

Universidade Federal de Viçosa - UFV  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas - CCE  
Departamento de Engenharia Elétrica - DEL

# Projeto de SIGFI para Segurança Residencial

ELT 554 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluno Bruno Ramos Jellinek

ORIENTADOR: Prof. Dr. Rodrigo Cássio de Barros

Belo Horizonte, 28 de Fevereiro de 2023.

Aluno Bruno Ramos Jellinek

## Projeto de SIGFI para Segurança Residencial

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Viçosa para a obtenção dos créditos referentes à disciplina ELT 554 do curso de Especialização em Sistemas Fotovoltaicos Isolados e Conectados à Rede Elétrica.

**Orientador:** Prof. Dr. Rodrigo Cássio de Barros

Belo Horizonte, 28 de Fevereiro de 2023.

## ATA DE APROVAÇÃO

Aluno Bruno R Jellinek

# Projeto de SIGFI para Segurança Residencial

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Viçosa para a obtenção dos créditos referentes à disciplina ELT 554 do curso de Especialização em Sistemas Fotovoltaicos Isolados e Conectados à Rede Elétrica.

Aprovada em 28 de Fevereiro de 2023.

---

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Cassio de Barros

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

---

Membro Titular: Prof. Dr. Heverton Augusto Pereira

Universidade Federal de Viçosa

---

Membro Titular: Prof. William Caires Silva Amorim

Universidade Federal de Minas Gerais

# DEDICATÓRIA

*Ao meu Pai que preencheu o Universo com a minha Vida.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à UFV e ao GESEP pelo esforço de concretizar o curso SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ISOLADOS E CONECTADOS À REDE ELÉTRICA na figura dos seus professores e colaboradores dedicados a disseminar o conhecimento científico, tão importante para a civilização humana.

## RESUMO

Este trabalho apresenta o projeto elétrico de Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente (SIGFI) fotovoltaico, para um cliente com necessidade de energia elétrica ininterrupta alimentando um sistema de segurança doméstico. O dimensionamento do Sistema Fotovoltaico (SFV) foi elaborado levando em consideração a possibilidade de interrupção do fornecimento de energia pela concessionária. Com isso, o sistema de armazenamento de energia elétrica baseado em bateria será usado como *backup* de energia para os equipamentos elétricos específicos dedicados à segurança residencial. O SFV usado é constituído por um inversor híbrido de 3,6 kW de potência com sistema de armazenamento de energia (banco de bateria) de 4,86 kWh. Inclui-se os módulos fotovoltaicos que somam uma potência nominal instalada de 2,26 kWp. Também se demonstra a viabilidade econômica através da comparação do valor do kWh gerado e do pago a concessionária.

**Palavras-chave:** SIGFI, Sistema Fotovoltaico, EStimate, Segurança Residencial

## Lista de Figuras

Figura 1: Imagem de satélite da residência.....	13
Figura 2: Disposição dos equipamentos do SFV.....	14
Figura 3: Imagem da insolação pelo EStimate.....	15
Figura 4: Medição da inclinação do telhado.....	16
Figura 5: Perdas dos módulos.....	16
Figura 6: Inversor Híbrido PHB3648D-ES.....	19
Figura 7: Bateria de Lítio LinkX 5.4.....	21
Figura 8: String Box CC.....	23
Figura 9: Quadro de proteção CA.....	24
Figura 10: Esquema de aterramento do SFV.....	25
Figura 11: Estrutura de Fixação Fornecida pelo Kit.....	25
Figura 12: Local da instalação da SFV, em preto, foto obtida no Google Maps. ...	29
Figura 13: Local da instalação da SFV, em preto, mapa obtido no Google Maps.	29
Figura 14: Simbologia e legenda utilizada em projetos de usinas fotovoltaicas.	30
Figura 15: CAD Diagrama Unifilar.....	31

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Cargas dos Aparelhos que compõem o SSR. ....	12
Tabela 2: Parâmetros do Módulo Fotovoltaico Jinko Solar JKM565N-72HL4-V...18	18
Tabela 3: Parâmetros do Inversor Híbrido PHB3648D-ES.....	19
Tabela 4: Variáveis da bateria.....	21
Tabela 5: Componentes do String Box.....	23
Tabela 6: Quadro de proteção CA.....	24
Tabela 7: Fluxo de caixa para o sistema <i>off-grid</i> - Primeiro caso .....	27
Tabela 8: Fluxo de caixa para o sistema <i>off-grid</i> - Segundo caso.. .....	28



## Lista de Abreviação

CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Continua
EEC	Energia Elétrica da Concessionaria
EEF	Energia Elétrica Fotovoltaica
INV	Inversor
MFV	Módulo Fotovoltaico
RER	Rede Elétrica Residencial
SFV	Sistema Fotovoltaico
SIGFI	Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente
SPMP	Seguidor do Ponto de Máxima Potência
SSR	Serviço de Segurança Residencial

## Lista de Símbolos

$FC$	Fluxo de caixa
$W_{\text{modulo}}$	Produção de energia do módulo
$\eta_{\text{módulo}}$	Eficiência do módulo fotovoltaico
$C$	Consumo de Energia
$N$	Número de módulos
$P_{\text{inversor}}$	Potência CC máxima do inversor
$P_{\text{arranjo}}$	Potência da <i>string</i>
$V_{\text{inv}}$	Tensão CC máxima do inversor
$I_{\text{inv}}$	Corrente CC máxima do inversor
$V_{oc}$	Tensão de circuito aberto dos módulos
$P_{\text{módulo}}$	Potência do módulo
$I_{n_{\text{fusível}}}$	Corrente nominal do fusível

## Sumário

1- Análise do Local da Instalação .....	12
2- Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico.....	17
2.1 DIMENSIONAMENTO DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	18
2.2 DIMENSIONAMENTO DO INVERSOR.....	19
2.3 DIMENSIONAMENTO DO BANCO DE BATERIA.....	21
3- Análise de Viabilidade Econômica.....	26
4- Projeto Elétrico .....	29
4.1 PLANILHA DE LOCALIZAÇÃO .....	29
4.2 DIAGRAMA UNIFILAR.....	30
5- Referências Bibliográficas.....	32

# 1- Análise do Local da Instalação

O projeto SIGFI visa permitir a utilização da energia fotovoltaica produzida e armazenada em baterias e disponibilizada através de um equipamento Inversor (INV) CC/CA como forma de substituir a falta de Energia Elétrica da Concessionária (EEC) em qualquer tempo, permitindo que os equipamentos do Serviço de Segurança Residencial (SSR) que estiverem ligados a Rede Elétrica Residencial (RER) continuem funcionando sem interrupção.

Um SSR urbano previne invasões e roubos em residências, a utilização do SFV torna o sistema mais robusto pela independência da EEC e econômico devido ao preço final do kWh, apresentado no capítulo 3.

## 1.1 ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA

Para o consumo de energia serão analisadas quais as cargas dos equipamentos do SSR que farão uso deste SFV.

O levantamento da carga total que será alimentada pelo SFV está representado na Tabela 1. Estão representados todos os equipamentos que serão alimentados bem como a quantidade, potência e horas de uso (diários) dos mesmos. Nota-se que o valor da potência total instalada é de 149 W e a energia média de consumo diário é de 1,49 kWh/dia.

Tabela 1: Cargas dos Aparelhos que compõem o SSR.

Aparelhos Elétricos	Quantidade	Potência (W)	Potência Total (W)	Utilização Média (h/dia)	Consumo Individual (kWh/dia)	Consumo Total (kWh/dia)
Câmera de Vídeo	4	3,5	14	24	0,09	0,36
Central de Monitoramento	1	10	10	24	0,24	0,24
TV Led 32"	1	39	39	24	0,13	0,13
Central de Alarme	1	1,5	1,5	24	0,04	0,04
Modem Internet	1	12	12	24	0,29	0,29
Cerca Elétrica	1	4,5	4,5	24	0,11	0,11
Tomada de Força	1	50	50	2	0,10	0,10
Lâmpada Led	2	9	18	12	0,11	0,22
Total			149			1,49

A partir desta tabela iremos definir o dimensionamento do SFV que será calculado no capítulo 2.

Nesse primeiro momento foram consideradas as cargas dos equipamentos de um SSR básico, e conforme veremos a partir do dimensionamento teremos condições de incrementar de forma substancial outros dispositivos de segurança e alguns equipamentos necessitados de nobreak, por exemplos computador e geladeira.

## 1.2 LOCALIZAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Inicialmente será apresentado a foto da residência vista pelo alto e em seguida fotos com os locais previstos para instalação do SFV, considerando a possível interferência por sombreamento e outras perdas.

Na Figura 1 a seguir tem-se a imagem do local de instalação do projeto. A residência não possui prédios ou estruturas em volta que possam causar sombreamento considerável nos módulos fotovoltaicos. Neste contexto, os módulos serão instalados no telhado, como mostra a Figura 2.

