

## Projecto Final Curso Técnico de Energias Renováveis



**João Osvaldo Faria Sousa**

**Aluno n.º 10006720**

**Maio de 2011**



# **ÍNDICE**

**1 – Memória Descritiva e Justificativa**

**2 – Condições Técnicas**

**3 – Medições e Estimativa Orçamental**

**4 – Peças Desenhadas**



**INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA AUTÓNOMA**

**LISBOA**

**ENERGIAS RENOVÁVEIS**

**PROJECTO FINAL**

**1**

**MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

**master.d**

## Índice

1. Introdução.....	4
2. Dados .....	4
3. Legislação aplicável.....	5
4. Objectivo do Projecto .....	6
4.1. Âmbito do Projecto.....	6
5. Classificação dos locais de instalação em função das influências externas .....	7
5.1. Presença de substâncias corrosivas ou poluentes (AF).....	9
5.2. Natureza dos produtos tratados ou armazenados (BE).....	10
6. Domínios das tensões.....	12
7. Baterias (Acumuladores) .....	13
7.1. Manutenção, Segurança e Recomendações Gerais.....	13
8. Regulador .....	17
8.1. Tensões de regulação .....	17
8.2. Princípio de funcionamento .....	19
9. Painéis solares fotovoltaicos .....	19
10. Instalação eléctrica, Protecções, Descargas Atmosféricas e Sobretensões .....	21
10.1. Módulos .....	22
10.2. Cablagem .....	22
10.3. Fusíveis de fileira .....	23
10.4. Díodos de bloqueio.....	24
10.5. Interruptor principal DC .....	25
10.6. Protecção contra descargas atmosféricas e sobretensões.....	25
11. Ligações à terra.....	26
12. Quadro principal.....	27
13. Sistemas de protecção.....	28

13.1. Protecção das instalações.....	28
13.1.1. Protecção contra sobrecargas .....	28
13.2. Protecção das pessoas.....	29
13.2.1. Contra contactos directos .....	29
13.2.2. Contra contactos indirectos .....	29
14. Ensaaios da instalação eléctrica .....	30
15. Montagem da instalação.....	30
15.1. Montagem dos acumuladores.....	31
15.2. Montagem da estrutura de suporte e painéis .....	32
15.3. Montagem do regulador .....	33
16. Manutenção da instalação .....	33
16.1. Manutenção preventiva.....	34
16.2. Manutenção correctiva .....	35
17. Cálculos justificativos .....	35
17.1. Necessidades energéticas diárias.....	36
17.2. Cálculo da energia real necessária.....	36
17.3. Cálculo da capacidade útil do acumulador .....	39
17.4. Cálculo da capacidade estipulada.....	39
17.5. Cálculo do número de baterias necessárias.....	40
17.6. Cálculo do número de painéis solares.....	41
17.7. Cálculo e selecção do regulador .....	44
17.8. Cálculo da secção dos cabos .....	46
17.8.1. Canalização Painéis – Regulador.....	48
17.8.2. Canalização Regulador – Baterias .....	48
17.8.3. Canalização Regulador – Rádio/Telefone.....	49
17.8.4. Canalização Regulador – Sonda .....	50
18. Dimensionamento dos dispositivos de segurança e protecções .....	51
18.1. Fusíveis de fileira .....	51
18.2. Fusível de protecção da linha Regulador – Baterias.....	53

18.3. Díodos de bloqueio .....	54
18.4. Interruptor principal DC e interruptor de seccionamento das baterias .....	54
18.5. Descarregador de sobretensões .....	55
18.6. Disjuntores de protecção das cargas.....	55
18.6.1. Canalização Regulador – Sonda .....	55
18.6.2. Canalização Regulador – Rádio/Telefone.....	56
19. Conformidade dos equipamentos .....	57
20. Benefícios fiscais .....	58
21. Omissões .....	60

## MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

### 1. Introdução

A presente memória descritiva e justificativa diz respeito ao Projecto da Instalação Fotovoltaica para um medidor de nível de água no rio Tejo, concelho de Lisboa.

