banco de baterias maior e com outros tipos como as de lítio; diminuição de perdas; priorização de consumo diurno; melhoria do *payback*; estudos ambientais modernos. Monitoramento para potência menor que 80W.

## VII. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus pela saúde e sabedoria imprescindíveis a realização deste trabalho. Agradecemos também ao prof. Carlos Augusto Guimarães Medeiros pela atenção e conhecimentos disponibilizados, e pela dedicação à tarefa de orientador. Agradecemos aos doadores prof. Carlos Augusto Guimarães Medeiros, André Mendes, Bragança, Felipe Rabelo, Luiz Dimitri, Alberto e Fabrício Hanna, pois contribuíram para a aquisição do banco de baterias necessário para a construção do protótipo.

## VIII. REFERÊNCIAS

- [1] Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos, edição revisada e atualizada., CEPEL- DTE - CRESESB, Rio de Janeiro, RJ, 2014.
- [2] Atlas Brasileiro de Energia Solar, 2ª ed., CCST/LABREN/INPE, São José dos Campos, SP, 2017, págs. 63-65.
- [3] GOVERNO DO BRASIL. Energia renovável chega a quase 50% da matriz energética brasileira. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/08/energia-renovavel-chega-a-quase-50-da-matriz-eletrica-brasileira-1>>. Acesso em 30 de abril. de 2022.
- [4] VILLALVA, M. G. Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações. 2ª ed. Editora Érica, São Paulo, 2012, pg.102 a 110.
- [5] Sistema Fotovoltaico Off-Grid (Isolado). Disponível em: <[blog.bluesol.com.br/sistema-fotovoltaico-off-grid-isolado-voce-acha-que-sabe-tudo](http://blog.bluesol.com.br/sistema-fotovoltaico-off-grid-isolado-voce-acha-que-sabe-tudo)>. Acesso em 30 de abril. de 2022.
- [6] ANEEL, Resolução Normativa nº 493, 2012.
- [7] COSTA, C. F. Estudo de um sistema fotovoltaico isolado com aplicação do método de rastreamento de máxima potência Perturba e Observa. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Engenharia Elétrica – Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2017.
- [8] Como Funciona o módulo Solar Fotovoltaico. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico.html>>. Acesso em 30 de abril. de 2022.
- [9] Como é feito um módulo solar. Disponível em: <[http://blog.minhacasasolar.com.br/como-e-feito-um-painel-solar/?gclid=CjwKCAjwp\\_GJBhBmEiwALWBQk5aIFUA172Zlv-rj1W8xqCn\\_N\\_0VgIrlUGxDXzcPJC\\_hNA3m9A-rFvhoCoE8QAvD\\_BwE](http://blog.minhacasasolar.com.br/como-e-feito-um-painel-solar/?gclid=CjwKCAjwp_GJBhBmEiwALWBQk5aIFUA172Zlv-rj1W8xqCn_N_0VgIrlUGxDXzcPJC_hNA3m9A-rFvhoCoE8QAvD_BwE)> Acesso em 30 de abril. de 2022.
- [10] Energia solar: a evolução dos módulos fotovoltaicos- Parte 1. Disponível em: <<https://www.dusolengenharia.com.br/post/energia-solar-a-evolucao-dos-modulos-fotovoltaicos-parte-i/>> Acesso em 31 de abril. de 2022.
- [11] MORAES, B.; BARBOSA, C. Projeto de aquecimento solar térmico- fotovoltaico off grid de piscinas. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade UnB Gama – FGA – Universidade de Brasília – UNB, Brasília, 2015.
- [12] RODRIGUES, D. C., SILVA, P. V. B., NOGUEIRA, R. G., SEABRA, T. G. Sistema fotovoltaico autônomo para alimentação de um protótipo “mesa de estudo”. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Engenharia Elétrica – Instituto Unificado de Ensino Superior – IUESO. Pg. 49 a 57.
- [13] Baterias estacionárias seladas. Disponível em: <<https://baterias.logik.com.br/estacionarias.html>>. Acesso em 25 de set. de 2021.
- [14] Baterias para sistemas solares. Disponível em: <[http://www.sunlab.com.br/Baterias\\_descarga\\_profunda.htm](http://www.sunlab.com.br/Baterias_descarga_profunda.htm)>. Acesso em 31 de abril. de 2022.
- [15] Tipos de inversores solar. Disponível em: <<https://elysia.com.br/tipos-de-inversor-solar/>>. Acesso em 31 de abril. de 2022.
- [16] Sistema com inversor híbrido. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/inversor-hibrido>>. Acesso em 31 de abril. de 2022.
- [17] FLIN ENERGY. Manual do Usuário. 2017.
- [18] O que é Arduino e como funciona. Disponível em: <<https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-e-arduino-e-como-funciona/>>. Acesso em 31 de abril. de 2022.
- [19] Potencial Solar - SunData v 3.0. Disponível em: <[http://cresesb.cepel.br/index.php#localidade\\_17366](http://cresesb.cepel.br/index.php#localidade_17366)>. Acesso em 31 de abril. de 2022.
- [20] Anuário estatístico de Energia Elétrica 2021. Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio\\_2021.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio_2021.pdf)>. Acesso em 31 de abril. de 2022.
- [21] ABNT NBR-16612, Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos não halogenados, isolados, com cobertura, para tensão de até 1,8kV cc entre condutores – Requisitos de desempenho, 2020.
- [22] ABNT NBR-5410, Instalações elétricas de baixa tensão, 2008.
- [23] Painel Solar Fotovoltaico 280W. Disponível em: <[https://www.neosolar.com.br/loja/painel-solar-fotovoltaico-280w-osda-oda280-30-p.html?gclid=Cj0KCCQjwsdiTBhD5ARIsAlpW8CILM25A5uohLU39qBLqrNyvEES4nnesgIDsPgJfEORT027ZBQEuI-8aAjIENEALw\\_wcB](https://www.neosolar.com.br/loja/painel-solar-fotovoltaico-280w-osda-oda280-30-p.html?gclid=Cj0KCCQjwsdiTBhD5ARIsAlpW8CILM25A5uohLU39qBLqrNyvEES4nnesgIDsPgJfEORT027ZBQEuI-8aAjIENEALw_wcB)>. Acesso em 07 de maio de 2022.
- [24] FlinInfini Lite Smart Hybrid Inverter. Disponível em: <[https://flinenergy.com/product\\_detail/Solar\\_Inverters/\\_FlinInfini\\_Lite\\_Smart\\_Hybrid\\_Inverter](https://flinenergy.com/product_detail/Solar_Inverters/_FlinInfini_Lite_Smart_Hybrid_Inverter)>. Acesso em 07 de maio de 2022.
- [25] Bateria Estacionaria 12v 115ah. Disponível em: <[https://www.magazineluiza.com.br/bateria-estacionaria-12v-115ah-df2000-freedom-nobreak-energia-solar/p/gh62c7bfa/im/baoa/?&seller\\_id=bpintermediacao&utm\\_source=google&utm\\_medium=pla&utm\\_campaign=&partner\\_id=54222&gclid=Cj0KCCQjwsdiTBhD5ARIsAlpW8CI\\_DkRc6Y53RI7v79OpKNSIF4E8gmRJP001VhRk9ap1ZKRwa2xtBQMaAICKEALw\\_wcB&gclid=aw.ds](https://www.magazineluiza.com.br/bateria-estacionaria-12v-115ah-df2000-freedom-nobreak-energia-solar/p/gh62c7bfa/im/baoa/?&seller_id=bpintermediacao&utm_source=google&utm_medium=pla&utm_campaign=&partner_id=54222&gclid=Cj0KCCQjwsdiTBhD5ARIsAlpW8CI_DkRc6Y53RI7v79OpKNSIF4E8gmRJP001VhRk9ap1ZKRwa2xtBQMaAICKEALw_wcB&gclid=aw.ds)>. Acesso em 07 de maio de 2022.
- [26] Cabo Fotovoltaico 4mm. Disponível em: <[https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2116225929-cabo-fotovoltaico-4mm-energia-solar-10mt-preto-\\_JM?matt\\_tool=10818270&matt\\_word=&matt\\_source=google&matt\\_campaign\\_id=14303413601&matt\\_ad\\_group\\_id=125956123919&matt\\_match\\_type=&matt\\_network=g&matt\\_device=c&matt\\_creative=543112166567&matt\\_keyword=&matt\\_ad\\_position=&matt\\_ad\\_type=pla&matt\\_merchant\\_id=437129692&matt\\_product\\_id=MLB2116225929&matt\\_product\\_partition\\_id=1415073297836&matt\\_target\\_id=aud-37863754381:pla-1415073297836&gclid=Cj0KCCQjwsdiTBhD5ARIsAlpW8CIImz9Yi9E7LnIBkPNaseRP7jKTPmwey7oe0LmSR3G0kTtLo\\_I BelaAnH4EALw\\_wcB](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2116225929-cabo-fotovoltaico-4mm-energia-solar-10mt-preto-_JM?matt_tool=10818270&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14303413601&matt_ad_group_id=125956123919&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=543112166567&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=437129692&matt_product_id=MLB2116225929&matt_product_partition_id=1415073297836&matt_target_id=aud-37863754381:pla-1415073297836&gclid=Cj0KCCQjwsdiTBhD5ARIsAlpW8CIImz9Yi9E7LnIBkPNaseRP7jKTPmwey7oe0LmSR3G0kTtLo_I BelaAnH4EALw_wcB)>. Acesso em 07 de maio de 2022.

# APÊNDICE A – DIMENSIONAMENTO

TABELA A.I. DADOS SOLARIMÉTRICOS

**Estação:** Senador Canedo  
**Município:** Senador Canedo , GO - BRASIL  
**Latitude:** 16,701° S  
**Longitude:** 49,149° O  
**Distância do ponto de ref. ( 16,67872° S; 49,24509° O ):** 10,5 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m <sup>2</sup> .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	5,48	5,59	5,17	5,10	4,81	4,58	4,77	5,66	5,55	5,61	5,38	5,49	5,27	1,09
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	17° N	5,04	5,35	5,23	5,54	5,61	5,53	5,68	6,40	5,78	5,46	5,00	5,47	1,40	
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	19° N	4,97	5,30	5,21	5,57	5,68	5,62	5,76	6,46	5,78	5,42	4,94	5,47	1,53	
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	10° N	5,26	5,48	5,24	5,40	5,32	5,18	5,35	6,15	5,73	5,56	5,19	5,24	5,43	,96

Irradiação Solar no Plano Inclinado –Senador Canedo–Senador Canedo, GO–BRASIL

16,701° S; 49,149° O

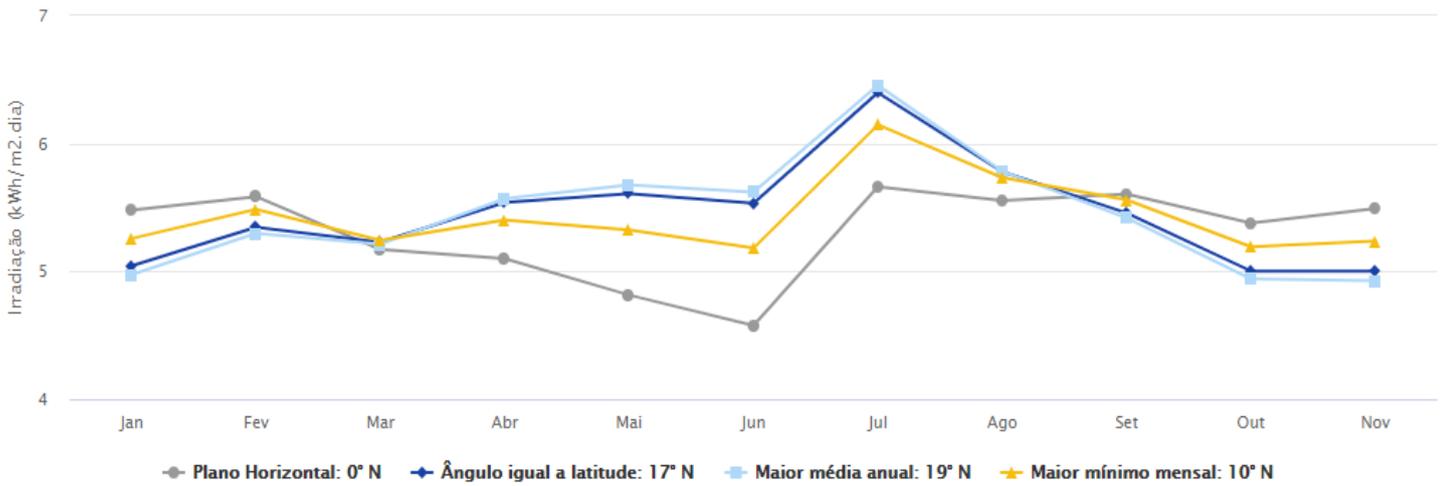


Fig. A.1. Horas de Sol Pleno captadas pela estação meteorológica de Senador Canedo [19].