N Figura 2 está representado também o local de instalação do INV e da *string box* CC. Mais detalhe sobre os equipamentos serão apresentados na próxima seção.

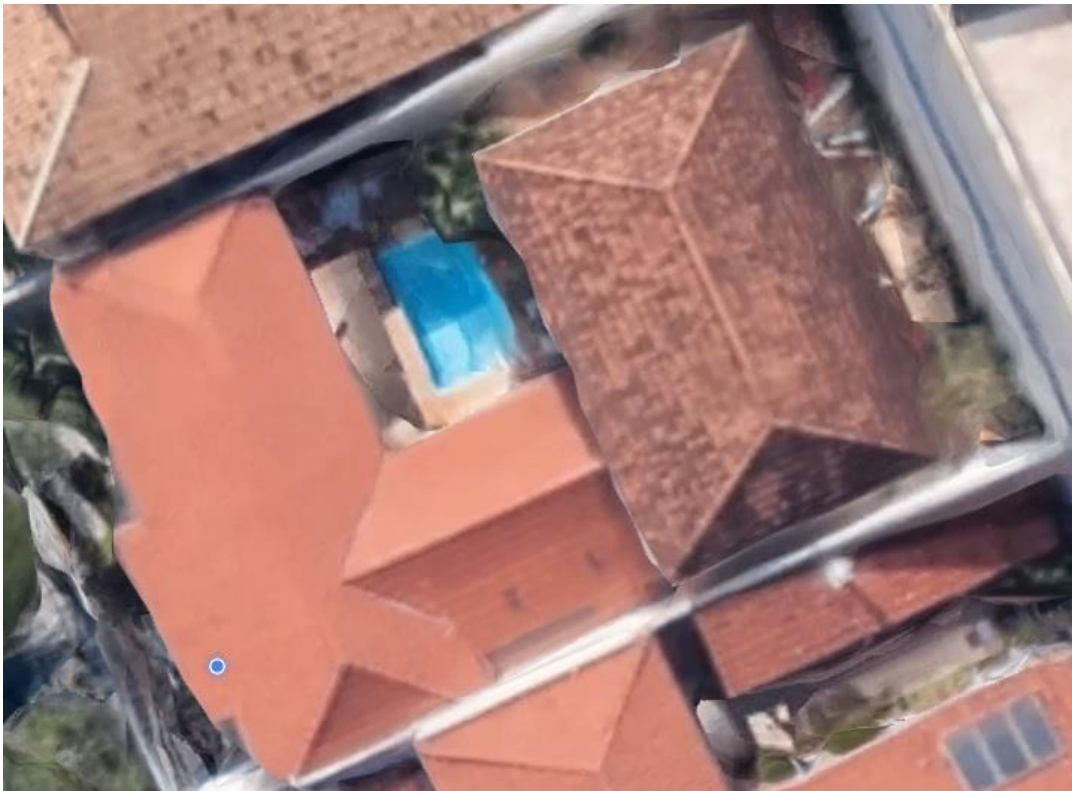


Figura 1: Imagem de satélite da residência.



Figura 2: Disposição dos equipamentos do SFV.

Após a análise do melhor local no telhado para instalação dos Módulos Fotovoltaicos (MFV) determinamos o posicionamento dos demais equipamentos do SIGFI, nesta ordem:

- Baterias: debaixo do beiral do telhado ficando sombreadas e próximas dos MFV.
- *String Box* CC: considerado a melhor posição para interligação dos MFV e as Baterias e o INV.
- INV: posicionado para uma boa ventilação, boa disposição das entradas de cabos e facilidade para abertura e manutenção.
- Quadro de Proteção CA: acesso fácil e facilidade de interligação à Rede Elétrica Residencial (RER) e ao local dos equipamentos do SSR.

### 1.3 ANÁLISE DO EFEITO DE SOMBREAMENTO

O sombreamento é um aspecto essencial para um SFV com impactos negativos significativos na geração de corrente elétrica.

Uma verificação in loco nos horários da manhã e da tarde permitiram constatar as áreas não sombreadas durante estes períodos, para o mês de novembro, final da primavera.

Uma análise da insolação local relativa ao restante do ano, principalmente nos meses de inverno permitiu posicionar os módulos sem sofrer sombreamento.

Neste caso uma pequena área do lado esquerdo do telhado que poderia vir a ser sombreada será evitada pelo posicionamento adequado dos módulos, já que um painel sombreado interfere em toda *string* sendo melhor evitar algum MFV na sombra da edificação.

Neste caso é possível posicionar os módulos fotovoltaicos de modo a ter a melhor geração de energia ao longo do ano e dispensar o uso de conversores CC/CC com Seguidor do Ponto de Máxima Potência (SPMP).

Para um correto dimensionamento do SFV utilizamos um software aplicativo de celular de nome EStimate desenvolvido para SFV, fazendo a análise das perdas que podem ocorrer por efeito de sombreamento, também pelo posicionamento dos módulos em arranjo não ótimo e pelos cabos elétricos.



Figura 3: Imagem da insolação pelo EStimate.

Para determinar a inclinação do telhado necessária para o cálculo de perdas foi utilizado um tubo rígido de alumínio do tamanho de um MFV e através de um aplicativo de celular de nome *Angle Meter* foi realizado a medição do ângulo cujo resultado foi de vinte e um graus ( $180^\circ - 159^\circ = 21^\circ$ ).

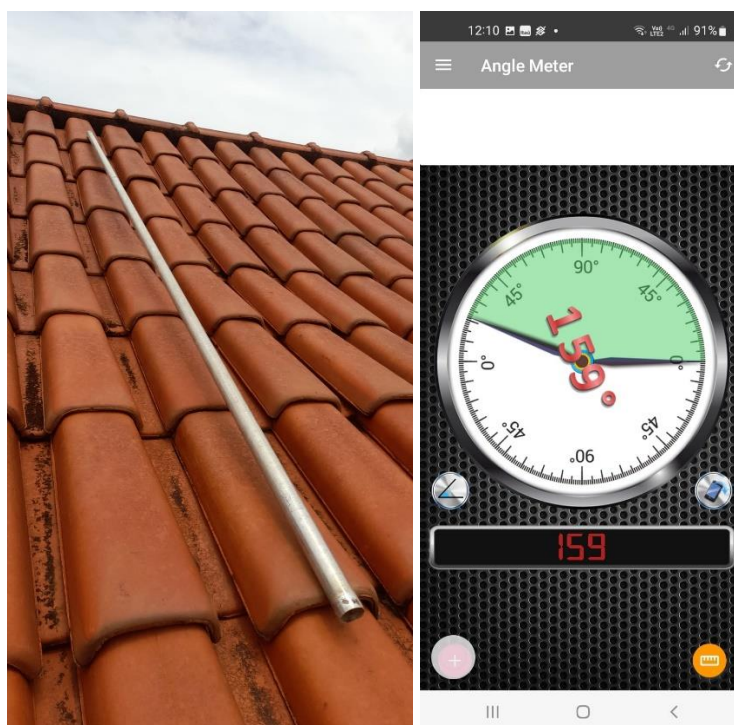


Figura 4: Medição da inclinação do telhado.

O percentual de 0,01% de perdas, relativa a inclinação do telhado, foi determinado pelo ESTimate.

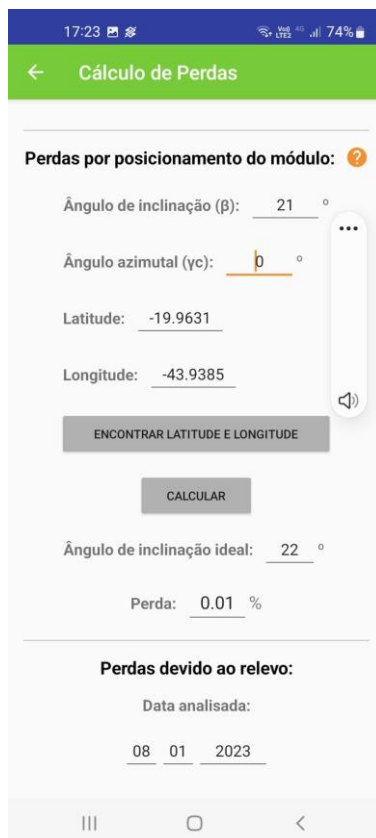


Figura 5: Perdas devido inclinação dos módulos



## 2- Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico

No dimensionamento do SFV foi considerado o valor da demanda crítica para assim determinar os componentes do SFV necessários para suprir tal demanda tais como o modelo e número de módulos fotovoltaicos e a potência do inversor.

Diante de uma decisão predefinida de utilizar tecnologia de ponta como o Inversor Híbrido e a Bateria de Lítio, e buscando soluções existentes no mercado optou-se pela escolha do menor Kit Híbrido da PHB com essas características, tendo potência suficiente para suprir a demanda das cargas e um excedente de potência para possibilitar a expansão na utilização do SFV em novos dispositivos do SSR e outros periféricos da residência.