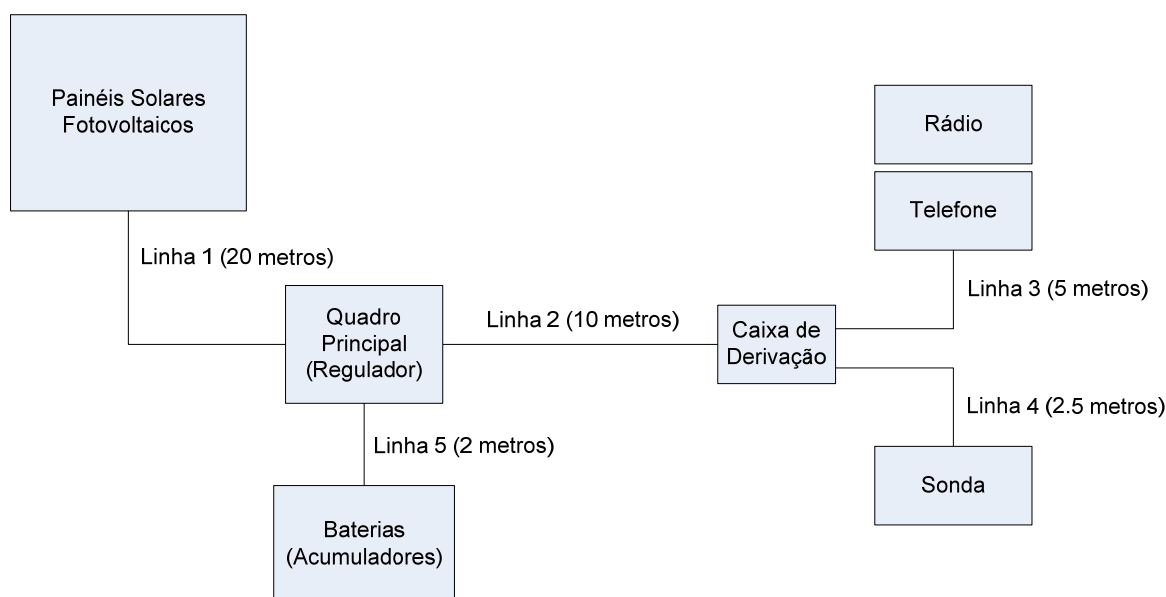
A localização da Instalação inviabiliza o fornecimento energia eléctrica da forma convencional ao sistema projectado, assim sendo, recorreu-se à energia renovável proveniente do sol que é uma energia sem custos e ainda se evitam emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.

### 2. Dados

O medidor possui uma sonda de nível que realiza quatro medidas por dia durante 15 minutos, consumindo 100W quando está ligada. Diariamente realiza-se ainda uma chamada telefónica para relatar os dados e uma emissão de rádio, por razões de segurança. Os consumos são os seguintes:

- Chamada telefónica: 25 W durante 10 minutos;
- Emissão de rádio: 40 W durante meia hora;
- A distância entre o campo de painéis fotovoltaicos e o quadro principal onde se encontra o regulador é de 20 m;
- A distância entre o regulador (quadro principal) e os acumuladores é de 2 m;
- A distância entre o regulador (quadro principal) e a caixa de derivação é de 10 m;
- A distância entre a caixa de derivação e a linha do medidor (sonda de nível) é de 2.5 m;
- A distância entre a caixa de derivação e o rádio/telefone é de 5 m.

**Nota:** As cargas (sonda de nível, telefone e emissor de rádio) são todas de corrente contínua de 12Vdc. Nenhum dos consumos se produzirá em simultâneo.



**Figura 1 – Distâncias entre elementos da Instalação**

### 3. Legislação aplicável

O Projecto foi elaborado de acordo com a legislação portuguesa em vigor, com particular destaque para os seguintes documentos:

- Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão (R.T.I.E.B.T. – Portaria n.º 949-A/2006, de 11 de Setembro);
- Norma EN 50380 – Especificações particulares e informações sobre as placas de características para os módulos fotovoltaicos;
- Norma IEC 60364-7-712 – Instalações Eléctricas nos edifícios: Requisitos para instalações ou localizações especiais – Sistemas Solares Fotovoltaicos;
- Norma IEC 62145 – Características eléctricas para baixos níveis de radiação (para condições NOCT, com  $800\text{W/m}^2$  e  $20^\circ\text{C}$ ) e corrente inversa máxima admissível;
- Norma EN 61215 – Módulos fotovoltaicos (PV) de silício cristalino para aplicação terrestre – Qualificação da concepção e aprovação;



- Norma EN 61730 – Qualificação para a segurança de funcionamento dos módulos fotovoltaicos (PV);
- Guia Técnico de Pára-Raios, edição do ano 2000 da Direcção Geral de Energia (DGE);
- Para além de outras Normas Portuguesas (NP) e Internacionais aplicáveis;
- Recomendações CEI.