TABELA A. II. ESPECIFICAÇÕES DE POTÊNCIA DATASHEET MÓDULO JINKO SOLAR

## SPECIFICATIONS

Module Type	JKM240P-60B		JKM245P-60B		JKM250P-60B		JKM255P-60B		JKM260P-60B	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	240Wp	177Wp	245Wp	181Wp	250Wp	184Wp	255Wp	189 Wp	260Wp	193Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	30.0V	27.8V	30.1V	27.8V	30.5V	28.0V	30.8V	28.5V	31.1V	28.7V
Maximum Power Current (Imp)	8.01A	6.36A	8.14A	6.50A	8.20A	6.56A	8.28A	6.63A	8.37A	6.71A
Open-circuit Voltage (Voc)	37.2V	34.7V	37.5V	34.8V	37.7V	34.9V	38.0V	35.2V	38.1V	35.2V
Short-circuit Current (Isc)	8.56A	7.10A	8.76A	7.16A	8.85A	7.21A	8.92A	7.26A	8.98A	7.31A
Module Efficiency STC (%)	14.66%		14.97%		15.27%		15.58%		15.89%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000VDC(UL)									
Maximum series fuse rating	15A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.41%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.31%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.06%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

TABELA A.III. INFORMAÇÕES DATASHEET INVERSOR FLININFINI LITE [17]

MODEL	FlinInfini Lite 2K-24V	FlinInfini Lite 4K-48V	FlinInfini Lite 5kW-48
Max. PV Array Power	2000W	4000W	6000W
Rated Output Power	2000W	4000W	5000W
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	145 VDC	145 VDC	145 VDC
MPPT Range @ Operating Voltage	30 VDC ~ 115 VDC	60 VDC ~ 115 VDC	60 VDC ~ 115 VDC
Number	1	1	2
<b>GRID-TIE OPERATION</b>			
<b>GRID OUTPUT (AC)</b>			
Nominal Output Voltage	220/230/240 VAC		
Output Voltage Range	184 - 264.5 VAC		
Nominal Output Current	8.7A	17.4A	21.7A
Power Factor	> 0.99		
<b>EFFICIENCY</b>			
Maximum Conversion Efficiency (DC/AC)	90%		
<b>OFF-GRID, HYBRID OPERATION</b>			
<b>GRID INPUT</b>			
AC Start-up Voltage / Auto Restart Voltage	120-140 VAC / 180 VAC		
Acceptable Input Voltage Range	170 -280 VAC		
Maximum AC Input Current	30A	40A	
<b>BATTERY MODE OUTPUT (AC)</b>			
Nominal Output Voltage	202/208/220/230/240 VAC		
Output Waveform	Pure sine wave		
Efficiency (DC to AC)	93%		
<b>BATTERY &amp; CHARGER</b>			
Nominal DC Voltage	24 VDC	48 VDC	48 VDC
Maximum Solar Charge Current	80 A		120 A
Maximum AC Charge Current	60 A		
Maximum Charge Current	140 A		180 A
<b>GENERAL</b>			
<b>PHYSICAL</b>			
Dimension, D x W x H (mm)	100 x 300 x 450	120 x 295 x 468	194 x 295 x 455
Net Weight (kgs)	8	11	16
<b>INTERFACE</b>			
Parallel Function	N/A	Yes	Yes
External Safety Box (Optional)	Yes		
Communication	USB/Dry contact		

TABELA A. IV. NUMERAÇÃO DOS APARELHOS CONSUMIDORES DO SISTEMA

Aparelhos consumidores do sistema			
Nº	Tipo	Quant.	Potência (W)
1	Ventilador	1	150
2	Sanduicheira	1	700
3	Lâmpadas LED	6	9
4	Carregador de celular	1	5
5	Modem roteador	1	7

Observação: Nas tabelas A.V. a A.XI a soma em Wh referente as colunas onde o item 2 (sanduicheira) está presente, tem a sua potência dividida por 3 representando 20 minutos de ativação dentro dos 60 minutos analisados e com isso foi somado esse valor as demais cargas daquela hora em análise.

TABELA A. V. POTÊNCIA HORÁRIA REERENTE A SEGUNDA-FEIRA

Segunda-feira																								
nº	00h a 01h	01h a 02h	02h a 03h	03h a 04h	04h a 05h	05h a 06h	06h a 07h	07h a 08h	08h a 09h	09h a 10h	10h a 11h	11h a 12h	12h a 13h	13h a 14h	14h a 15h	15h a 16h	16h a 17h	17h a 18h	18h a 19h	19h a 20h	20h a 21h	21h a 22h	22h a 23h	23h a 00h
1												150												
2								700																
4	18	18	18	18	18	18									9	9	9	9	45	45	45	18	54	18
5																					5	5	5	
6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Soma (Wh)	25	25	25	25	25	25	7	240,3	7	7	7	157	7	7	16	16	16	16	52	57	207	30	61	25
Pot. de pico (W)	25	25	25	25	25	25	7	707	7	7	7	157	7	7	16	16	16	16	52	57	207	30	61	25

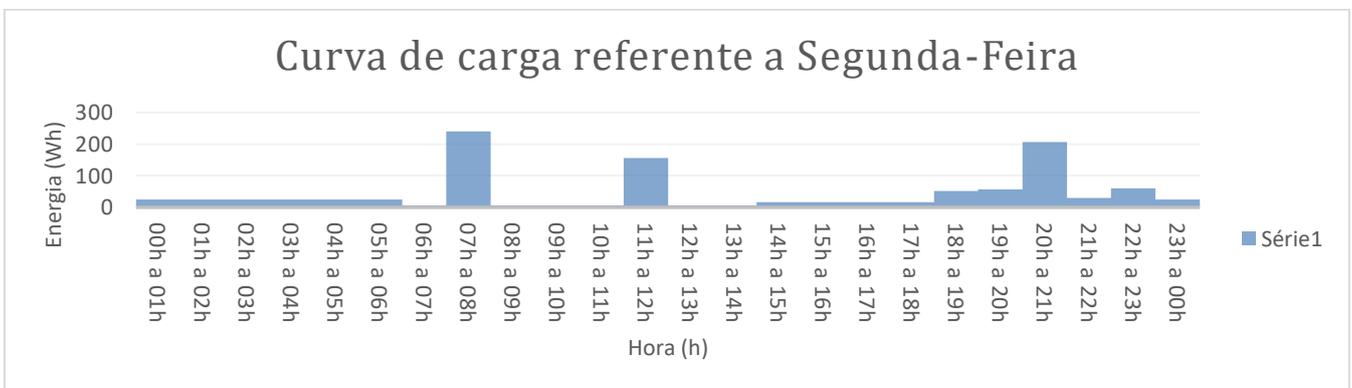


Fig. A.2. Curva de carga referente a Segunda-Feira

TABELA A. VI. POTÊNCIA HORÁRIA REFERENTE A TERÇA-FEIRA

Terça-feira																								
nº	00h a 01h	01h a 02h	02h a 03h	03h a 04h	04h a 05h	05h a 06h	06h a 07h	07h a 08h	08h a 09h	09h a 10h	10h a 11h	11h a 12h	12h a 13h	13h a 14h	14h a 15h	15h a 16h	16h a 17h	17h a 18h	18h a 19h	19h a 20h	20h a 21h	21h a 22h	22h a 23h	23h a 00h
1												150						150						
2																								
4	18	18	18	18	18	18									18	18	18	18	54	18	54	54	54	54
5								5												5		5		
6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Soma (Wh)	25	25	25	25	25	25	7	12	7	7	7	157	7	7	25	175	25	175	61	30	61	66	61	61
Pot. de pico (W)	25	25	25	25	25	25	7	12	7	7	7	157	7	7	25	175	25	175	61	30	61	66	61	61

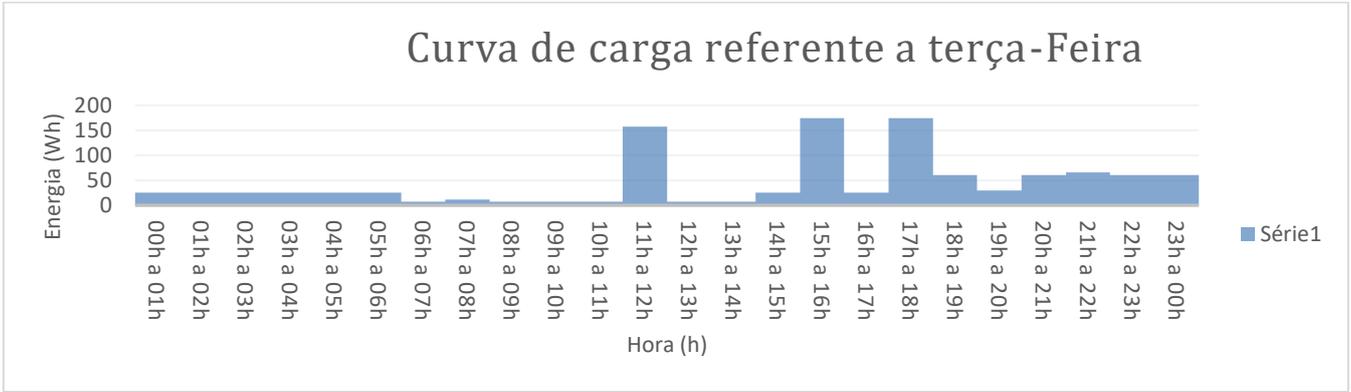


Fig. A.3. Curva de carga referente a Terça-Feira

TABELA A. VII. POTÊNCIA HORÁRIA REFERENTE A QUARTA- FEIRA

Quarta-feira																								
nº	00h a 01h	01h a 02h	02h a 03h	03h a 04h	04h a 05h	05h a 06h	06h a 07h	07h a 08h	08h a 09h	09h a 10h	10h a 11h	11h a 12h	12h a 13h	13h a 14h	14h a 15h	15h a 16h	16h a 17h	17h a 18h	18h a 19h	19h a 20h	20h a 21h	21h a 22h	22h a 23h	23h a 00h
1																		150		150				
2									700															
4	18	18	18	18	18	18								18	18	18	18		54	18	18	18	54	54
5									5										5	5				
6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Soma (Wh)	25	25	25	25	25	25	7	7	245,3	7	7	7	7	7	25	25	25	175	66	180	25	25	61	61
Pot. de pico (W)	25	25	25	25	25	25	7	7	712	7	7	7	7	7	25	25	25	175	66	180	25	25	61	61



Fig. A.4. Curva de carga referente a Quarta-Feira

TABELA A. VIII. POTÊNCIA HORÁRIA REFERENTE A QUINTA- FEIRA

Quinta-feira																								
nº	00h a 01h	01h a 02h	02h a 03h	03h a 04h	04h a 05h	05h a 06h	06h a 07h	07h a 08h	08h a 09h	09h a 10h	10h a 11h	11h a 12h	12h a 13h	13h a 14h	14h a 15h	15h a 16h	16h a 17h	17h a 18h	18h a 19h	19h a 20h	20h a 21h	21h a 22h	22h a 23h	23h a 00h
1								150								150								
2									700															
4	18	18	18	18	18	18								18	18	18	18		45	9	9	54	54	54
5										5									5			5		
6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Soma (Wh)	25	25	25	25	25	25	7	390,3	7	12	7	7	7	7	25	175	25	25	57	16	16	66	61	61
Pot. de pico (W)	25	25	25	25	25	25	7	857	7	12	7	7	7	7	25	175	25	25	57	16	16	66	61	61

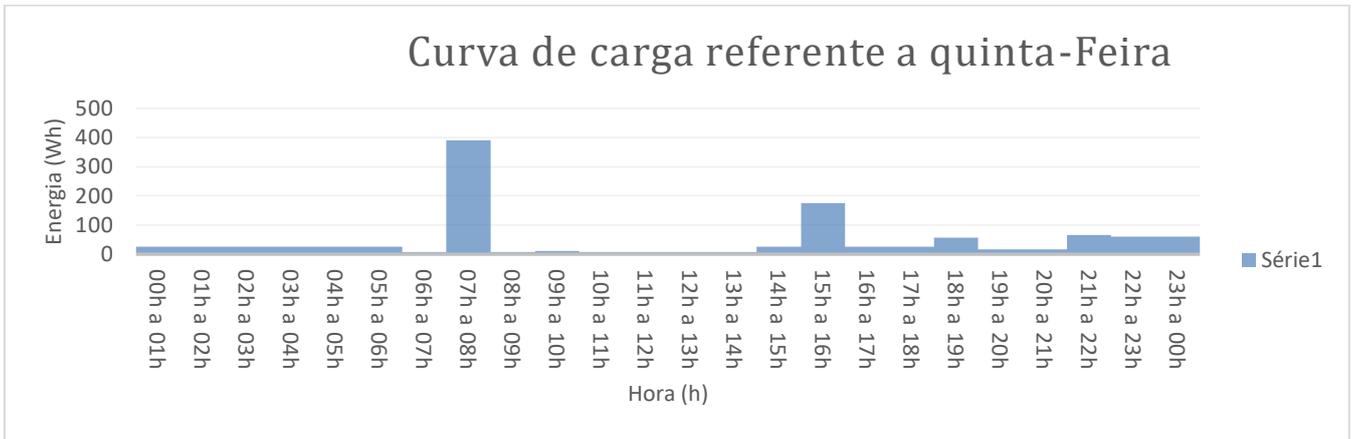


Fig. A.5. Curva de carga referente a Quinta-Feira

TABELA A. IX. POTÊNCIA HORÁRIA REFERENTE A SEXTA-FEIRA

Sexta-feira																								
nº	00h a 01h	01h a 02h	02h a 03h	03h a 04h	04h a 05h	05h a 06h	06h a 07h	07h a 08h	08h a 09h	09h a 10h	10h a 11h	11h a 12h	12h a 13h	13h a 14h	14h a 15h	15h a 16h	16h a 17h	17h a 18h	18h a 19h	19h a 20h	20h a 21h	21h a 22h	22h a 23h	23h a 00h
1																		150			150			
2										700														
4	9	9	9	9	9	9			18			18			18	18	18	18	18	18	36	54	54	54
5																		5			5			
6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Soma (Wh)	16	16	16	16	16	16	7	7	25	240,3	7	25	7	7	25	25	25	175	30	25	198	66	61	61
Pot. de pico (W)	16	16	16	16	16	16	7	7	7	707	7	25	7	7	25	25	25	175	30	25	198	66	61	61