Também foram elencados nesse kit os dispositivos de proteção, os cabos CC e CA, aterramento e da estrutura de fixação dos módulos.

Transcrevo a composição do Kit conforme o fornecedor (Quantidade – Item):

- 4 - MODULO 565WP - MONO - N TYPE; (JKM565N-72HL4-V) JINKO;
- 1 - PHB3648D-ES, INVERSOR OFF GRID - 48VCC/220VCA; (HÍBRIDO)
- 1 - BATERIA LITIO - PHB LYNX (D-ES UNICA);(51,2Vcc - 5,4KWh)
- 1 - STB02-600V/08, STRING BOX CC - 2 Strings com 2 saídas;
- 1 - QDCA/84, QUADRO DE PROT.CA-SOLAR (20A DJ.AC) MONOFÁSICO 220V;
- 4 - GRAMPO TERMINADOR 35MM EM ALUMÍNIO;
- 2 - EMENDA P/ PERFIL DE ALUMINIO;
- 2 - GRAMPO DE ATERRAMENTO;
- 4 - ABRAÇADEIRAS DE AÇO PARA CABOS;
- 6 - CLIP DE AÇO P/ ATERRAMENTO ESTRUTURA – MÓDULOS;
- 6 - GRAMPO INTERMEDIÁRIO 35MM EM ALUMÍNIO;
- 2 - JUMPER DE ATERRAMENTO P/ PERFIL ALUMINIO;
- 8 - HOOK #S1BN - CERM.PORT/AMER/TÉG/ROM/COL- ESTR.MADEIRA (POSIÇÃO RETRATO);
- 4 - PERFIL DE ALUMINIO ANODIZADO P/ MODULOS FV (2,40M);
- 10M - CABO SOLAR PRETO COM PROTEÇÃO UV 4,0MM2;
- 10M - CABO SOLAR VERMELHO COM PROTEÇÃO UV 4,0MM2;
- 10M - CABO SOLAR VD/AM COM PROTEÇÃO UV 6,00MM2 M 10;
- 1 - CONECTOR MC4 EVO MACHO+FEMEA P/ MODULO JINKO;

É válido ressaltar que o kit apresentado acima já é uma estrutura previamente dimensionada pela PHB. Entretanto, este capítulo tem a finalidade de validar o dimensionamento apresentado pela PHB, bem como validar o uso do kit em questão para o projeto de SIGFI do TCC. Portanto, nas próximas seções serão apresentados os componentes do SFV e a validação para o uso do kit na aplicação do projeto deste TCC.

## 2.1 DIMENSIONAMENTO DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

É necessário provar que o arranjo fotovoltaico presente no kit irá satisfazer o consumo de energia das cargas do projeto. A Tabela 2 apresenta alguns parâmetros dos módulos que acompanham o kit, os demais parâmetros podem ser encontrados no *datasheet* do respectivo módulo em anexo.

Tabela 2: Parâmetros do Módulo Fotovoltaico Jinko Solar JKM565N-72HL4-V.

Parâmetros	Valor
Potência do módulo em condição de testes padrão (STC) [W]	565
Eficiência do módulo fotovoltaico – $\epsilon$ [%]	21,87
Área do módulo fotovoltaico [m <sup>2</sup> ]	2,6
Tensão de circuito aberto [V]	50,6
Tensão de máxima potência [V]	41,92
Corrente de curto-circuito [A]	14,23
Corrente de máxima potência [A]	13,48
Tensão máxima do sistema [Vdc]	1500

Para validação dos módulos fotovoltaicos será calculado a quantidade de energia produzida pelo arranjo fotovoltaico. Para tal cálculo, será utilizado a seguinte equação:

$$E_{FV} = N \cdot I_{rad} \cdot L_1 \cdot L_2 \cdot \eta_{mód} \cdot \eta_{sist} \quad (1)$$

Onde  $E_{FV}$  é a energia produzida pelo arranjo fotovoltaico,  $N$  é quantidade de módulos em série presente na *string* ( $N = 4$ ),  $I_{rad}$  é a irradiação média do local de instalação, que no caso será 4,901 kWh/dia,  $L_1$  e  $L_2$  são os valores do comprimento e largura (em metro) dos módulos fotovoltaicos utilizados, e por fim,  $\eta_{mód}$  e  $\eta_{sist}$  são as eficiências dos módulo e do sistema, respectivamente. Para o sistema, será considerada arbitrariamente uma eficiência de 80 %, devido o conjunto de perdas que podem ocorrer no SFV.

Substituindo os valores do projeto na equação (1), encontra-se o valor de 7,09 kWh/dia de energia produzida pelos módulos fotovoltaicos. Este valor é maior que o valor de energia consumido por dia pela carga (como mostrado na Tabela 1 (1,49 kWh/dia). Portanto, os módulos fotovoltaicos apresentados no kit atendem as demandas do projeto em questão e permitem uma expansão de utilização da

energia produzida de até 5,6 kWh/dia, tanto para SSR quanto para outros equipamentos residenciais.

## 2.2 DIMENSIONAMENTO DO INVERSOR

O INV utilizado no kit escolhido é o modelo PHB3648D-ES, que é um INV Híbrido mostrado na Figura 6. Os principais parâmetros elétricos do equipamento se encontram na Tabela 3 a seguir. Basicamente, a ideia desta seção é justificar o uso deste INV no projeto em questão.



Figura 6: INV Híbrido PHB3648D-ES.

Tabela 3: Parâmetros do INV Híbrido PHB3648D-ES.

<b>Especificação</b>	<b>Dados</b>
Formato da Onda de Saída	Senoidal
Potência nominal	3600 W
Potência de saída (10 seg)	5520 W
Faixa de tensão de entrada	125 – 560 V
Tensão de saída	220 V ( $\pm 2\%$ )
Frequência de saída	60 Hz $\pm 0,2$
Eficiência	94 %
Consumo próprio	< 1 A
Grau de proteção	IP65
Taxa Proteção Harmônica	< 3%

Para a escolha de um INV em sistemas *off-grid*, alguns pontos devem ser analisados, como mostrado nos itens abaixo:

- Potência Nominal do INV: Pela tabela apresentada no Capítulo 1, observou-se que a potência total instalada de carga era de 149 W. Portanto, é necessário que se tenha um INV com potência nominal maior que este valor. Pelas especificações do datasheet do equipamento, percebe-se que o INV atende este quesito, uma vez que a potência nominal do mesmo é de 3,6 kW, sendo esta a menor potência de INV na sua categoria do fornecedor PHB. Também se conclui que se tem uma capacidade de expansão suficiente para absorver variações de carga conforme pretendido com o acréscimo de outros equipamentos elétricos.
- Tensão Máxima CC de Entrada: O INV PHB3648D-ES apresenta uma tensão máxima CC de 560 V. Portanto, a tensão máxima de cada *string* de módulo fotovoltaico deve ser inferior a este valor. Pelo kit apresentado, percebe-se que a tensão máxima por *string* será de 202,4 V (4 vezes o valor de tensão de circuito aberto do módulo fotovoltaico).
- Corrente Máxima CC do INV: A corrente máxima do INV deverá ser maior que a corrente de curto circuito do módulo fotovoltaico utilizado no projeto. A corrente máxima CC do INV é de 11 A e a corrente de curto circuito do módulo é de 14,23 A. Entretanto, o fabricante (PHB) confirma a possibilidade de uso deste kit, garantindo a compatibilidade do módulo fotovoltaico com o INV escolhido;
- Tensão do Banco de Bateria: A tensão do banco de bateria especificada pelo datasheet do INV é de 48 V (nominal), podendo a tecnologia da bateria ser de íon lítio por conta das especificações no datasheet do INV. Neste contexto, o banco de bateria utilizado no projeto é 51,2 V (nominal). Novamente, o fabricante garante a compatibilidade do INV com o banco de bateria. Além do mais, a tecnologia do banco de bateria utilizada é de íon lítio e conta com BMS (*Battery Management System*) para maior segurança de carga e descarga.
- Corrente de Carga e Descarga do Banco de Bateria: É necessário garantir que a corrente de carga e descarga do banco de bateria seja compatível com a corrente CC do INV destinada ao banco de bateria. Pelo datasheet do INV, é observado que a corrente máxima de carga é de 70 A e a corrente de carga do banco de bateria é de 50 A.
- Tensão de Saída do INV: A tensão de saída do INV deve ser compatível com a carga. Neste contexto, observa-se que a tensão de saída do INV é de 220 V e a tensão de alimentação das cargas também é de 220 V. Portanto, a saída do INV é compatível com a carga.

Com bases nos requisitos apresentados acima, pode-se concluir que o INV Híbrido (modelo o PHB3648D-ES) atende os requisitos do projeto apresentado.

É válido ressaltar que este modelo de INV já possui controlador de carga interno, fato que auxilia no processo de dimensionamento.