**Nota:** NOCT – *Normal Operating Cell Temperature* – Temperatura normal de funcionamento da célula. Valor dado pelo fabricante e que representa a temperatura atingida pela célula nas condições normais de funcionamento  $T_a=20^{\circ}\text{C}$  e  $I=800\text{W/m}^2$ .

#### 4. Objectivo do Projecto

O objectivo é calcular os componentes da Instalação Solar Fotovoltaica necessária para proporcionar energia eléctrica a uma sonda de nível, um telefone e um emissor de rádio, cuja localização faz com que o custo de fornecer energia eléctrica convencional (Distribuidor Público de Energia Eléctrica) seja muito elevado.

##### 4.1. Âmbito do Projecto

A instalação a projectar é constituída pelos seguintes equipamentos:

- Uma sonda de nível;
- Um telefone;
- Um emissor de rádio;
- Um quadro principal;
- Dois painéis solares fotovoltaicos;
- Um regulador de carga;
- Duas baterias (Acumuladores).

## 5. Classificação dos locais de instalação em função das influências externas

A segurança das instalações eléctricas e das pessoas que as utilizam depende das suas complexidades, da natureza dos materiais utilizados, das competências das pessoas, da natureza e estado das pessoas e das influências ambientais a que estão sujeitas.

As Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão (R.T.I.E.B.T.) classificam as influências externas em 3 categorias, A-Ambientes, B-Utilizações e C-Construção dos edifícios.

A categoria de ambientes encontra-se dividida em 17 naturezas de influência (encontrando-se a AJ em estudo pelas R.T.I.E.B.T. pelo que não é indicada), a de utilizações em 5 e a de construção em 2 naturezas.

Os locais de instalação são classificados quanto às influências externas da seguinte forma:

CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS E CÓDIGOS DE PROTECÇÃO			
COMPARTIMENTOS		Sala Técnica	Zonas Exteriores
AMBIENTES			
Temperatura Ambiente	AA	4	8
Condições Climáticas	AB	4	8
Altitude	AC	1	1
Presença de Água	AD	1	5
Presença de Corpos Estranhos	AE	4	5
Presença de Substâncias Corrosivas ou Poluentes	AF	3	1
Acções Mecânicas - Impactos	AG	2	3
Acções Mecânicas - Vibrações	AH	1	1
Presença de Flora e Bolors	AK	1	2
Presença de Fauna	AL	1	1
Influências Electromagnéticas, Electroestáticas ou Ionizantes	AM	1	1
Radiações Solares	AN	1	3
Efeitos Sísmicos	AP	1	1
Descargas Atmosféricas, Nível Ceráunico	AQ	1	1
Movimentos do ar	AR	1	3
Ventos	AS	1	3
UTILIZAÇÕES			
Competência das Pessoas	BA	4	4
Resistência Eléctrica do Corpo Humano	BB	1	1
Contacto das Pessoas com o Potencial Terra	BC	3	3
Evacuação das Pessoas em Caso de Emergência	BD	1	1
Natureza dos Produtos Tratados ou Armazenados	BE	3	1
CONSTRUÇÃO			
Materiais de Construção	CA	1	1
Estrutura dos Edifícios	CB	1	-
ÍNDICES DE PROTECÇÃO			
Protecção Contra Penetração de Corpos Sólidos e Líquidos	IP	50	65
Protecção Contra as Acções Mecânicas	IK	07	09

Tabela 1 – Classificação dos locais

Os invólucros dos equipamentos eléctricos a instalar nos locais acima referidos, devem respeitar os códigos de protecção contra a penetração de corpos sólidos e de

líquidos (IP) e contra as acções mecânicas (IK) apresentados neste projecto. De acordo com a classificação os códigos de protecção a apresentar são:

AD1	AD2	AD3	AD4	AD5	AD6	AD7	AD8
IPX0	IPX1	IPX3	IPX4	IPX5	IPX6	IPX7	IPX8
	AE1	AE2	AE3	AE4	AE5	AE6	
	IP0X	IP3X	IP4X	IP5X ou IP6X			
		AG1	AG2	AG3			
		IK02	IK07	IK08 a IK10			

**Tabela 2 – Códigos de protecção**

*Os códigos de protecção mínimos dos equipamentos eléctricos serão de acordo com as normas NP EN 60529 e EN 50102.*

Os materiais a utilizar na execução da Instalação deverão possuir e conservar características eléctricas, mecânicas, físicas e químicas adequadas às condições de funcionamento e não deverão provocar na instalação danos de natureza mecânica, física, química ou electrolítica, nem causar perturbações nas instalações vizinhas.

Todos os materiais a aplicar na execução da instalação deverão obedecer às NP, CENELEC, CEI e serem munidos dos respectivos certificados de conformidade.

### **5.1. Presença de substâncias corrosivas ou poluentes (AF)**

O local de instalação das baterias (acumuladores) é um local com risco de corrosão, desta forma a Sala Técnica onde estas serão instaladas foi classificada como AF3 (Classe das influências externas – intermitente ou accidental).

Quando a presença de substâncias corrosivas ou poluentes (incluindo a água) for susceptível de provocar corrosão ou qualquer outro tipo de degradação, todas as partes das canalizações devem ser convenientemente protegidas ou fabricadas com materiais resistentes a essas substâncias (Podem-se usar, durante a instalação, fitas apropriadas, pinturas ou massas neutras).

**Nota:** Nas condições AF3, podem ser usados cabos com bainhas exteriores em policloreto de vinilo (V) ou em policloropreno (N) ou condutas não propagadoras da chama, caminhos de cabos, escadas (para cabos) e calhas, em PVC (Policloreto de Vinilo).

Não devem ser colocados em contacto metais diferentes susceptíveis de formarem pares electroquímicos, excepto se forem tomadas medidas particulares destinadas a evitar as consequências desses contactos.

Não devem ser colocados em contacto materiais que possam provocar deteriorações mútuas ou individuais ou ainda degradações perigosas.

## **5.2. Natureza dos produtos tratados ou armazenados (BE)**

O local de instalação das baterias (acumuladores) é um local com risco de explosão, desta forma a Sala Técnica onde estas serão instaladas foi classificada como BE3 (Classe das influências externas – risco de explosão).

Na selecção das canalizações nestes locais estas devem possuir protecção mecânica apropriada e com correntes admissíveis reduzidas de 15%.

Nas condições BE3 podem ser usados:

a) Cabos de tensão estipulada de 1000V, como, por exemplo, do tipo VV (0.6/1 kV), desde que sejam, simultaneamente, cumpridas as condições seguintes:

- Os cabos não estejam sujeitos aos riscos de deterioração mecânica (se o seu percurso se situar em locais sujeitos a impactos, devem possuir, por construção ou por instalação, uma protecção mecânica apropriada a esses impactos). Na prática, podem-se usar cabos armados em locais sujeitos a impactos médios (AG2) ou cabos flexíveis da série 07RN-F, quando for necessário usar ligações flexíveis; em locais sujeitos a impactos fortes (AG3), é necessário prever uma protecção mecânica complementar (por exemplo,

écrans, condutas ou dispositivos análogos) ou usar cabos com armaduras mais resistentes;

- Todos os circuitos instalados nesses locais sejam protegidos contra as sobrecargas de acordo com o indicado nas secções 433.2 e 473.1.1.1 das R.T.I.E.B.T., não sendo permitida a deslocação do dispositivo de protecção contra as sobrecargas nem a sua dispensa;
- Os cabos sejam protegidos contra as outras influências externas susceptíveis de se produzirem nesses locais (nomeadamente, os cabos instalados em locais de manipulação de produtos químicos devem apresentar resistência conveniente a esses produtos).

b) Cabos de tensão estipulada 500V nos circuitos de iluminação de segurança, desde que sejam resistentes ao fogo (categoria R1), que o seu isolamento seja vigiado por meio de um controlador permanente de isolamento (mesmo quando a instalação não estiver em serviço) e que sejam cumpridas as condições indicadas na alínea a);

c) Cabos de tensão estipulada inferior a 1000V mas não inferior a 250V, desde que sejam cumpridas, simultaneamente, as condições seguintes:

- Os cabos que façam parte de um circuito de TRS (Tensão Reduzida de Segurança) devem satisfazer às condições indicadas na secção 411.1 das R.T.I.E.B.T.;
- As intensidades máximas da corrente susceptível de os percorrer não sejam superiores a 40mA, mesmo em caso de defeito;
- Os cabos sejam protegidos por armaduras de duas folhas de aço com uma espessura mínima de 0.2mm ou por forma equivalente (estas utilizações são frequentes nos circuitos de sinalização e de alarme).

d) Cabos de telecomunicações, os quais devem satisfazer, simultaneamente, às condições seguintes:

- Sejam protegidos contra as influências externas, nomeadamente, contra os impactos e os riscos de origem química (veja-se a alínea a));
- Sejam dotados de écran ligado à terra;
- Sejam capazes de suportar um ensaio à frequência industrial (50Hz) com uma tensão de 3000V aplicada durante 5 minutos entre o écran e a armadura (no caso de o cabo não possuir armadura, e após imersão em água, a tensão deve ser aplicada entre o écran e a água onde estiverem imersos);
- Sejam não propagadores da chama (categorias C1 ou C2).

Estes cabos podem ser usados em circuitos de telecomunicações, desde que a corrente susceptível de os percorrer não seja superior a 200mA.

e) Condutores e cabos não propagadores da chama (categorias C1 ou C2), que são usados, obrigatoriamente, nos circuitos de segurança intrínseca mas que não necessitam de cumprir os requisitos indicados nas alíneas a) e c);

f) Cabos armados usados na indústria petrolífera para a transmissão de sinais (instrumentação), que podem ser utilizados sem precauções particulares.

## 6. Domínios das tensões

Na instalação eléctrica foi previsto apenas o domínio de tensão I em corrente contínua.

Os domínios das tensões estão definidos nos pontos 222 e 223 das R.T.I.E.B.T., respectivamente para os domínios das tensões em corrente alternada e para os domínios das tensões em corrente contínua.

## 7. Baterias (Acumuladores)

Serão utilizadas baterias de chumbo-ácido (Pb-a) estacionárias herméticas (sem manutenção), visto que estas são concebidas para operações intermitentes e raramente se descarregam.

Neste tipo de bateria quanto menor for a temperatura ambiente, menor será a capacidade da bateria, uma vez que a viscosidade do electrólito será maior e serão mais lentos os processos de difusão iónica. Por outro lado, as temperaturas elevadas aumentam a capacidade mas reduzem de forma significativa o seu tempo de vida. Também a autodescarga das baterias aumenta com a temperatura.

As baterias devem ser instaladas em local com temperatura entre os 20°C e os 30°C.

**Nota:** Em função da temperatura ambiente será conveniente ajustar a densidade do electrólito das baterias, aumentando-a para ambientes frios ou diminuindo-a em ambientes quentes.

### 7.1. Manutenção, Segurança e Recomendações Gerais

Os componentes de qualquer sistema durarão mais quanto melhor for a sua manutenção. As baterias não são uma excepção, sendo necessária uma manutenção regular das mesmas para evitar a sua degradação.

A manutenção básica de uma bateria de chumbo-ácido compreende:

- Vigiar o nível de electrólito e verificar se é o necessário, mantendo a sua concentração e procurando que as placas sempre estejam submersas no mesmo. Para repor as perdas ocasionadas pela gasificação, deve-se adicionar água destilada sempre que for necessário;



- Manter os terminais de ligação eléctricos entre as células e entre as baterias em bom estado, limpos e sem corrosão, o que evitará as quedas de tensão ou os sobreaquecimentos;
- Assegurar que a tensão de todas as células ou elementos da bateria seja o mesmo, aplicando cargas de compensação sempre que seja necessário;
- Limpar a superfície das baterias, o que evitará possíveis curto-circuitos devido ao pó húmido;
- Realizar ensaios periódicos para verificar os problemas de degradação e envelhecimento, e também ensaios especiais para medir a perda de capacidade, problemas internos das células ou elementos e corrosões nas placas.

Aquando da montagem e da activação das baterias, devem-se ter em conta as especificações do fabricante.