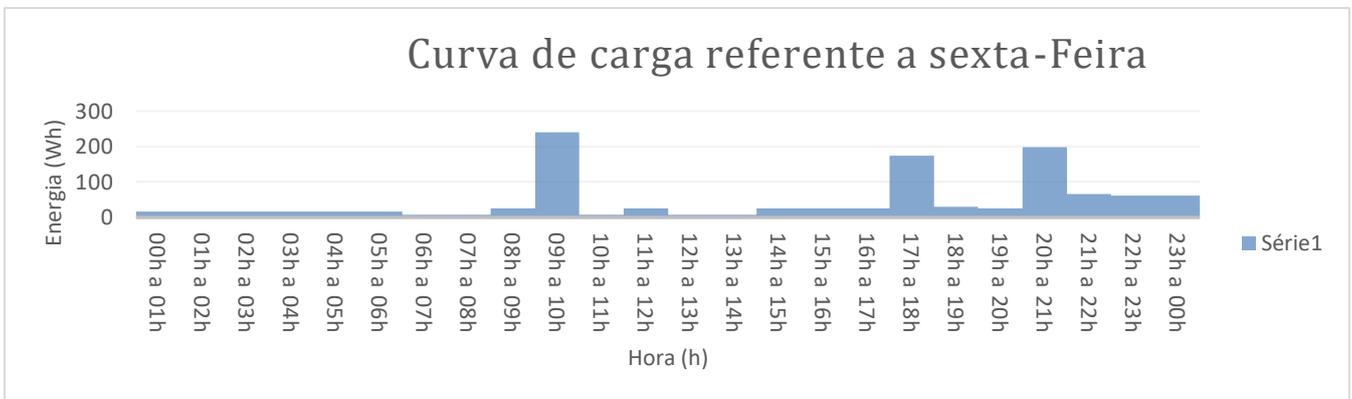


Fig. A.6. Curva de carga referente a Sexta-Feira

TABELA A. X. POTÊNCIA HORÁRIA REFERENTE A SÁBADO

Sábado																								
nº	00h a 01h	01h a 02h	02h a 03h	03h a 04h	04h a 05h	05h a 06h	06h a 07h	07h a 08h	08h a 09h	09h a 10h	10h a 11h	11h a 12h	12h a 13h	13h a 14h	14h a 15h	15h a 16h	16h a 17h	17h a 18h	18h a 19h	19h a 20h	20h a 21h	21h a 22h	22h a 23h	23h a 00h
1									150												150			
2									700															
4	9	9	9	9	9	9		9	18	54	18				18	18	18	18	18	18	18	54	18	54
5												5		5			5							
6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Soma (Wh)	16	16	16	16	16	16	7	16	408,3	61	25	12	7	12	25	25	30	25	25	25	175	61	25	61
Pot. de pico (W)	16	16	16	16	16	16	7	16	875	61	25	12	7	12	25	25	30	25	25	25	175	61	25	61

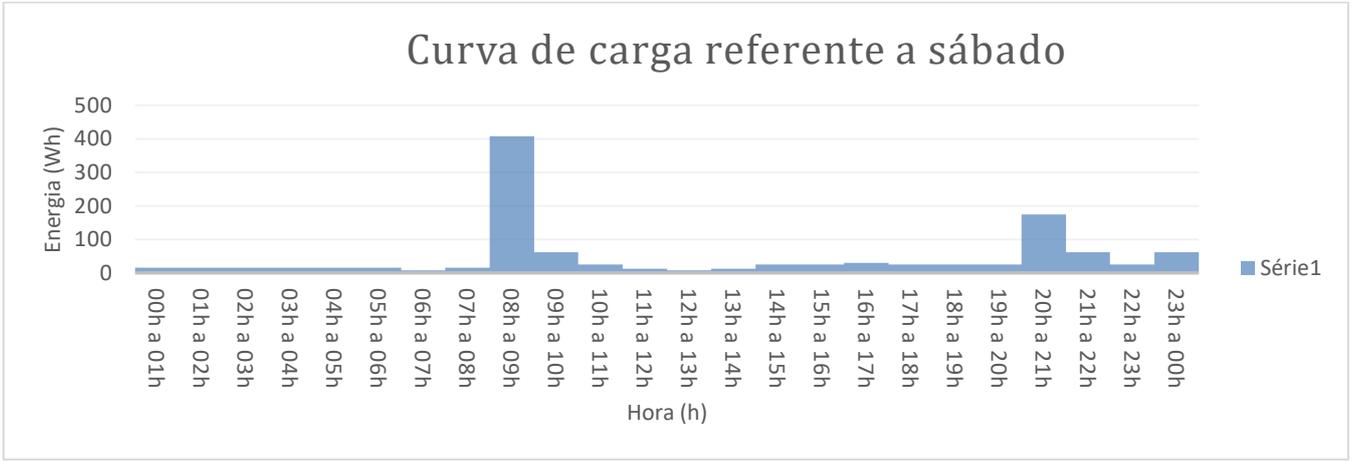


Fig. A.7. Curva de carga referente a Sábado

TABELA A. XI. POTÊNCIA HORÁRIA REFERENTE A DOMINGO

Domingo																								
nº	00h a 01h	01h a 02h	02h a 03h	03h a 04h	04h a 05h	05h a 06h	06h a 07h	07h a 08h	08h a 09h	09h a 10h	10h a 11h	11h a 12h	12h a 13h	13h a 14h	14h a 15h	15h a 16h	16h a 17h	17h a 18h	18h a 19h	19h a 20h	20h a 21h	21h a 22h	22h a 23h	23h a 00h
1												150		150									150	
2							700																	
4	9	9	9	9	9	9								18	18	18	18	54	18	27	18	18	9	
5										5				5		5								
6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
Soma (Wh)	16	16	16	16	16	16	240,3	7	7	12	7	150	7	162	25	25	30	25	61	25	34	175	25	
Pot. de pico (W)	16	16	16	16	16	16	707	7	7	12	7	150	7	162	25	25	30	25	61	25	34	175	25	



Fig. A.8. Curva de carga referente a Domingo



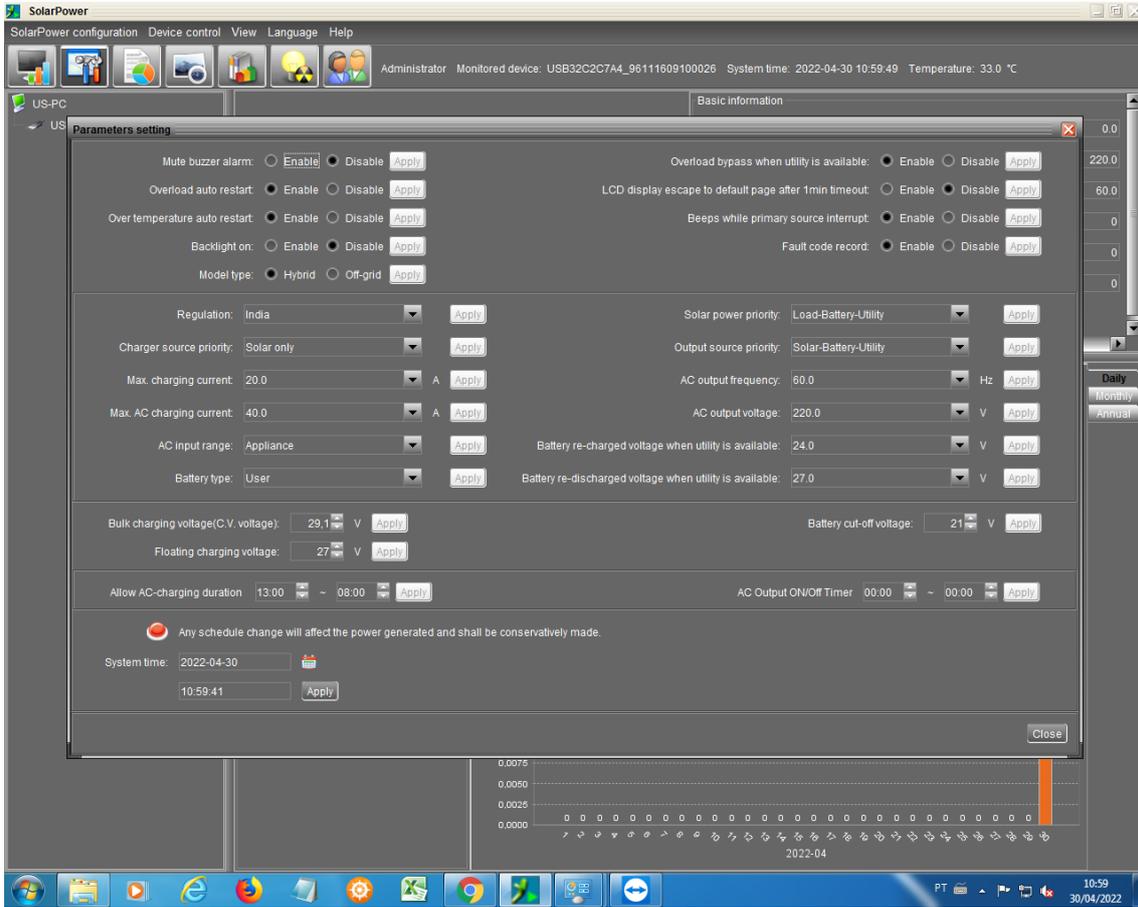


Fig. B.2. Programações de entradas e saídas do inversor FlinInfini Lite.