### 2.3 DIMENSIONAMENTO DO BANCO DE BATERIA

O banco de bateria utilizado no kit escolhido para este projeto é o modelo LX U5.4-L. A tecnologia do banco de bateria é de íon lítio e possui BMS integrado no banco de baterias. A ilustração e as especificações para este equipamento se encontram-se na Figura 7 e na Tabela 4, respectivamente.



Figura 7: Bateria de Lítio LinkX 5.4.

Tabela 4: Variáveis da bateria.

Especificação	Dados
Tensão Nominal	51,2 Vcc
Energia Nominal	5,4 kWh
Energia Util	4,86 kWh
Corrente Max Carga/Descarga	50 A
Potencia Max Saida	2,88 kW

Para a escolha do banco de baterias, é necessário garantir que a demanda de energia a ser armazenada pelo banco seja atingida, além de apresentar compatibilidade com o INV escolhido. Portanto, esta seção irá validar o uso do banco de baterias em relação a energia armazenada e em relação a compatibilidade com o INV (modelo PHB3648D-ES).

Para calcular a energia que o banco precisa armazenar ( $L_{bat}$ ), é necessário considerar a autonomia ( $Aut$ ) adotada no projeto, nesse caso a

necessidade mínima arbitraria será de dois dias. Portanto, a energia que o banco precisa armazenar será de:

$$L_{bat} = Aut \frac{L_{CA}}{\eta_{bat}\eta_{inv}} \quad (2)$$

Onde  $L_{CA}$  é a demanda de energia em Wh/dia encontrada no Capítulo 1, e  $\eta_{bat}$  e  $\eta_{inv}$  são as eficiências da bateria e do INV, respectivamente. De acordo com o datasheet do fabricante dos equipamentos, foi considerado  $\eta_{inv} = 94 \%$  e  $\eta_{bat} = 97,6 \%$ . Portanto, a energia que é necessário ser armazenada no banco de baterias é de 3,25 kWh. Este valor é inferior ao valor de energia nominal armazenada pelo banco de baterias, que é 4,86 kWh.

A partir da formula e dos dados citados é possível determinar qual o número de dias que poderemos utilizar a energia total do banco de bateria fornecido no KIT, sendo esse valor de 3 dias de autonomia.

No que se refere a compatibilidade com o INV, tem-se os seguintes requisitos a serem analisados:

- Tecnologia da Bateria: O banco de bateria utilizado neste trabalho é de íon lítio, que é a mesma tecnologia exigida pelo INV;
- Tensão do Banco de Bateria: A tensão do banco de bateria é compatível com o INV, como foi mostrado na seção anterior;
- Corrente do Banco de Bateria: A corrente do bando de bateria é compatível com o INV, como foi mostrado na seção anterior.

## 2.5 DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO

No que se refere a proteção do SFV, é necessário considerar primeiramente as proteções internas do próprio INV. O INV hibrido conta com os seguintes itens integrados:

- Proteção Anti-Ilhamento AFD (Desvio Ativo de Frequência),
- Monitoramento de Corrente de Fuga,
- Proteções de Sobrecorrente, de Curto-Circuito e de Sobretensão de Saída.

Além destes, o kit da PHB O também apresenta os seguintes itens externos de proteção, como DPS, chave seccionadora e fusíveis, como mostrado na Figura 8 e na Tabela 5. A *String Box* do kit é o modelo PHB-STB02-600V08 com 2 entradas e 2 saídas

Figura 8: *String Box* CC.Tabela 5: Componentes do *String Box*.

Especificação	Dados
Tensao Maxima	600 Vcc
Dispositivo de proteção contra surto (DPS)	DPS classe II em "Y" corn EN5053911, I <sub>max</sub> 40kA. Tensao de operacao: 1000Vcc
Fusivel	(4) Fusiveis 15A - 1000V - Tipo gPV
Chave Seccionadora	(1) 32A - 600Vcc
Grau de Protecao	IP65

De acordo com as especificações nominais de corrente e tensão CC do projeto, percebe-se que as especificações elétricas dos equipamentos de proteção estão de acordo com o projeto. Por exemplo, a tensão e corrente máxima CC do projeto é de 202,4 V ( $4 \times V_{OC}$ ) e 14,23 A (corrente de curto circuito do módulo).

No que se refere a proteção CA, será usado o quadro de proteção apresentado na Figura 9 a seguir. Basicamente, serão utilizados DPS e disjuntores. As especificações das proteções encontram-se na Tabela 6 a seguir.

Novamente, é possível perceber que os parâmetros elétricos dos equipamentos de proteção estão compatíveis com os parâmetros de corrente e tensão CA do projeto. Por exemplo, tem-se que os valores de tensão CA de 220 V e corrente CA de 16 A. Percebe-se, portanto, que os dispositivos de proteção CA estão compatíveis com os demais equipamentos.



Figura 9: Quadro de proteção CA.

Tabela 6: Componentes do quadro de proteção CA.

Especificação	Dados
Tensão de Entrada	220 $V_{ca}$
Dispositivo de proteção contra surto	(2) DPS classe II corn I EC 61643-11 $I_{max}$ 40kA. Tensão máxima de operação contínua: 275V $_{ca}$
Disjuntor	(1) Bipolar Curva C 20A
Bitola do cabo	4 mm <sup>2</sup>
Grau de Proteção	IP65

No que se refere aos cabos que serão utilizados no projeto, as bitolas para os cabos CC e CA serão de 6 mm<sup>2</sup> e 4 mm<sup>2</sup>, respectivamente. Estes valores foram sugeridos pelo fabricante.

## 2.8 ATERRAMENTO

O aterramento, conforme a figura do esquema abaixo, é composto por uma haste no solo próximo aos equipamentos, em especial o *string box* CC que interliga os MFV e o INV.

A bitola do condutor de proteção e aterramento fornecida pelo kit é de 6 mm<sup>2</sup> na cor verde-amarelo.

A representação do aterramento é mostrada na Figura 10.



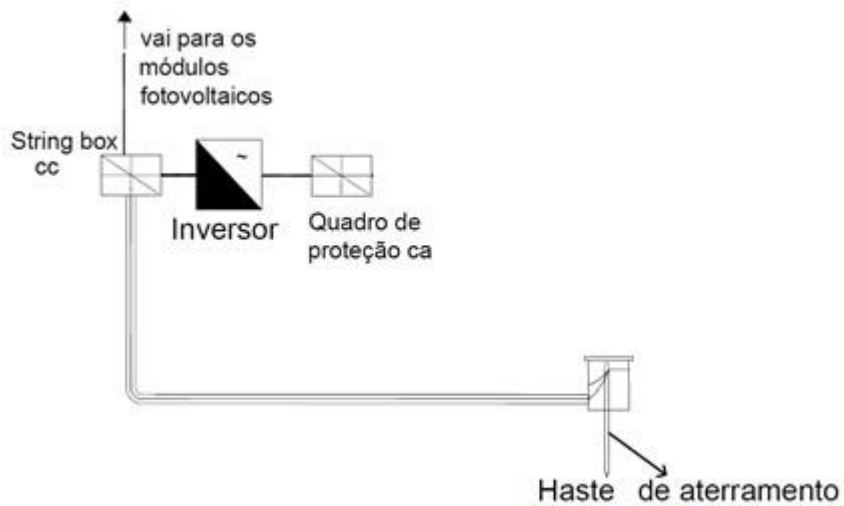


Figura 10: Esquema de aterramento do SFV.

## 2.9 ESTRUTURA DE FIXAÇÃO

A estrutura de fixação fornecida pelo kit foi escolhida para o telhado com telhas coloniais tipo capa-canal e trilho de alumínio anodizado.

Uma ilustração da estrutura encontra-se na Figura 11 a seguir.



Figura 11: Estrutura de Fixação Fornecida pelo Kit.

### 3- Análise de Viabilidade Econômica

Antes de começar a análise de viabilidade econômica do sistema *off-grid* instalado é necessário estabelecer algumas considerações iniciais e como foram idealizadas.

A primeira se refere ao percentual de redução de geração de energia pelos MFV. Será considerado uma perda anual de 1% na capacidade de geração dos MFV.

Outra consideração inicial se refere ao gasto com manutenção e limpeza anual dos equipamentos. Foi considerado que o valor anual gasto com manutenção é de R\$500,00 com uma taxa anual de aumento igual a 5%.

No que se refere ao banco de baterias, é necessário estabelecer o tempo limite de troca destes equipamentos, visto que possuem uma vida útil menor que os outros equipamentos do sistema (como o INV e os MFV). Portanto, será considerado o tempo de troca do banco de baterias de 5 em 5 anos segundo o seu *datasheet*.

Ressalta-se também, que o tempo médio de duração do INV híbrido segundo o seu *datasheet* é de 10 anos, e que, portanto, deverá haver a troca desse INV, após cada período do tempo mencionado, ou seja, após uma década.

O preço total do kit fornecido pela PHB solar foi de R\$30.841,00. Além do mais, foi acrescentado um valor de R\$3.600,00 para a instalação do projeto. Neste contexto, o valor inicial do projeto é de R\$34.441,00.

Para efeito de cálculo da planilha foram orçados separadamente o banco de bateria e do INV híbrido, encontrando-se os valores de R\$10.740,00 e R\$7.500,00 respectivamente.

A análise do fluxo de caixa do sistema fotovoltaico está apresentada na Tabela 7.

A coluna 1 representa os anos em que serão considerados para a análise.

Na coluna 2 tem-se o valor gasto com o investimento do projeto em cada ano. Perceba que o primeiro ano (ano 0) teve o valor do investimento inicial de projeto, calculado anteriormente. Além disso, de cinco em cinco anos tem-se novo investimento com a troca do banco de baterias (R\$10.740,00) e, a cada dez anos, outro investimento com a substituição do INV híbrido (R\$7.500,00).

Na coluna 3, tem-se o gasto com a manutenção do projeto.

Em sequência, na coluna 4, tem-se o custo total de cada ano, que será o valor o investimento mais o valor gasto com a manutenção.

Na coluna 5, tem-se o valor da geração de energia pelos módulos fotovoltaicos para cada ano. É válido ressaltar que este valor foi calculado considerando o valor de irradiação encontrado no Capítulo 2.

Por fim, na coluna 6, tem-se o valor do preço do kWh para cada ano considerado. O valor do preço do kWh foi calculado considerando a razão entre o custo anual do projeto sobre a geração anual de energia.

Tabela 7: Fluxo de caixa para o sistema *off-grid* – Primeiro caso

Anos	Investimento (R\$)	Gastos Manut. (R\$)	Custo Total (R\$)	Geração FV Wh (ano)	Preço do kWh
0	34441,00	500,00	34941,00	10348,87	3,38
1	0,00	500,00	500,00	10245,38	0,05
2	0,00	525,00	525,00	10142,93	0,05
3	0,00	551,25	551,25	10041,50	0,05
4	10740,00	578,81	11318,81	9941,09	1,14
5	0,00	607,75	607,75	9841,68	0,06
6	0,00	638,14	638,14	9743,26	0,07
7	0,00	670,05	670,05	9645,83	0,07
8	0,00	703,55	703,55	9549,37	0,07
9	18240,00	738,73	18978,73	9453,87	2,01
10	0,00	775,66	775,66	9359,34	0,08
<b>Total</b>					7,03
<b>Média</b>					0,639

Como se pode notar, o valor do preço por kWh no primeiro ano é bem maior que os demais, uma vez que se tem o valor o custo inicial do projeto.

Os valores maiores fora da média pagos anualmente por kWh são para os anos de 04 e 09, uma vez que nestes anos há a troca do banco de bateria, e também a previsão da troca de INV para o ano 09.

Entretanto, mesmo com a troca dos equipamentos, o valor médio anual do kWh para o sistema é de R\$0,639. Pode-se concluir, portanto, que o investimento para em tal sistema é financeiramente viável, considerando o preço do kWh residencial em torno de R\$0,75 atualmente.

Agora, considerando que inicialmente teremos uma carga muito abaixo da capacidade do INV e bem abaixo da tolerância de descarga do banco de bateria, podemos desconsiderar a troca de baterias de 5 em 5 anos e a troca do INV em 10 anos pois esses equipamentos irão trabalhar de modo não crítico, sem stress elétrico nos seus componentes, diferente de se utilizar com a carga plena nos seus circuitos, o que aumenta sua durabilidade para além do especificado, aqui arbitrariamente considerado o dobro, teremos a troca da bateria no ano 9, determinando um novo cálculo de custo do kWh gerado.

Tabela 8: Fluxo de caixa para o sistema *off-grid* – Segundo caso

Anos	Investimento (R\$)	Gastos Manut. (R\$)	Custo Total (R\$)	Geração FV Wh (ano)	Preço do kWh
0	34441,00	500,00	34941,00	10348,87	3,38
1	0,00	500,00	500,00	10245,38	0,05
2	0,00	525,00	525,00	10142,93	0,05
3	0,00	551,25	551,25	10041,50	0,05
4	0,00	578,81	578,81	9941,09	0,06
5	0,00	607,75	607,75	9841,68	0,06
6	0,00	638,14	638,14	9743,26	0,07
7	0,00	670,05	670,05	9645,83	0,07
8	0,00	703,55	703,55	9549,37	0,07
9	10740,00	738,73	11478,73	9453,87	1,21
10	0,00	775,66	775,66	9359,34	0,08
<b>Total</b>					5,15
<b>Média</b>					0,468

Desta forma, sem as trocas desnecessárias dos equipamentos do SFV teremos uma melhoria substancial no valor do kWh gerado de R\$0,639 para R\$0,468 tornando ainda mais atrativo esse investimento fotovoltaico.

Se pensarmos em utilizar o SFV em tempo integral e considerando R\$0,75 como uma média do kWh da concessionária no período de 11 anos, e utilizando a carga do SSR básico de 1,49 kWh/dia, então no primeiro caso para o valor R\$0,639 o kWh gerado teremos uma economia de R\$15.937 e no segundo caso para o valor R\$0,468 o kWh gerado teremos uma economia de R\$40.488.

## 4- Projeto Elétrico

Um SIGFI *off-grid* por natureza é um projeto compacto ocupando uma área relativamente pequena e sem grandes extensões de cabeamento por ser desnecessária sua interligação à rede elétrica para injeção da energia produzida.

### 4.1 PLANILHA DE LOCALIZAÇÃO

O local de instalação do projeto encontra-se representados nas Figuras 12 e 13 a seguir.

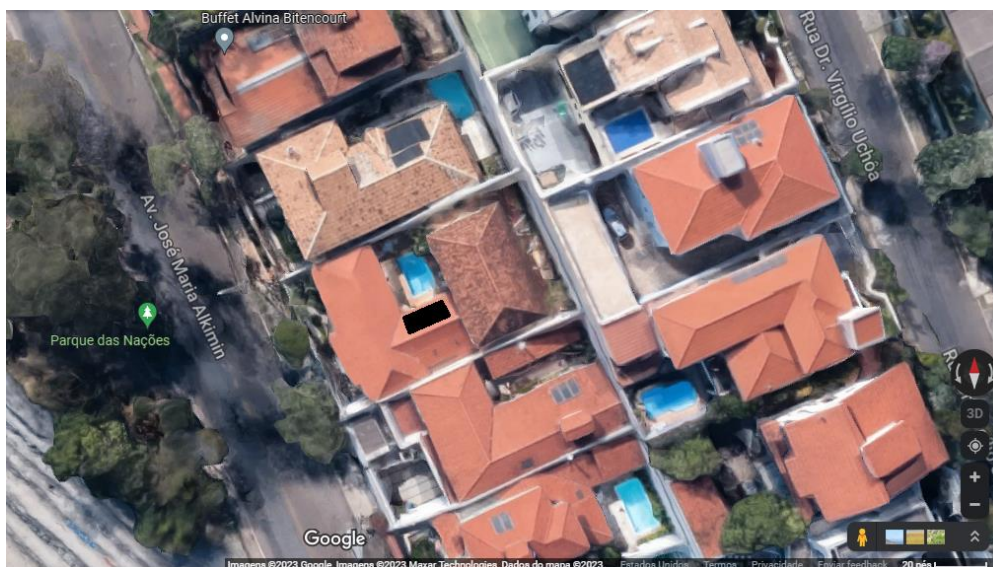


Figura 12: Local da instalação da SFV, em preto, foto obtida no Google Maps.

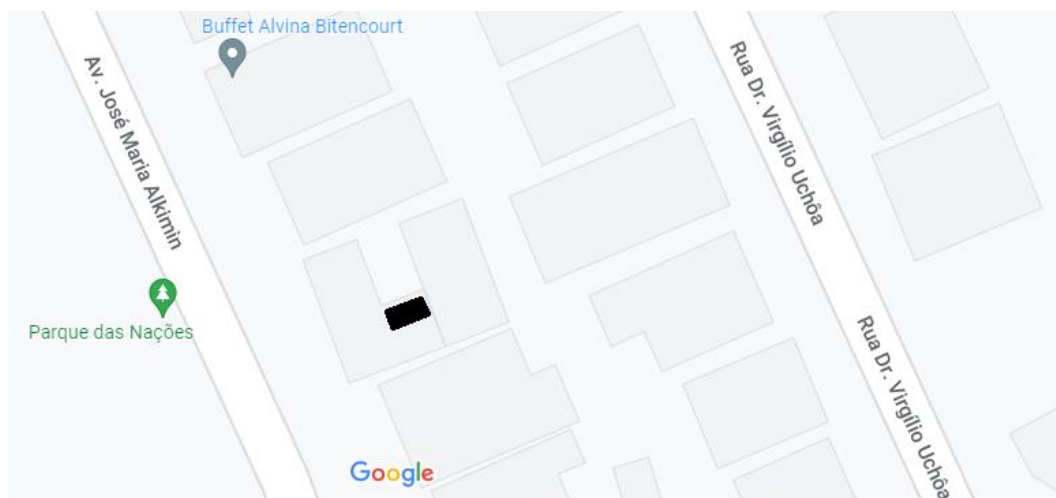


Figura 13: Local da instalação da SFV, em preto, mapa obtido no Google Maps.