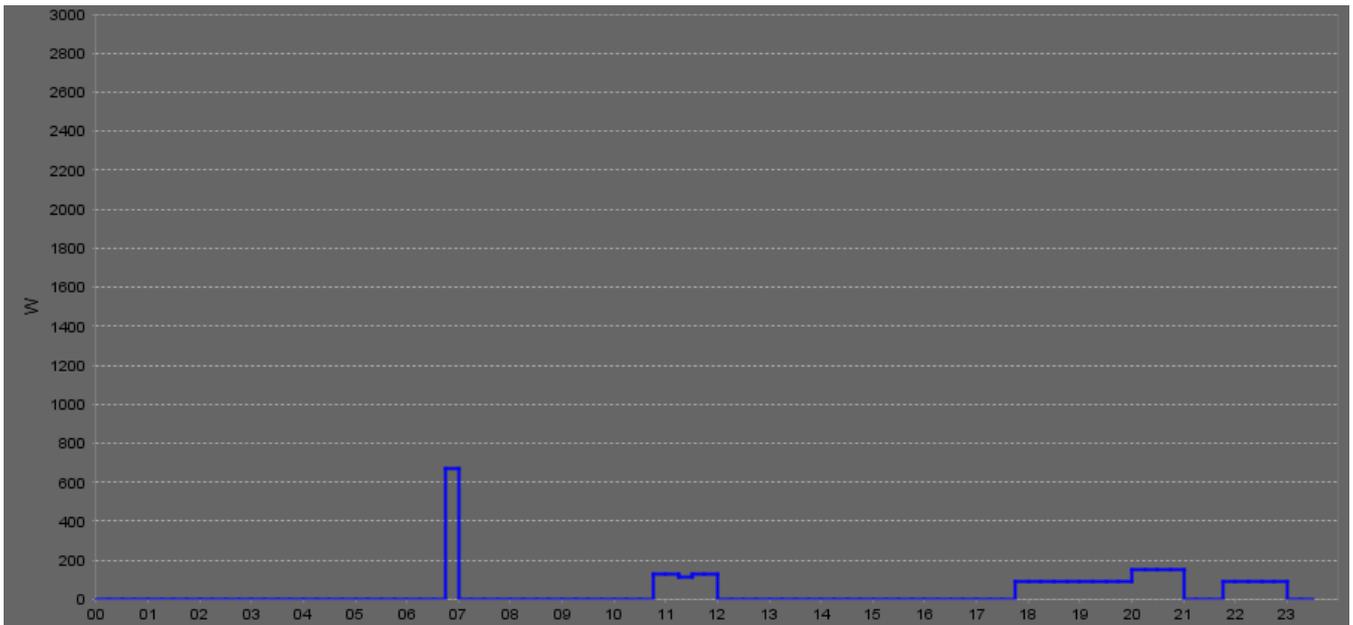


Fig. B.3. Potência de saída do inversor na segunda

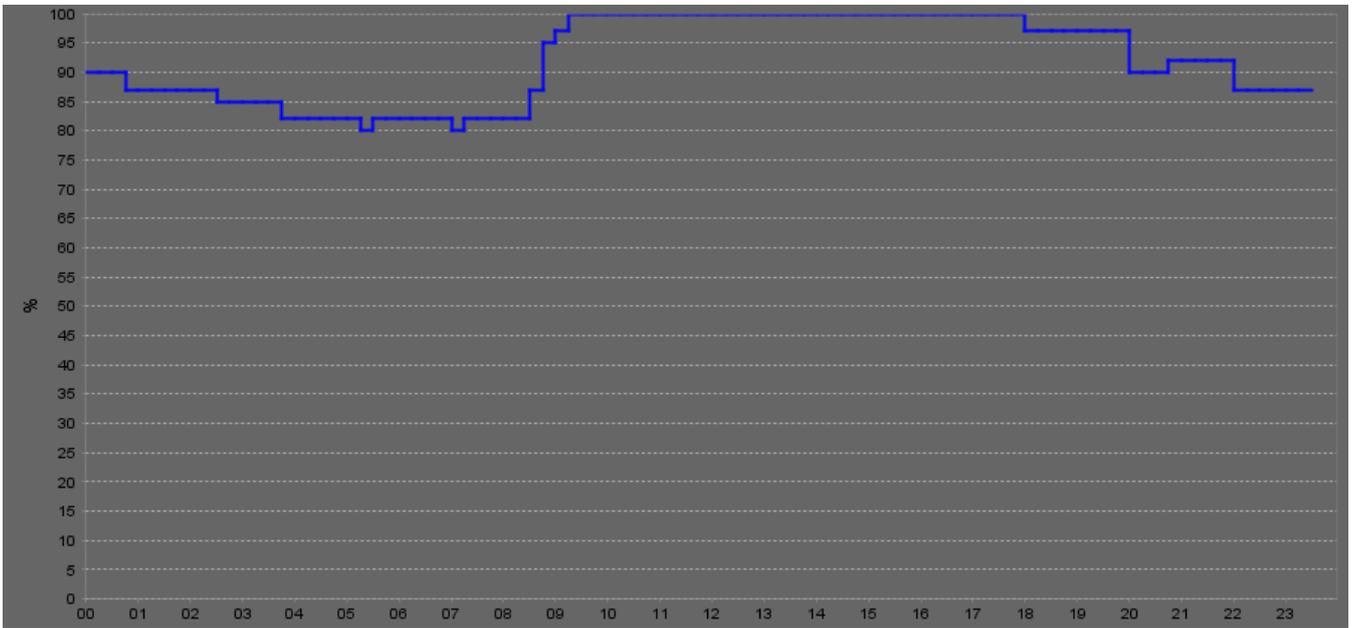


Fig. B.4. Capacidade da bateria na segunda

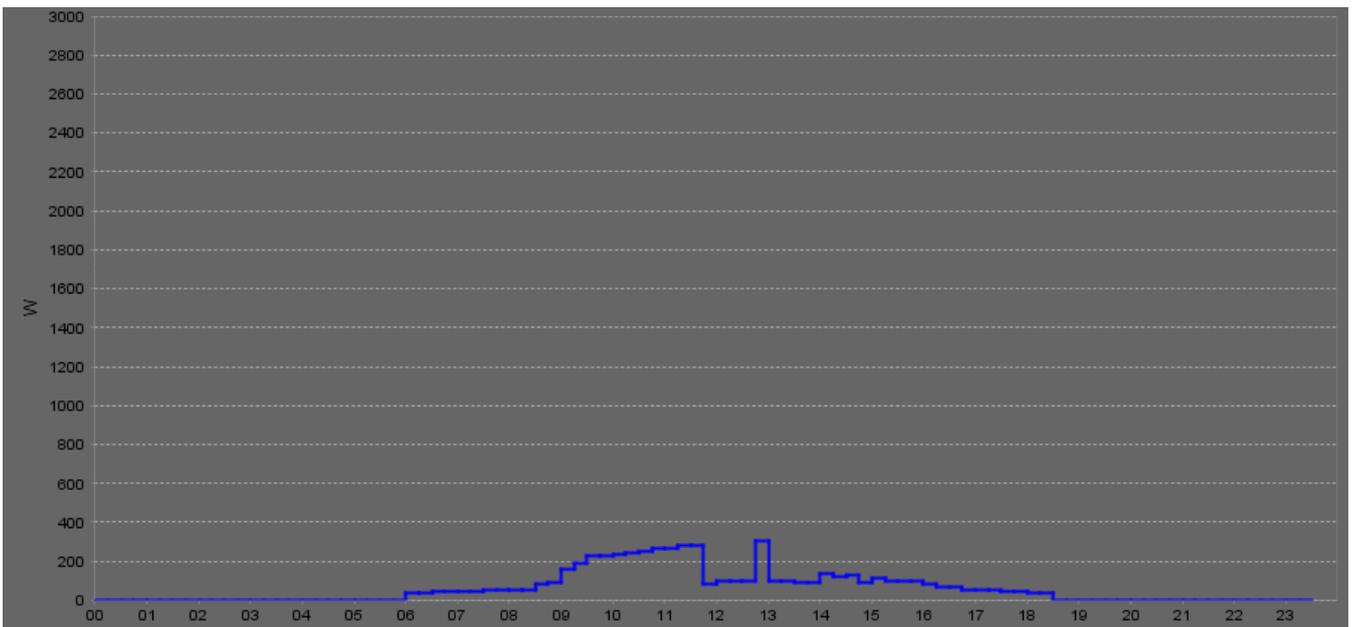


Fig. B.5. Potência FV gerada na segunda

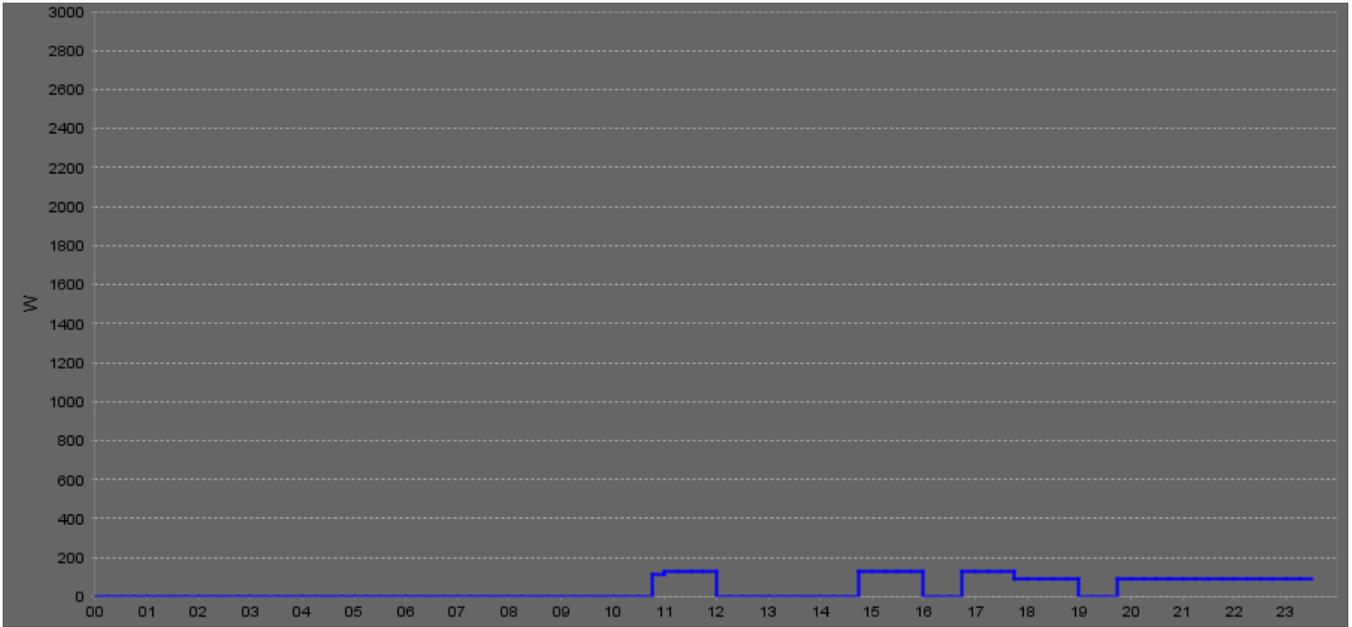


Fig. B.6. Potência de saída do inversor na terça

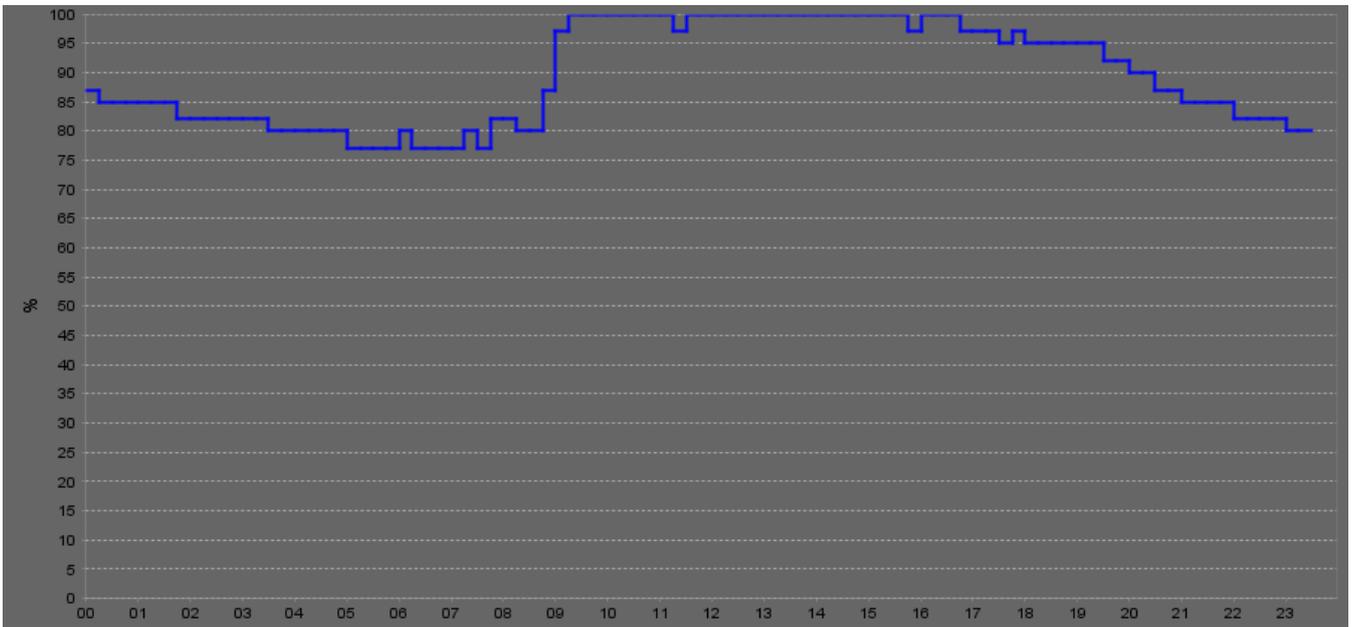


Fig. B.7. Capacidade da bateria na terça

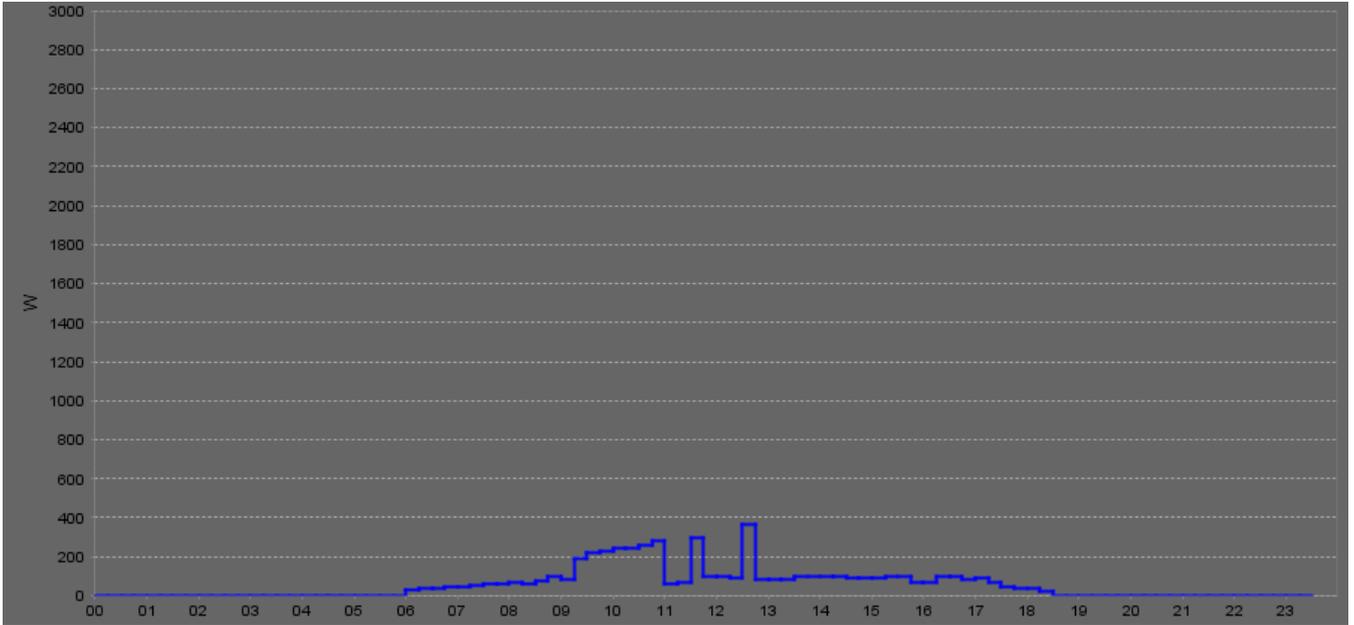


Fig. B.8. Potência FV gerada na terça

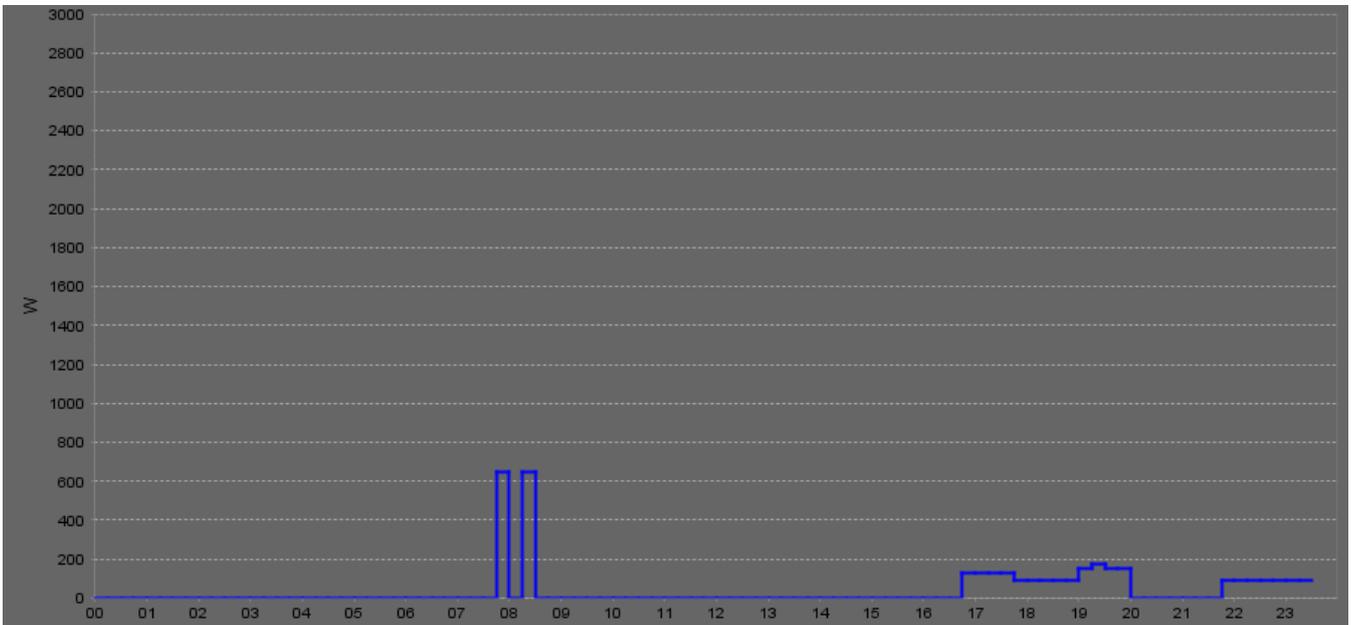


Fig. B.9. Potência de saída do inversor na quarta

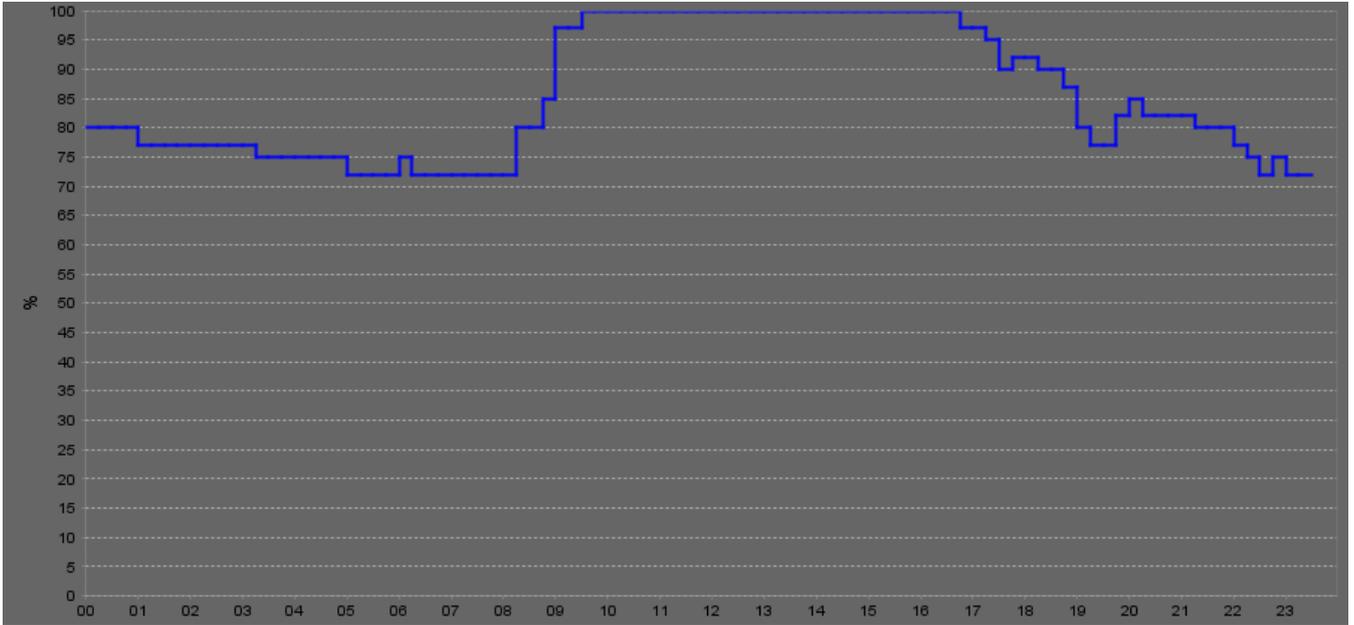


Fig. B.10. Capacidade da bateria na quarta

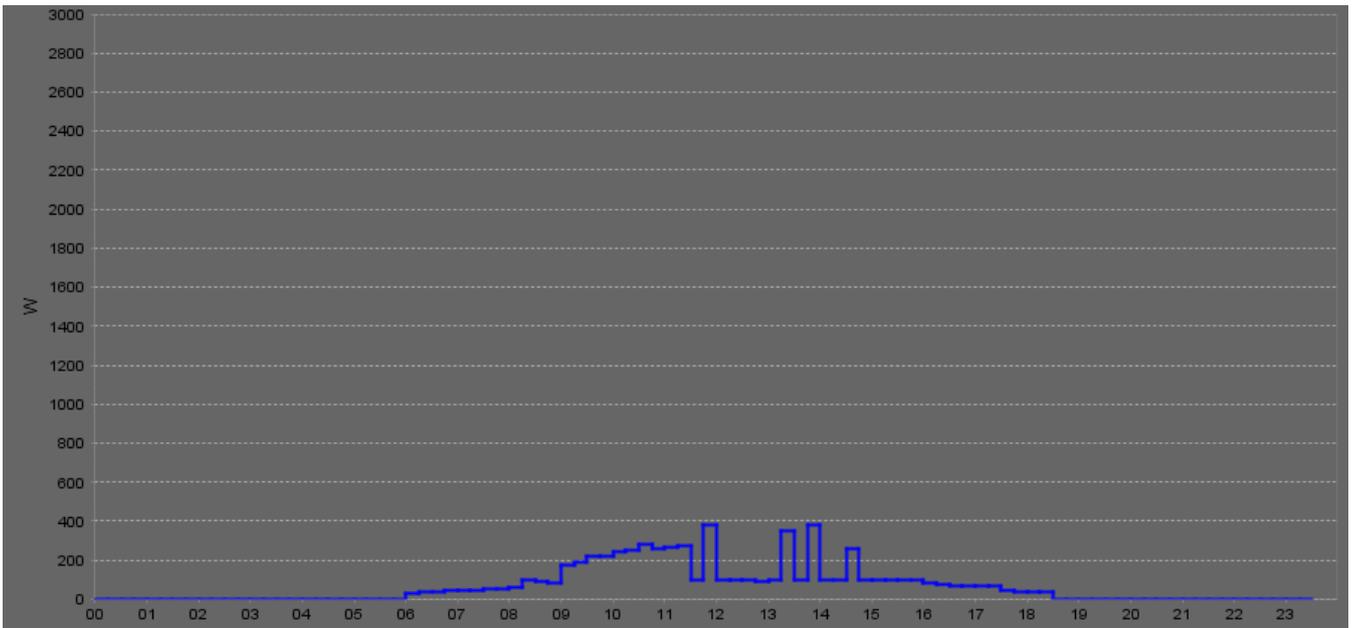


Fig. B.11. Potência FV gerada na quarta

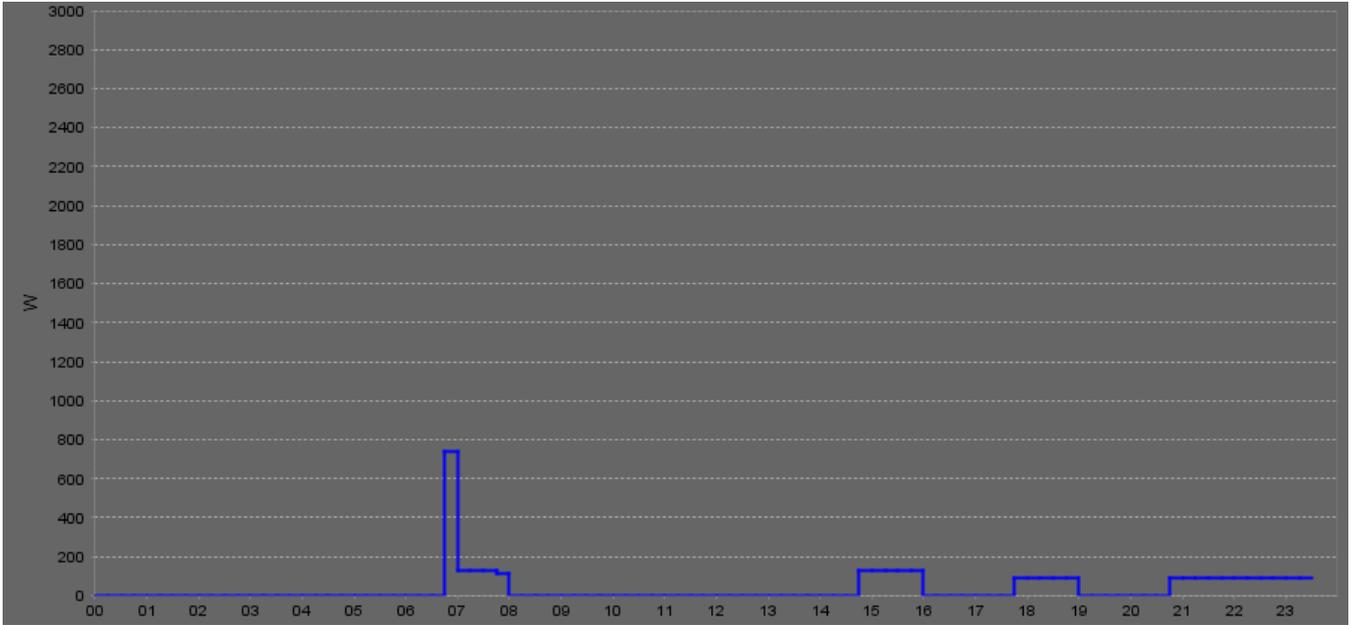


Fig. B.12. Potência de saída do inversor na quinta

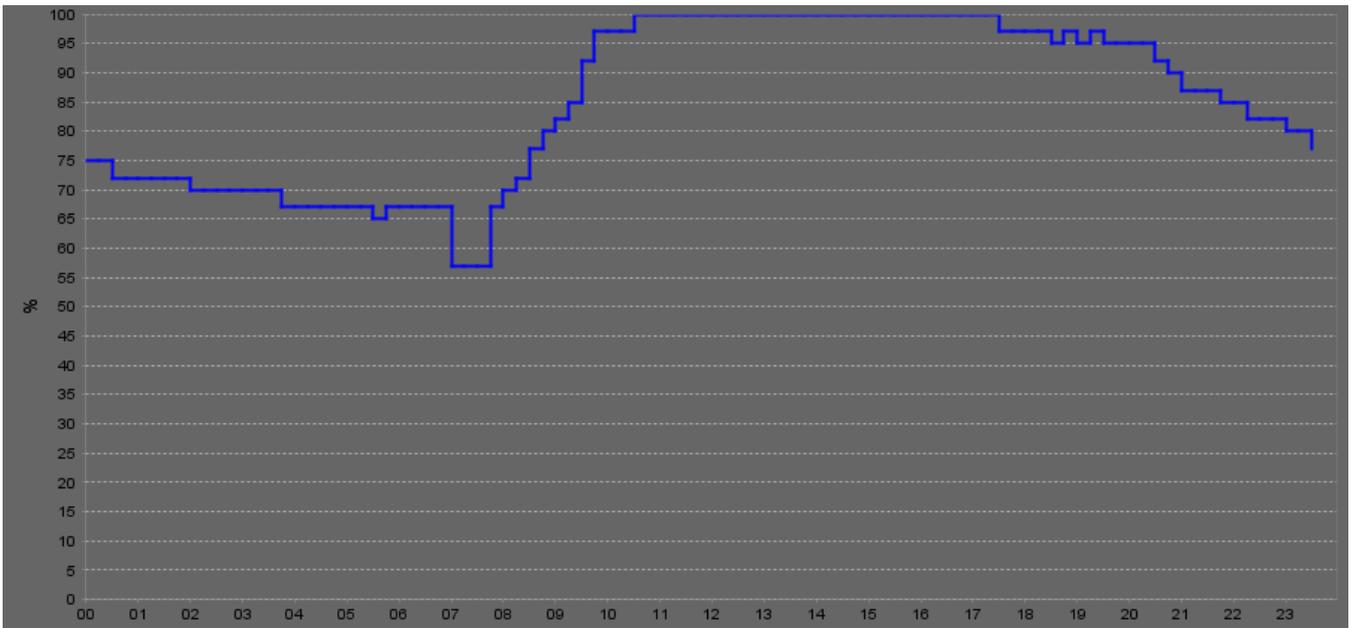


Fig. B.13. Capacidade da bateria na quinta

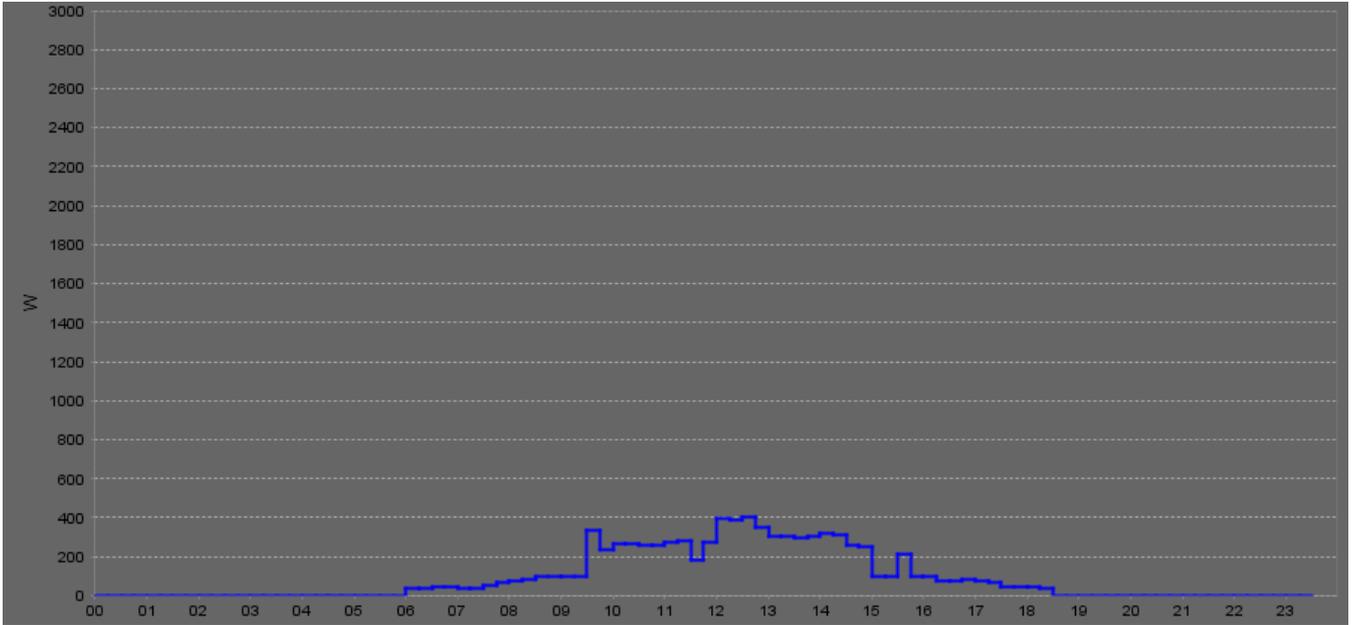


Fig. B.14. Potência FV gerada na quinta

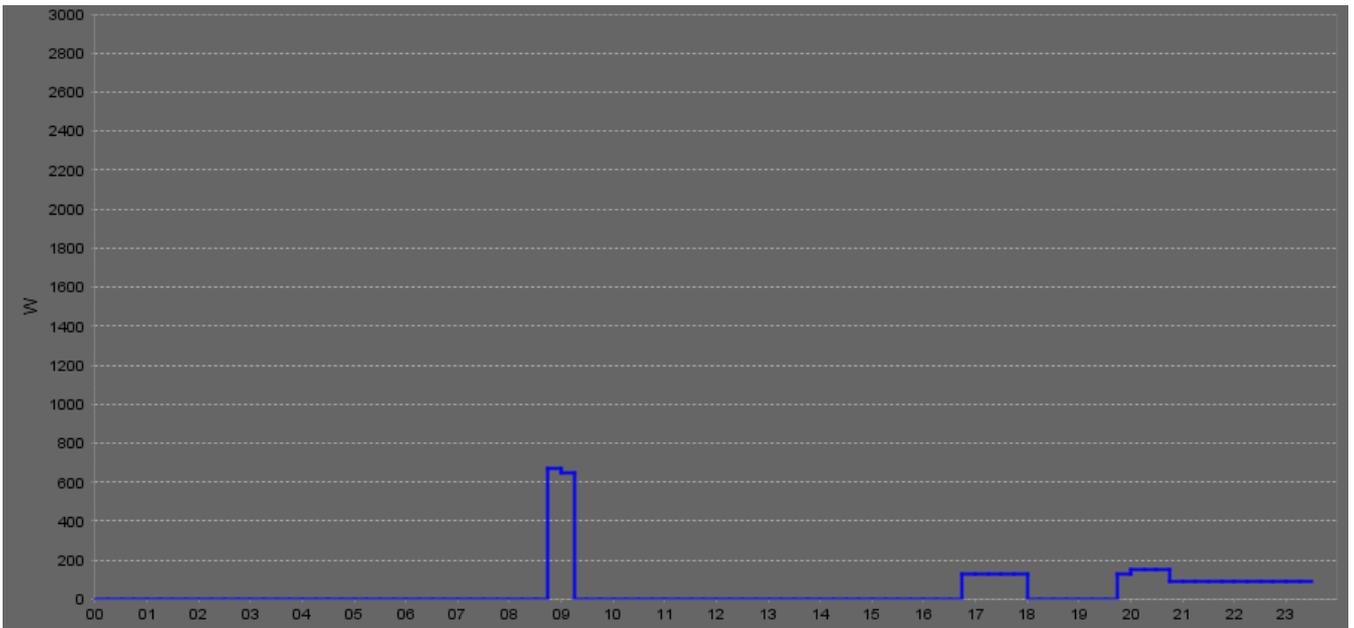


Fig. B.15. Potência de saída do inversor na sexta

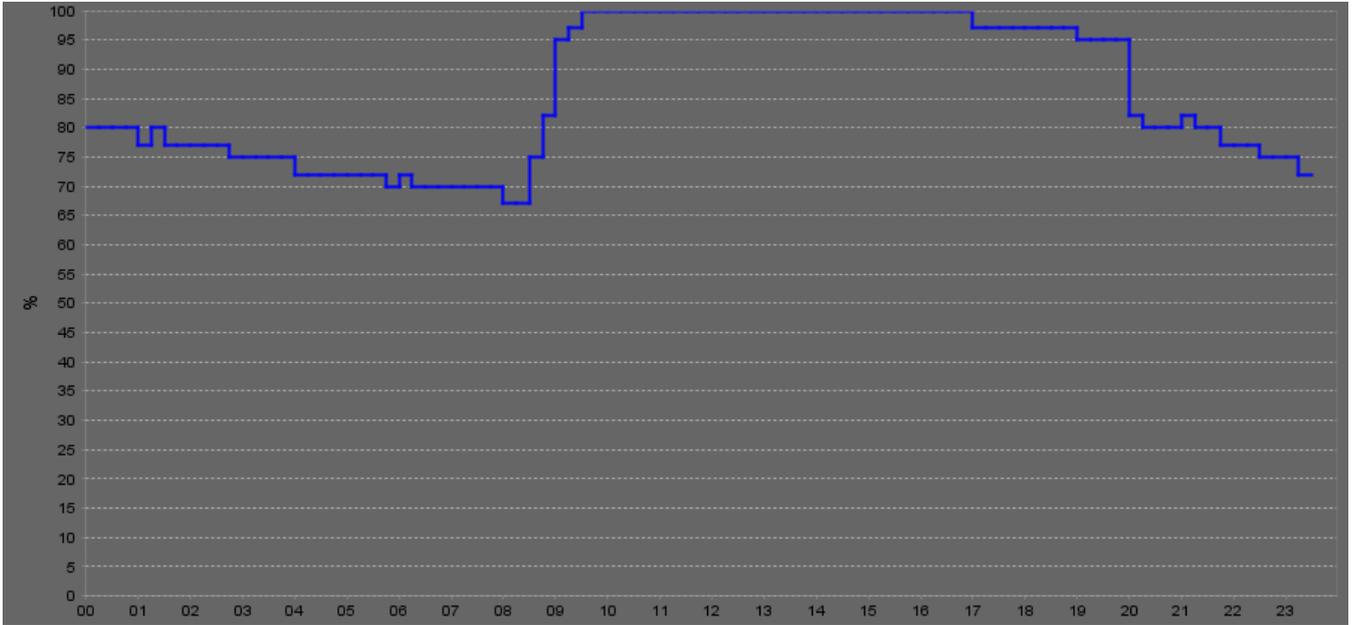


Fig. B.16. Capacidade da bateria na sexta

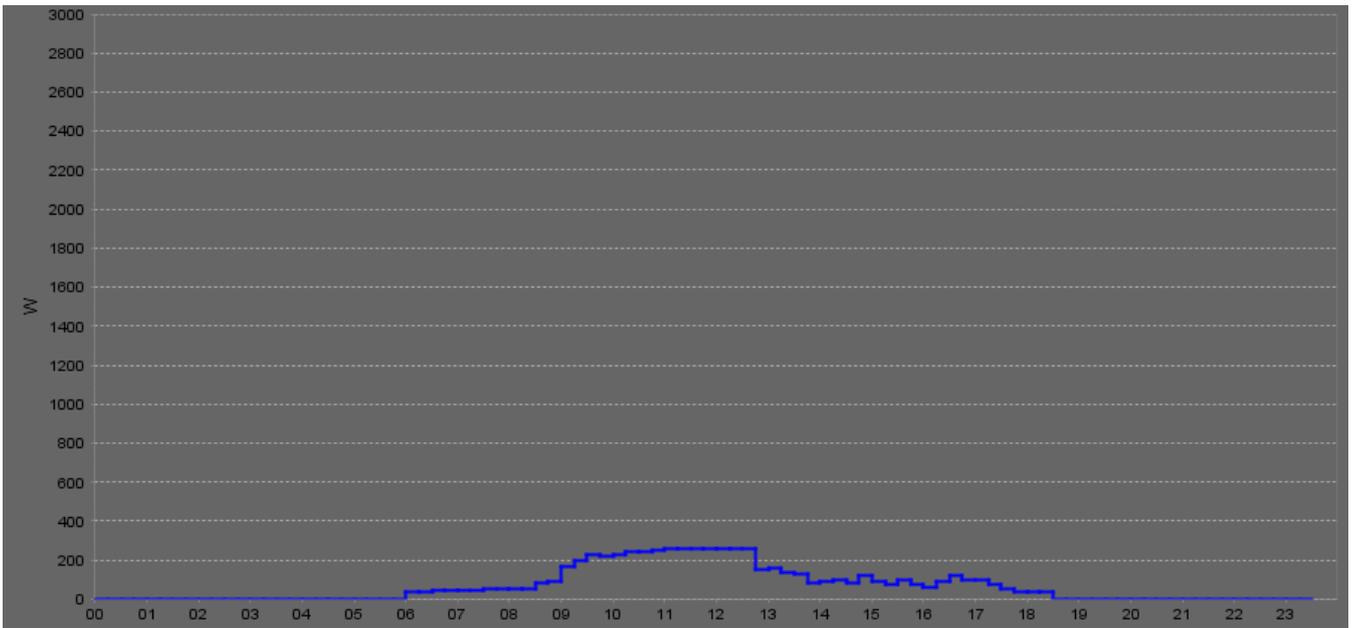


Fig. B.17. Potência FV gerada na sexta

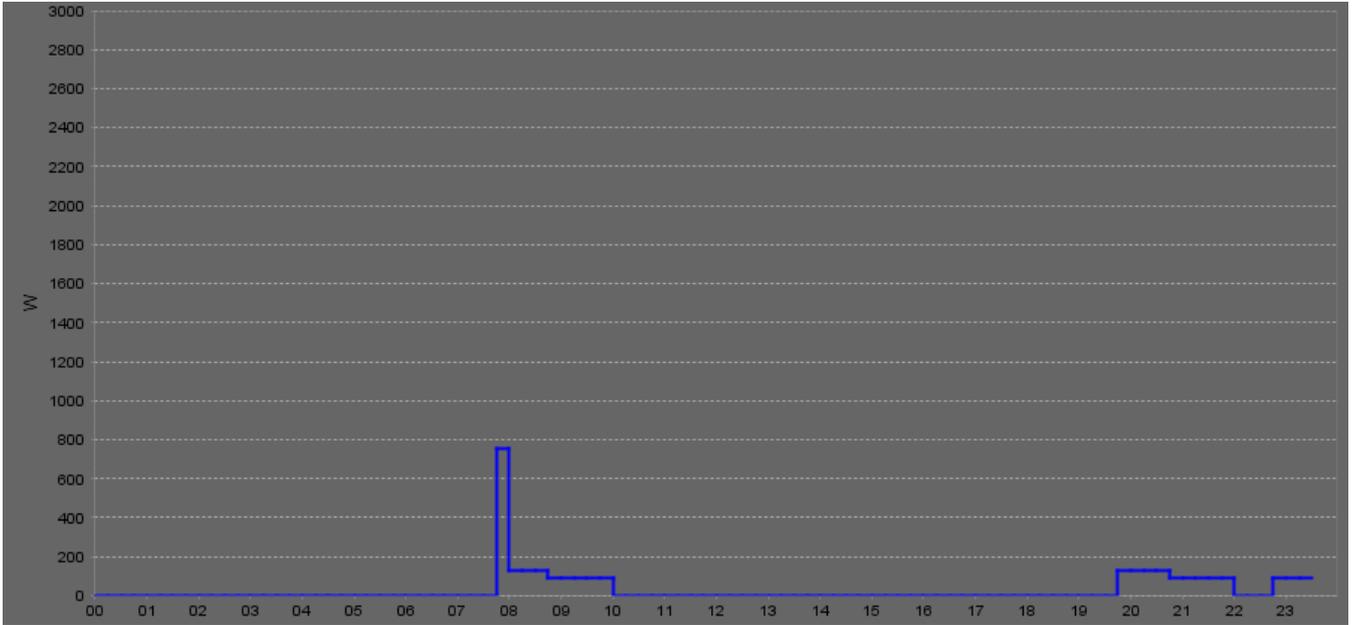


Fig. B.18. Potência de saída do inversor no sábado

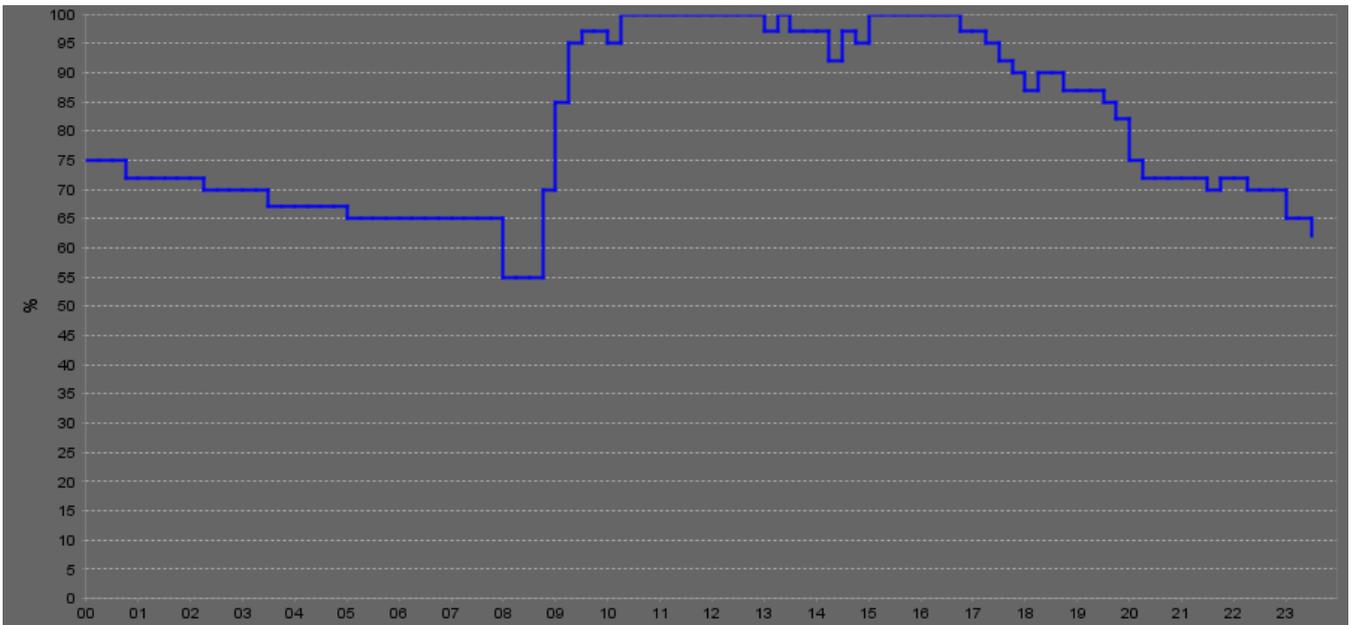


Fig. B.19. Capacidade da bateria no sábado

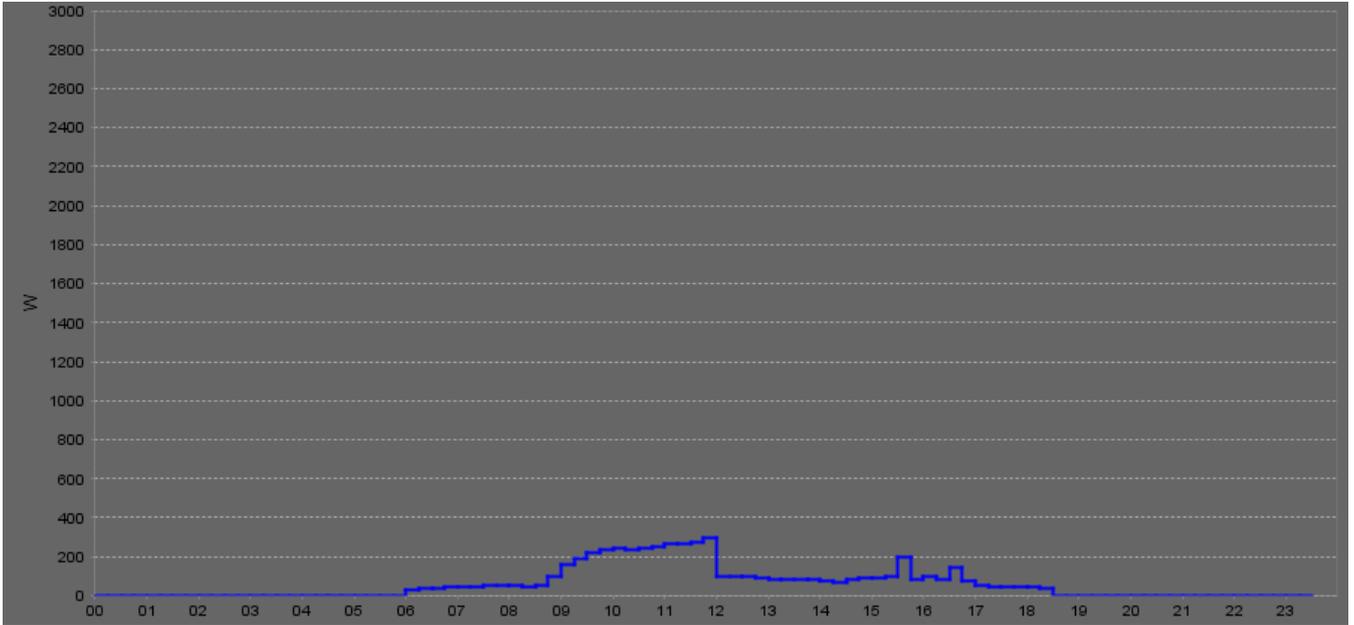


Fig. B.20. Potência FV gerada no sábado

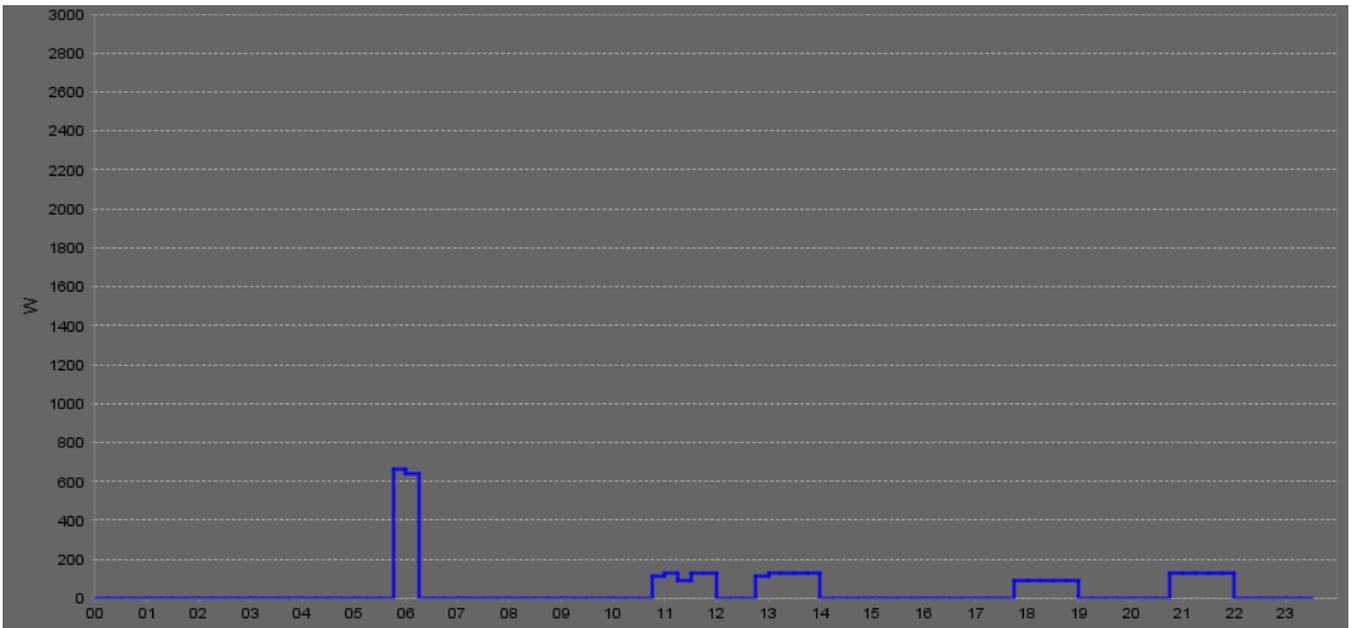


Fig. B.21. Potência de saída do inversor no domingo

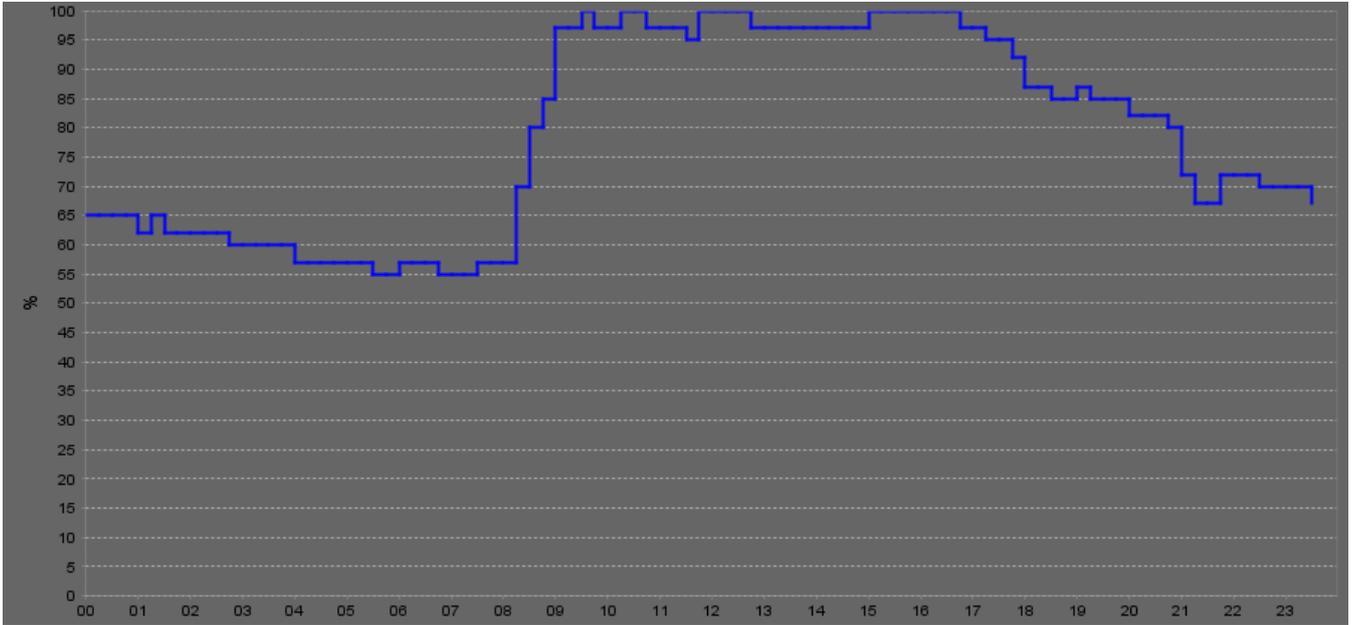


Fig. B.22. Capacidade da bateria no domingo

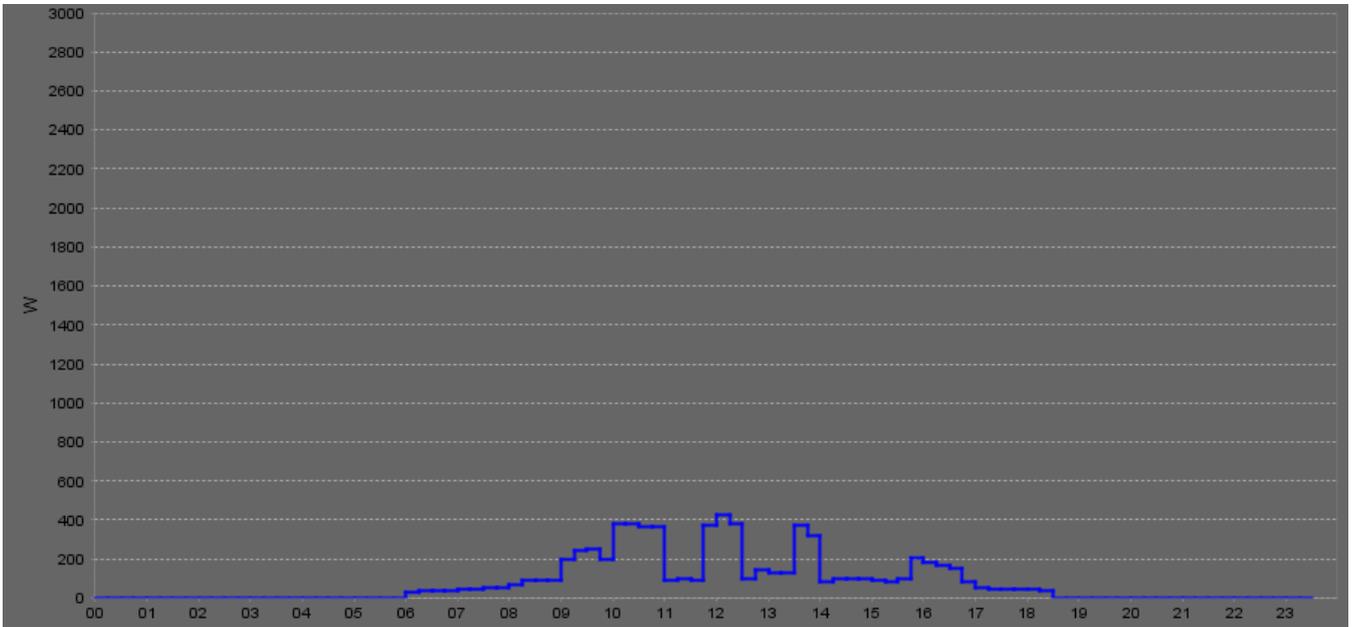


Fig. B.23. Potência FV gerada no domingo

# APÊNDICE C – CÓDIGO PARA O CHAVEAMENTO DAS CARGAS NO ARDUINO.

```
// INCLUSÃO DE BIBLIOTECAS
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "RTClib.h" //placa de tempo real DS1307
#define tempo 3000 //tempo de acionamento dos relés no modo de teste

//DEFINIÇÕES PORTAS
#define IN1 9 //ESTÁ CONECTADO NA SAÍDA 9
#define IN2 2
#define IN3 3
#define IN4 4
#define IN5 5
#define IN6 6
#define IN7 7
#define IN8 8
//BLOCO DE RELÉS 2:
#define IN9 10
#define IN10 11
#define IN11 12
#define IN12 13 //COOLER REGULADORES DE TENSÃO

// DEFINIÇÕES LCD
#define endereco 0x27 // Endereço do LCD na porta analógica comuns: 0x27
#define colunas 16
#define linhas 2

// INSTANCIANDO OBJETOS DO LCD
LiquidCrystal_I2C lcd(endereco, colunas, linhas);
RTC_DS1307 rtc;//declaração da placa DS1307
char daysOfTheWeek[7][12] = {"Domingo", "Segunda", "Terça", "Quarta", "Quinta", "Sexta", "Sabado"}; //{"Sunday", "Monday", "Tuesday",
"Wednesday", "Thursday", "Friday", "Saturday"};

void setup() {
  Serial.begin(9600); //57600
  //INICIANDO O LCD
  lcd.init(); // INICIA A COMUNICAÇÃO COM O DISPLAY
  lcd.backlight(); // LIGA A ILUMINAÇÃO DO DISPLAY
  lcd.clear(); // LIMPA O DISPLAY

  //rtc.adjust(DateTime(2021, 12, 17, 14, 10, 0)); //ano, mês, dia, hora, minuto e segundo (AJUSTE HORÁRIO SE NECESSÁRIO CASO A BATERIA SEJA
  RETIRADA)

  //DEFINIÇÕES DE ENTRADA E SAÍDAS:
  pinMode(IN1, OUTPUT);
  pinMode(IN2, OUTPUT);
  pinMode(IN3, OUTPUT);
  pinMode(IN4, OUTPUT);
  pinMode(IN5, OUTPUT);
  pinMode(IN6, OUTPUT);
  pinMode(IN7, OUTPUT);
  pinMode(IN8, OUTPUT);
  //BLOCO DE RELÉS 2:
  pinMode(IN9, OUTPUT);
  pinMode(IN10, OUTPUT);
  pinMode(IN11, OUTPUT);
  pinMode(IN12, OUTPUT);

  //DEFINIÇÕES DE ESTADO INICIAL PARA AS SAÍDAS:
  digitalWrite(IN1, HIGH);
  digitalWrite(IN2, HIGH);
  digitalWrite(IN3, HIGH);
  digitalWrite(IN4, HIGH);
  digitalWrite(IN5, HIGH);
  digitalWrite(IN6, HIGH);
  digitalWrite(IN7, HIGH);
  digitalWrite(IN8, HIGH);
  //BLOCO DE RELÉS 2:
```

```

digitalWrite(IN9, HIGH);
digitalWrite(IN10, HIGH);
digitalWrite(IN11, HIGH);
digitalWrite(IN12, HIGH);

//chave void setup()

int hora1=17, hora2=0, minuto1=8, minuto2=10;
bool a=0, b=0, c=0, d=0, e=0, f=0, g=0, h=0, i=0, j=0, k=0;
int x, soma=0, minuto_vent1=0, minuto_vent2=0, minuto_vent3=0, cont=1;
char texto='a';

int teste_reles=0; //variável de controle para fazer o teste do sistema, PARA TESTAR COLOCAR 1

void loop() {

  DateTime now = rtc.now(); //a variável "now" pega a hora enviada pela DS1307
/*
  Serial.print(now.year(), DEC);
  Serial.print("/");
  Serial.print(now.month(), DEC);
  Serial.print("/");
  Serial.print(now.day(), DEC);
  Serial.print(" ");
  Serial.print(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()]);
  Serial.print(" ");
  Serial.print(now.hour(), DEC);
  Serial.print(":");
  Serial.print(now.minute(), DEC);
  Serial.print(":");
  Serial.print(now.second(), DEC);
  Serial.println();