## 4.2 DIAGRAMA UNIFILAR

Sendo desnecessário apresentação de projeto à concessionária para homologação do SIGFI, focamos apresentar o projeto unifilar dispondo as ligações elétricas precisas para o bom funcionamento do SFV e alimentação das cargas.

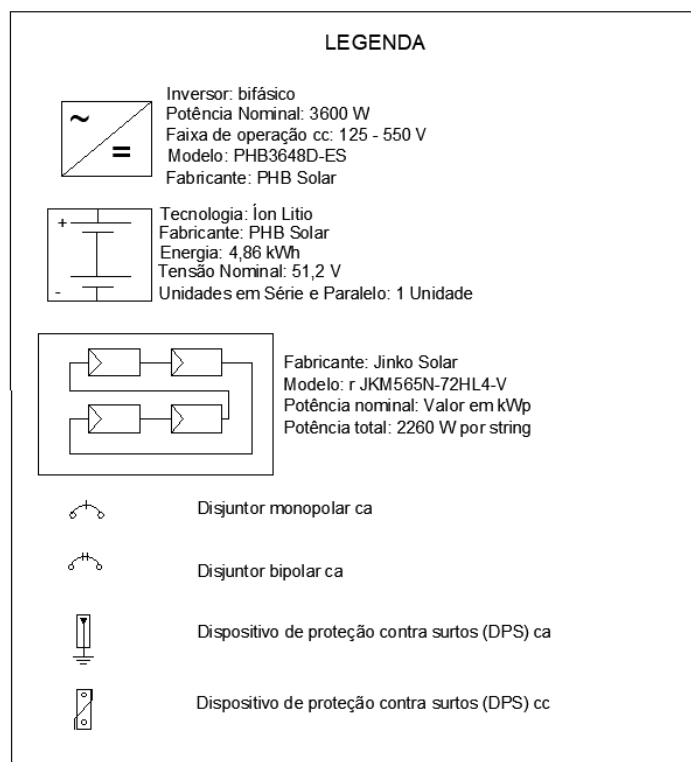


Figura 14: Simbologia e legenda utilizada em projetos fotovoltaicos.

Foi realizado o planejamento da interconexão dos diversos componentes do sistema de forma eficiente com a devida adequação do projeto em relação aos requisitos de segurança sob ponto de vista elétrico e verificação do cumprimento das normas e regulamentos técnicos aplicáveis constituem o projeto elétrico deste SFV.

A escolha do tipo de condutores e bitola, dimensionamento do MFV e INV, especificação dos dispositivos de proteção fazem parte do Kit apresentado.

A seguir, encontra-se algumas características do sistema *off-grid* em questão:

- ✓ Caixa de proteção CA
- ✓ Carga instalada do SSR existente na UC de 0,15 kW;
- ✓ Condutores CA fase de bitola 4 mm<sup>2</sup>, isolação PVC 750 V em eletrodutos de 32 mm, no padrão de entrada;
- ✓ Disjuntor CA de 32 A no lado CA da *string box*;

- ✓ Condutores CC polos positivo e negativo de bitola 4 mm<sup>2</sup>, isolamento XLPE 1000V (conecta o arranjo FV à entrada CC do INV);
- ✓ Dispositivo de proteção contra surtos CC de 1000 V, classe 2, corrente nominal (corrente projetada, na qual é capaz de desviar para o aterramento de proteção) de 40 kA;
- ✓ INV Híbrido FV 3 kW CA, 220V CA, e faixa de operação CC 125-550V, com dois MPPTs;
- ✓ Módulos fotovoltaicos 565 Wp dispostos em uma *string* de 4 MFV cada, totalizando 2,26 kWp de potência CC instalada.

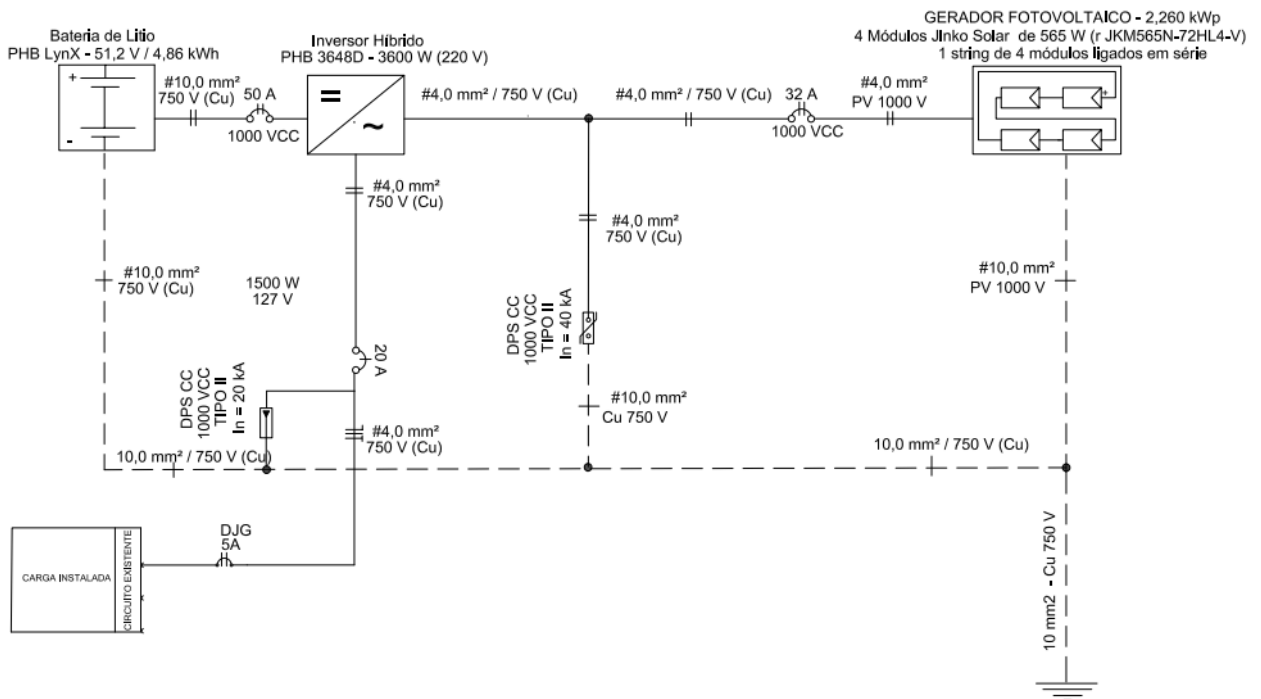


Figura 15: CAD Diagrama Unifilar.

## 5- Referências Bibliográficas

[1] Érica/Saraiva, “Energia Solar Fotovoltaica - Conceitos e Aplicações,” 2019.

[2] ANEEL, [Online]. Available: <https://www.gov.br/aneel/pt-br>

[3] ANEEL, [Online]. Available: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/distribuicao/sistemas-isolados-e-com-fontes-intermitentes>.

[4] ENERGISA/C-GTCD, “Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente – SIGFI,” 2019. [Online]. Available: <https://www.energisa.com.br/Documents/Normas%20t%C3%A9cnicas/NDU%20028%20%20Sistema%20Individual%20de%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%20com%20Fonte%20Intermitente%20%E2%80%93%20SIGFI.pdf>. [Acesso em 24 02 2023].

[5] CEMIG. [Online]. Available: <https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2020/07/RESOLUCAO-1000-da-ANEEL.pdf>. [Acesso em 24 02 2023].

[6] EStimate. [Online]. Available: [https://www.gesep.ufv.br/?page\\_id=1083](https://www.gesep.ufv.br/?page_id=1083).

[7] PHB. [Online]. Available: <https://www.energiasolarphb.com.br/produto/kit-fotovoltaico-premium/>.



# Bateria de Lítio PHB LynX

## 5400Wh(51,2V)



A Bateria de Lítio PHB foi desenvolvida para aplicações residenciais de alto desempenho, e conta com uma grande tecnologia de segurança e fácil configuração.

Comissionamento ágil pelo auto reconhecimento de endereços proporcionados pela interface de comunicação CAN.

Até seis baterias podem ser conectadas para trabalhar em paralelo para aumentar a autonomia do sistema.

Com montagem em parede ou solo, traz a versatilidade de instalação em locais externos (IP65) ou internos, com design elegante e complementar aos ambientes residenciais.

Tensão SELV: segura ao toque.

### Dados técnicos

<b>Modelo</b>	LX US.4-L
<b>Tensão nominal</b>	51,2Vcc
<b>Energia nominal</b>	5,4KWh
<b>Energia útil</b>	4,86KWh
<b>Paralelismo</b>	Até 6 baterias
<b>Corrente máx. de carga/descarga</b>	50A
<b>Potência máx. de saída</b>	2,88kW
<b>Conector</b>	Amphenol
<b>Tipo de célula</b>	LFP (LiFePO4)
<b>Peso</b>	57 kg
<b>Dimensões (C x L x A)</b>	505 X 175 X 570 mm
<b>Comunicação</b>	CAN/ RS485
<b>Painel</b>	Led indicador de SoC e falhas
<b>Temperatura de operação</b>	Carga: 0 <T <50 ° C / Descarga: -10 <T <50 ° C
<b>Umidade</b>	≤ 95%
<b>Altitude máx. de operação</b>	≤ 2000m
<b>Grau de proteção IP</b>	IP65
<b>Certificação</b>	IEC62619, CEC, CE, RCM
<b>Local de instalação</b>	Parede ou solo
<b>Garantia</b>	5 anos para BMS e 10 anos para células



Rua São Bernardino nº 12  
Pç. Anhanguera - CEP: 05120-050  
São Paulo - SP



(11) 3648-7830  
contato@phb.com.br



20220215 v1.0

# INVERSOR FOTOVOLTAICO HÍBRIDO/OFF-GRID

3600W (220V)  
5000W (220V)



Adequado para sistemas residenciais. Possui design moderno e inovador que facilita o manuseio e instalação.

PHB3648D-ES INVERSOR FOTOVOLTAICO HÍBRIDO/OFF-GRID

PHB5048D-ES INVERSOR FOTOVOLTAICO HÍBRIDO/OFF-GRID

Possui a garantia de 5 anos para defeito de fabricação. (consulte o termo de garantia).

Características Principais:

- ✓ Alta Eficiência.
- ✓ Monitoramento incorporado.
- ✓ Design de baixo ruído e sem ventilador.
- ✓ IP65: Permite instalações externas.

## EXCELENTE DESEMPENHO

- ✓ Eficiência Máxima de até 97,6%
- ✓ Eficiência Back-up > 94%
- ✓ THDi menor que 3%
- ✓ On-Grid (Geração FV)
- ✓ Off-Grid (Back-up)
- ✓ Auto-Consumo + Time-Shifting
- ✓ Operação com Baterias Lítio-Ion

## ALTA SEGURANÇA

- ✓ IP65 anti-poeira e à prova d'água
- ✓ Atende as tensões módulo 8 PRODIST
- ✓ Registro do Inmetro:  
PHB3648D-ES – 007465/2021  
PHB5048D-ES – 007464/2021

## PROJETO ORIENTADO PARA O CLIENTE

- ✓ LEDs indicadores
- ✓ Design de baixo ruído e sem ventilador
- ✓ Fácil e rápida instalação
- ✓ Interface de comunicação: RS485, CAN e WI-FI



Rua São Bernardino nº 12  
Pq. Anhanguera - CEP: 05120-050  
São Paulo - SP



(11) 3648-7830  
contato@phb.com.br

20220414 v1.1



# Dados técnicos

A PHB Solar mantém uma estrutura de equipamentos calibrados, "setups" de testes e técnicos treinados, para proporcionar aos seus clientes um rápido serviço de reparo.

Dados da Entrada CC		
Modelos	PHB3648D-E5	PHB5048D-E5
Max. Tensão CC [V]	580	
Faixa de Operação (MPPT) [V]	125-550	
Tensão CC de Partida [V]	150	
Tensão Nominal de Entrada CC (V)	360	
Corrente CC Máxima por MPPT [A]	11	
Número de Stríngs / MPPT	2/2	2/2
Dados da Saída CA (On-Grid)		
Potência CA Nominal [W]	3600	5000
Max. Corrente CA [A]	16	21,5
Saída Nominal CA	220Vca; 60Hz	
THD	<3%	
Fator de Potência	Unitário (0,8 Capacitivo / 0,8 Indutivo)	
Conexão CA	Monofásico	
Dados da Saída (Back-up)		
Máx. Potência Aparente (VA)	3680	4600
Máx. Potência de Pico (VA)*	5520, 10s	6900, 10s
Máx. Corrente de Saída (A)	16	20
Tensão Nominal de Saída (V)	220±2%	
Frequência Nominal de Saída (Hz)	60±0,2%	
THDv (Carga Resistiva)	<3%	
Dados da Bateria		
Tipo	Lítio-Íon	
Tensão Nominal (V)	48	
Máx. Tensão de Carga (V)	≤60 (configurável)	
Máx. Corrente de Carga (A)	7,5	100
Máx. Corrente de Descarga (A)	7,5	100
Eficiência		
Max. FV/CA Rede	97,60%	
Máx. BT/CA Back-up	94,00%	
Segurança do Equipamento		
Proteção Anti-ilhamento	AFD	
Monitoramento de corrente de fuga	Integrado	
Sobrecorrente	Integrado	
Curto-Circuito	Integrado	
Sobretensão de Saída	Integrado	
Dados Gerais		
Dimensões (L*A*P) [mm]	516*440*184	
Peso Líquido [kg]	28	30
Ambiente de Operação	Interno ou Externo	
Montagem	Fixado na parede	
Temperatura de Operação	-25~60°C	
Umidade relativa	0~95%	
Altitude [m]	<4000m	
Grau de Proteção IP	IP65	
Topologia	Isolação de Alta Frequência	
Ventilação	Convecção Natural	
Display	Led Indicativo	
Comunicação	USB / WI-FI / RS485 / CAN	
Cor	Branco	
Garantia [anos]	5	

\* Disponível somente se a potência FV e bateria forem suficientes.



Rua São Bernardino nº 12  
Pç. Anhanguera - CEP: 05120-050  
São Paulo - SP



(11) 3648-7830  
contato@phb.com.br



www.jinkosolar.com



# Tiger Neo N-type 72HL4-(V) 555-575 Watt MONO-FACIAL MODULE

## N-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

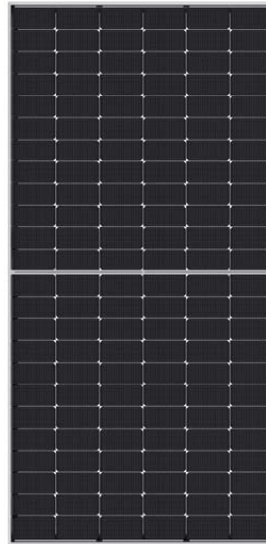
IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018

Occupational health and safety management systems



## Key Features



### SMBB Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



### Hot 2.0 Technology

The N-type module with Hot 2.0 technology has better reliability and lower LID/LETID.



### PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.



### Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



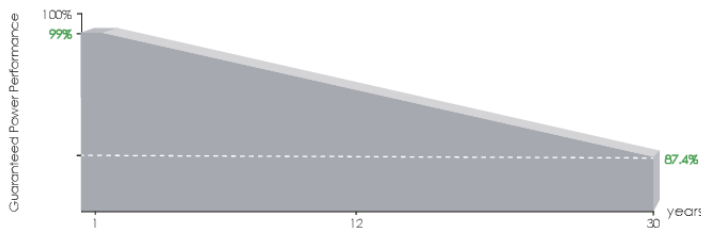
### Higher Power Output

Module power increases 5-25% generally, bringing significantly lower LCOE and higher IRR.



POSITIVE QUALITY™  
Continual Quality Assurance

## LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

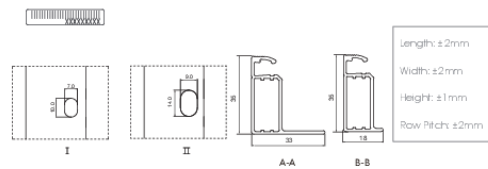
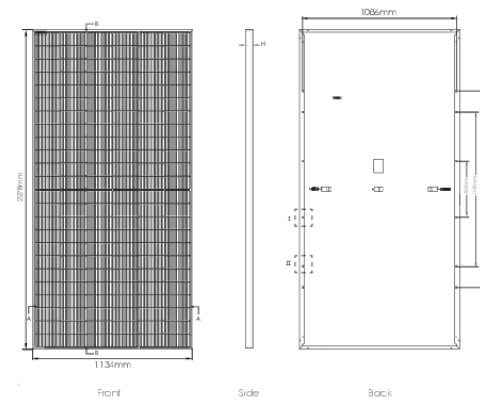