  lcd.setCursor(0, 0); // POSICIONA O CURSOR NA PRIMEIRA COLUNA DA LINHA 1
  lcd.print(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()]);

  if(now.hour()<10){
    lcd.setCursor(7, 0); // POSICIONA O CURSOR NA COLUNA 7 DA LINHA 1
    lcd.print(0);
    lcd.setCursor(8, 0);
    lcd.print(now.hour());
  }else{
    lcd.setCursor(7, 0); // POSICIONA O CURSOR NA COLUNA 10 DA LINHA 1
    lcd.print(now.hour());
  }

  lcd.setCursor(9, 0); // POSICIONA O CURSOR NA COLUNA 9 DA LINHA 1
  lcd.print(':');
  if(now.minute()<10){
    lcd.setCursor(10, 0); // POSICIONA O CURSOR NA COLUNA 10 DA LINHA 1
    lcd.print(0);
    lcd.setCursor(11, 0);
    lcd.print(now.minute());
  }else{
    lcd.setCursor(10, 0); // POSICIONA O CURSOR NA COLUNA 10 DA LINHA 1
    lcd.print(now.minute());
  }
  lcd.setCursor(12, 0); // POSICIONA O CURSOR NA COLUNA 12 DA LINHA 1
  lcd.print(':');
  if(now.second()<10){
    lcd.setCursor(13, 0); // POSICIONA O CURSOR NA COLUNA 13 DA LINHA 1
    lcd.print(0);
    lcd.setCursor(14, 0);
    lcd.print(now.second());
  }else{
    lcd.setCursor(13, 0); // POSICIONA O CURSOR NA COLUNA 13 DA LINHA 1
    lcd.print(now.second());
  }

  lcd.setCursor(0, 1); // POSICIONA O CURSOR NA PRIMEIRA COLUNA DA LINHA 2
  lcd.print("Ativacao de cargas");

  //ATIVACÃO DA CURVA DE CARGA DIÁRIA:

  if(teste_reles==0){ //sistema habilitado para acionamento de acordo com a curva de carga diária
  //SEGUNDA FEIRA:
  if((strcmp(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()], "Segunda"))==0){ //COMPARAÇÃO DO DIA DA SEMANA
    if(now.hour()==0){ //COMPARAÇÃO DA HORA
      digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
      digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

```





```

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH);
digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==22){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2
digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4
digitalWrite(IN8, LOW); //lâmpada 5
digitalWrite(IN9, LOW); //lâmpada 6

digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==23){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH);
digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}

} //chave if((strcmp "Segunda"))

//TERÇA FEIRA:
if((strcmp(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()], "Terça"))==0){ //COMPARAÇÃO DO DIA DA SEMANA
if(now.hour()==0){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==1){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==2){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==3){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==4){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==5){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==6){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN6,
HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH);
digitalWrite(IN8, HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
}

```



```

digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH);
digitalWrite(IN8, HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==20){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2
digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4
digitalWrite(IN8, LOW); //lâmpada 5
digitalWrite(IN9, LOW); //lâmpada 6

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==21){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2
digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4
digitalWrite(IN8, LOW); //lâmpada 5
digitalWrite(IN9, LOW); //lâmpada 6
digitalWrite(IN10, LOW); //carregador de celular

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==22){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2
digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4
digitalWrite(IN8, LOW); //lâmpada 5
digitalWrite(IN9, LOW); //lâmpada 6

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==23){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2
digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4
digitalWrite(IN8, LOW); //lâmpada 5
digitalWrite(IN9, LOW); //lâmpada 6

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
} //chave if((strcmp "Terça"))

//QUARTA FEIRA:
if((strcmp(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()], "Quarta")==0){ //COMPARAÇÃO DO DIA DA SEMANA
if(now.hour()==0){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==1){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==2){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==3){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

```





```

//QUINTA FEIRA:
if((strcmp(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()], "Quinta"))==0){ //COMPARAÇÃO DO DIA DA SEMANA
    if(now.hour()==0){ //COMPARAÇÃO DA HORA
        digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
        digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

        digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
        digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
    }
    if(now.hour()==1){ //COMPARAÇÃO DA HORA
        digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
        digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

        digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
        digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
    }
    if(now.hour()==2){ //COMPARAÇÃO DA HORA
        digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
        digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

        digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
        digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
    }
    if(now.hour()==3){ //COMPARAÇÃO DA HORA
        digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
        digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

        digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
        digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
    }
    if(now.hour()==4){ //COMPARAÇÃO DA HORA
        digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
        digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

        digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
        digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
    }
    if(now.hour()==5){ //COMPARAÇÃO DA HORA
        digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
        digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2

        digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
        digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
    }
    if(now.hour()==6){ //COMPARAÇÃO DA HORA
        digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN6,
HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH);
        digitalWrite(IN8, HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
    }
    if(now.hour()==7){ //COMPARAÇÃO DA HORA
        digitalWrite(IN1, LOW); //ventilador

        if((now.minute())<21){ //COMPARAÇÃO DOS MINUTOS
            digitalWrite(IN2, LOW); //sanduicheira

            digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH);
            digitalWrite(IN8, HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
        }else{
            digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7,
HIGH);
            digitalWrite(IN8, HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
        }
    }

    if(now.hour()==8){ //COMPARAÇÃO DA HORA
        digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN6,
HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH);
        digitalWrite(IN8, HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
    }
    if(now.hour()==9){ //COMPARAÇÃO DA HORA
        digitalWrite(IN10, LOW); //carregador de celular

```



```

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN7,
HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==21){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2
digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4
digitalWrite(IN8, LOW); //lâmpada 5
digitalWrite(IN9, LOW); //lâmpada 6
digitalWrite(IN10, LOW); //carregador de celular

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==22){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 4
digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4
digitalWrite(IN8, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN9, LOW); //lâmpada 4

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==23){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 4
digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4
digitalWrite(IN8, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN9, LOW); //lâmpada 4

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}

} //chave if((strcmp "Quinta"))

/**/
//SEXTA FEIRA

if((strcmp(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()], "Sexta")==0){ //COMPARAÇÃO DO DIA DA SEMANA
if(now.hour()==0){ //COMPARAÇÃO DA HORA

digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7,
HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH);
digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==1){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7,
HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH);
digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==2){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7,
HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH);
digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==3){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7,
HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH);
digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==4){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7,
HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH);
digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==5){ //COMPARAÇÃO DA HORA

```



```

    digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
    digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==17){ //COMPARAÇÃO DA HORA
    digitalWrite(IN1, LOW); //ventilador
    digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
    digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4

    digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH); digitalWrite(IN9,
HIGH);
    digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==18){ //COMPARAÇÃO DA HORA
    digitalWrite(IN10, LOW); //carregador de celular
    digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
    digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4

    digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
    digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==19){ //COMPARAÇÃO DA HORA
    digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
    digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4

    digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
    digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==20){ //COMPARAÇÃO DA HORA
    digitalWrite(IN1, LOW); //ventilador
    digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
    digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2
    digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
    digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4
    digitalWrite(IN10, LOW); //carregador de celular

    digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==21){ //COMPARAÇÃO DA HORA
    digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
    digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2
    digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
    digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4
    digitalWrite(IN8, LOW); //lâmpada 5
    digitalWrite(IN9, LOW); //lâmpada 6
    digitalWrite(IN10, LOW); //carregador de celular

    digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==22){ //COMPARAÇÃO DA HORA
    digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
    digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2
    digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
    digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4
    digitalWrite(IN8, LOW); //lâmpada 5
    digitalWrite(IN9, LOW); //lâmpada 6

    digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==23){ //COMPARAÇÃO DA HORA
    digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
    digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2
    digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
    digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4
    digitalWrite(IN8, LOW); //lâmpada 5
    digitalWrite(IN9, LOW); //lâmpada 6

    digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
}

} //chave if((strcmp(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()], "Sexta"))==0)

//SÁBADO

if((strcmp(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()], "Sabado"))==0){ //COMPARAÇÃO DO DIA DA SEMANA
    if(now.hour()==0){ //COMPARAÇÃO DA HORA

```





```

    digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH); digitalWrite(IN9,
HIGH);
    digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==21){ //COMPARAÇÃO DA HORA
    digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
    digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2
    digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
    digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4
    digitalWrite(IN8, LOW); //lâmpada 5
    digitalWrite(IN9, LOW); //lâmpada 6

    digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==22){ //COMPARAÇÃO DA HORA
    digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
    digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4

    digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
    digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==23){ //COMPARAÇÃO DA HORA
    digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
    digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2
    digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
    digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4
    digitalWrite(IN8, LOW); //lâmpada 5
    digitalWrite(IN9, LOW); //lâmpada 6

    digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
} //chave if((strcmp(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()], "Sabado"))==0)

//DOMINGO

if((strcmp(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()], "Domingo"))==0){ //COMPARAÇÃO DO DIA DA SEMANA
    if(now.hour()==0){ //COMPARAÇÃO DA HORA

        digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1

        digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7,
HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH);
        digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
    }
    if(now.hour()==1){ //COMPARAÇÃO DA HORA
        digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1

        digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7,
HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH);
        digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
    }
    if(now.hour()==2){ //COMPARAÇÃO DA HORA
        digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1

        digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7,
HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH);
        digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
    }
    if(now.hour()==3){ //COMPARAÇÃO DA HORA
        digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1

        digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7,
HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH);
        digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
    }
    if(now.hour()==4){ //COMPARAÇÃO DA HORA
        digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1

        digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7,
HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH);
        digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
    }
    if(now.hour()==5){ //COMPARAÇÃO DA HORA
        digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1

        digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN6, HIGH); digitalWrite(IN7,
HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH);
        digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
    }
}

```



```

digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==18){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2
digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4
digitalWrite(IN8, LOW); //lâmpada 5
digitalWrite(IN9, LOW); //lâmpada 6

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==19){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==20){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN4, LOW); //lâmpada 1
digitalWrite(IN5, LOW); //lâmpada 2
digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN7, HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH); digitalWrite(IN9,
HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH);
digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==21){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN1, LOW); //ventilador
digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4

digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH); digitalWrite(IN9,
HIGH);
digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==22){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3
digitalWrite(IN7, LOW); //lâmpada 4

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN8,
HIGH); digitalWrite(IN9, HIGH);
digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}
if(now.hour()==23){ //COMPARAÇÃO DA HORA
digitalWrite(IN6, LOW); //lâmpada 3

digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, HIGH); digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, HIGH); digitalWrite(IN5, HIGH); digitalWrite(IN7,
HIGH); digitalWrite(IN8, HIGH);
digitalWrite(IN9, HIGH); digitalWrite(IN10, HIGH); digitalWrite(IN11, HIGH);
}

} //chave if((strcmp(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()], "Domingo"))==0)
} //chave if(teste_reles==0;

//ATIVAÇÃO DO VENTILADOR
if(digitalRead(IN1)==LOW){a=1;} else{a=0;}
if(digitalRead(IN2)==LOW){b=1;} else{b=0;}
if(digitalRead(IN3)==LOW){c=1;} else{c=0;}
if(digitalRead(IN4)==LOW){d=1;} else{d=0;}
if(digitalRead(IN5)==LOW){e=1;} else{e=0;}
if(digitalRead(IN6)==LOW){f=1;} else{f=0;}
if(digitalRead(IN7)==LOW){g=1;} else{g=0;}
if(digitalRead(IN8)==LOW){h=1;} else{h=0;}
if(digitalRead(IN9)==LOW){i=1;} else{i=0;}
if(digitalRead(IN10)==LOW){j=1;} else{j=0;}
if(digitalRead(IN11)==LOW){k=1;} else{k=0;}

soma=a+b+c+d+e+f+g+h+i+j+k;
if(soma>=4){ //SE 4 OU MAIS RELÉS ESTIVEREM ACIONADOS O VENTILADOR LIGA
if(now.minute()==0){
cont=1;
}
}

```

```
if(cont==1){
  minuto_vent1=now.minute();//quanto entra no if recebe o minuto lido
  minuto_vent2=minuto_vent1+1;//soma 1 minuto ao minuto lido
  minuto_vent3=minuto_vent1+2;//soma 1 minuto ao minuto lido
  cont=cont*-1;
}
if(minuto_vent2>now.minute() && cont==-1){
  digitalWrite(IN12, LOW); //liga o ventilador
}else{
  digitalWrite(IN12, HIGH);
  if(minuto_vent3<=now.minute()){
    cont=cont*-1; //cont volta a ser 1
  }
}

}else{
  digitalWrite(IN12, HIGH); //desliga o ventilador
}

Serial.print(minuto_vent2);
Serial.print('/');
Serial.print(minuto_vent3);
Serial.print('/');
Serial.println(cont);

} //chave void loop()
```