12 Year Product Warranty

30 Year Linear Power Warranty

0.40% Annual Degradation Over 30 years

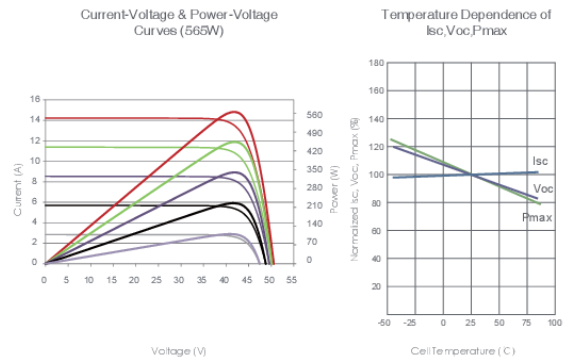
## Engineering Drawings



## Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)  
31 pcs/pallets, 62pcs/stack, 620pcs/ 40 HQ Container

## Electrical Performance & Temperature Dependence



## Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	144 (6×24)
Dimensions	2278×1134×35mm (89.69×44.65×1.38 inch)
Weight	28 kg (61.73 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

## SPECIFICATIONS

Module Type	JKM555N-72HL4		JKM560N-72HL4		JKM565N-72HL4		JKM570N-72HL4		JKM575N-72HL4	
	JKM555N-72HL4-V	JKM555N-72HL4-V	JKM560N-72HL4-V	JKM560N-72HL4-V	JKM565N-72HL4-V	JKM565N-72HL4-V	JKM570N-72HL4-V	JKM570N-72HL4-V	JKM575N-72HL4-V	JKM575N-72HL4-V
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	555Wp	417Wp	560Wp	421Wp	565Wp	425Wp	570Wp	429Wp	575Wp	432Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.64V	39.12V	41.77V	39.25V	41.92V	39.38V	42.07V	39.51V	42.22V	39.60V
Maximum Power Current (Imp)	13.33A	10.67A	13.41A	10.73A	13.48A	10.79A	13.55A	10.85A	13.62A	10.92A
Open-circuit Voltage (Voc)	50.34V	47.82V	50.47V	47.94V	50.60V	48.06V	50.74V	48.20V	50.88V	48.33V
Short-circuit Current (Isc)	14.07A	11.36A	14.15A	11.42A	14.23A	11.49A	14.31A	11.55A	14.39A	11.62A
Module Efficiency STC (%)	21.48%		21.68%		21.87%		22.07%		22.26%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.046%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

\*STC: ☀ Irradiance 1000W/m<sup>2</sup> ☁ Cell Temperature 25°C ☁ AM=1.5  
 NOCT: ☀ Irradiance 800W/m<sup>2</sup> ☁ Ambient Temperature 20°C ☁ AM=1.5 🌀 Wind Speed 1m/s

©2021 Jinko Solar Co., Ltd. All rights reserved.  
 Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

JKM555-575N-72HL4-(V)-F1-EN (IEC 2016)



PHB SOLAR

# O kit mais completo do mercado.

<b>Data:</b>	09/01/2023
<b>Validade:</b>	16/01/2023
<b>Vendedor:</b>	Elda Bonotti (elda@phb.com.br)
<b>Integrador:</b>	BR Jellinek
<b>Cliente:</b>	BR Jellinek
<b>Proposta:</b>	2301091463553
<b>Descrição:</b>	GFV2,26KW-MONO 220V-4x565WP JINKO-1x3.6KW/ - HIBRIDO-1xLITIO

PHB Eletrônica Ltda Rua São Bernardino 12  
São Paulo - SP - 05120-050 Fone: (11)3835-8300

1



Data: 09/01/2023  
 Validade: 16/01/2023  
 Integrador: BR Jellinek  
 Cliente: BR Jellinek  
 Proposta: 2301091463553

PHB SOLAR  
**Orçamento de Sistema  
 Fotovoltaico**

## Composição básica do kit.

### LISTA DE MATERIAIS

ITEM	UNIDADE	QUANTIDADE
1 - 6016009509 - MODULO 565WP - MONO - N TYPE; (JKM565N-72HL4-V) JINKO - PROMO	PC	4
2 - 6000015101 - PHB3648D-ES, INVERSOR OFF GRID - 48VCC/220VCA	PC	1
3 - 1304000109 - BATERIA LITIO - PHB LYNX (D-ES UNICA)	PC	1
4 - 5908005201 - STB02-600V/08,STRING BOX CC - 2 Strings com 2 saídas	PC	1
5 - 6006020109 - QDCA/84, QUADRO DE PROT.CA-SOLAR (20A DJ.AC) MONOFÁSICO 220V	PC	1
6 - 2034001103 - GRAMPO TERMINADOR 35MM EM ALUMÍNIO	PC	4
7 - 2034001905 - EMENDA P/ PERFIL DE ALUMINIO	PC	2
8 - 2034002003 - GRAMPO DE ATERRAMENTO	PC	2
9 - 2034002102 - ABRAÇADEIRAS DE AÇO PARA CABOS	PC	4
10 - 2034002508 - CLIP DE AÇO P/ ATERRAMENTO ESTRUTURA - MÓDULOS	PC	6
11 - 2034005307 - GRAMPO INTERMEDIÁRIO 35MM EM ALUMÍNIO	PC	6
12 - 2034021307 - JUMPER DE ATERRAMENTO P/ PERFIL ALUMINIO	PC	2
13 - 2034021802 - HOOK #S1BN - CERM.PORT/AMER/TÉG/ROM/COL- ESTR.MADEIRA(MÓD POS RETRATO)	PC	8
14 - 2034062803 - PERFIL DE ALUMINIO ANODIZADO P/ MODULOS FV (2,40M)	PC	4
15 - 0835000107 - CABO SOLAR PRETO COM PROTEÇÃO UV 4,0MM2	M	10
16 - 0835000305 - CABO SOLAR VERMELHO COM PROTEÇÃO UV 4,0MM2	M	10
17 - 0835000503 - CABO SOLAR VD/AM COM PROTEÇÃO UV 6,00MM2	M	10
18 - 1011049907 - CONECTOR MC4 EVO MACHO+FEMEA P/ MODULO JINKO	PC	1

Data: 09/01/2023  
Validade: 16/01/2023  
Integrador: BR Jellinek  
Cliente: BR Jellinek  
Proposta: 2301091463553

PHB SOLAR  
Orçamento de Sistema  
Fotovoltaico

## Composição básica do kit.

### ESTRUTURA

#### LAYOUT

		NÚMERO DE FILEIRAS	MÓDULOS POR FILEIRA	TOTAL DE MÓDULOS
	Retrato	1	4	4



Data: 09/01/2023  
Validade: 16/01/2023  
Integrador: BR Jellinek  
Cliente: BR Jellinek  
Proposta: 2301091463553

PHB SOLAR  
Orçamento de Sistema  
Fotovoltaico

## Pagamento.

### PAGAMENTO À VISTA

<b>Valor do kit</b>	<b>R\$ 30.841,00</b>
<b>Frete</b>	<b>R\$ 0,00</b>
<b>Total</b>	<b>R\$ 30.841,00</b>

#### Dados bancários

Banco	Bradesco (237)
Agência	1998-4
C/C	606-8

#### PHB ELETRÔNICA LTDA

Rua São Bernardino, 12 - Pq. Anhanguera

São Paulo - SP - Brasil - CEP 05120-050

Tel: (11) 3835-8300

CNPJ: 53.977.021/0001-28

CNPJ Filial 03 - Barueri: 53.977.021/0005-51

Inscr. Est: 111.173.296.110

**Data:** 09/01/2023  
**Validade:** 16/01/2023  
**Integrador:** BR Jellinek  
**Cliente:** BR Jellinek  
**Proposta:** 2301091463553

PHB SOLAR  
**Orçamento de Sistema  
Fotovoltaico**

## Condições comerciais.

### Não incluído ao preço

Impostos: (ICMS e IPI) Isento - Convênio CONFAZ 101/97

### Incluído ao preço

Impostos: PIS 1,65% e COFINS 7,6%

### Prazo Disponível para coleta sede PHB

Em até 15 dias úteis após o pagamento e emissão da Nota Fiscal.

### Prazo de entrega

À definir

### Validade da proposta

7 dias

### Moeda

Real

### Garantia

Inversores On-Grid com 7 anos contra defeitos de fabricação, posto em fábrica PHB e assistência técnica permanente.

Inversores Off-Grid com 2 anos contra defeitos de fabricação, posto em fábrica PHB e assistência técnica permanente.

Microinversor com 12 anos de garantia contra defeitos de fabricação fornecidos pelo fabricante.

Autotransformadores com 2 anos contra defeitos de fabricação, posto em fábrica PHB e assistência técnica permanente.

Inversores On-Grid Híbridos com 5 anos de garantia contra defeitos de fabricação, posto em fábrica PHB e assistência técnica permanente.

Módulos FV com garantia na geração de energia de 25 anos para monofacial e de 30 anos para bifacial, considerando a potência linear garantida na especificação do módulo fornecidos pelo fabricante e 10 ou 12 anos contra defeitos de fabricação posto em fábrica PHB.

String Box e QDCA com 12 meses de garantia contra defeitos de fabricação, posto em fábrica PHB.

Estrutura com 12 anos de garantia contra defeitos de fabricação, posto em fábrica PHB.