Relativamente aos aspectos de segurança, estes devem estar referidos nos locais onde se irão instalar as baterias, assim como as normas de funcionamento e operação das mesmas. Os locais de instalação das baterias são, geralmente, locais de risco de corrosão, explosão e electricidade.

Recomendações de segurança:

- As baterias deverão estar instaladas em locais ventilados e de acesso limitado, não devendo estar localizadas em locais fechados e pouco ventilados onde possa haver um foco de calor ou perigo de fogo;
- A sala das baterias deverá ser devidamente assinalada com cartazes de aviso de risco eléctrico, risco de explosão e de corrosão, assim como de proibição de fumar:



**Figura 2 – Sinal de Risco de Electrocussão**



**Figura 4 – Sinal de Risco de Corrosão**



**Figura 3 – Sinal de Risco de Explosão**



**Figura 5 – Sinal de Proibição de Fumar**

- Adoptar-se-ão as medidas de protecção necessárias para evitar o curto-circuito accidental dos terminais do acumulador, por exemplo, utilizando coberturas isolantes;
- As estruturas de suporte das baterias devem ser devidamente isoladas, não sendo recomendável a utilização das estruturas de cobre, alumínio ou aço galvanizado, por terem materiais passíveis de agressão pelo electrólito;
- As baterias deverão ser protegidas com sistemas de prevenção contra sobrecargas / curto-circuitos. Para isso, devem-se sempre instalar fusíveis à saída dos condutores das baterias;
- No que diz respeito ao manuseamento do electrólito, o contacto directo com o ácido sulfúrico é perigoso para o ser humano, podendo causar queimaduras graves, especialmente nos olhos. É recomendável ter sempre uma torneira de

água fria perto das baterias, para além de utilizar batas, luvas e óculos de protecção durante o seu manuseamento;



Figura 6 – Sinais de Obrigação

- Se existirem janelas na sala de baterias, deve-se evitar que a radiação incida directamente sobre elas. As superfícies das paredes devem ser lisas e o chão liso e resistente ao electrólito. A distância entre a parede e as baterias deverá ser de pelo menos 0.5m. A largura dos corredores deverá ser de pelo menos 0.5m, recomendando-se geralmente uns 0.7m. A porta de entrada para a sala das baterias deverá abrir para o lado de fora, deverá ter fechadura e a sua largura deverá ser de pelo menos um metro.

**Nota:** Devido à presença de chumbo e ácido, as baterias velhas e o electrólito poderão provocar contaminação ambiente. É proibido deitar as baterias em contentores de lixo públicos, devendo ser retiradas por empresas especializadas ou pelos próprios fabricantes ou instaladores.

Pontos a ter em conta nas baterias de chumbo-ácido:

- Para assegurar uma adequada recarga das baterias, a capacidade estipulada das mesmas (em Ah) não deverá exceder em 25 vezes a corrente de curto-circuito (em A) em condições normais de medida do campo gerador fotovoltaico;
- A autodescarga do(s) acumulador(es) a 20°C não deverá exceder 6% da sua capacidade estipulada por mês;

- A vida do(s) acumulador(es), definida como a correspondente até a sua capacidade residual cair abaixo dos 80% da sua capacidade estipulada, deve ser superior a 1000 ciclos, quando se descarregar o(s) acumulador(es) até uma profundidade de 50% a 20°C;
- Cada bateria ou vaso deverá estar etiquetada, pelo menos, com a seguinte informação:
  - Tensão estipulada (V);
  - Polaridade dos terminais;
  - Capacidade estipulada (Ah);
  - Fabricante e número de série.

## 8. Regulador

Na instalação durante o dia a energia eléctrica que provém dos painéis alimenta o consumo (cargas) e o excesso de energia carrega as baterias. Durante a noite ou em dias nublados, em que os painéis não geram energia ou a energia gerada não é suficiente para alimentar o consumo, as baterias descarregam-se.

O regulador funcionará por controlo da tensão medida nos terminais das baterias, directamente relacionada com o estado de carga das mesmas.

### 8.1. Tensões de regulação

Para as tensões de regulação existem 4 parâmetros necessários para o regulador, que são:

- Tensão de corte de sobrecarga **V<sub>sc</sub>**: é a tensão máxima que o regulador permite que as baterias atinjam. Quando o regulador detecta que a tensão nos bornes das baterias alcança este valor, interrompe a ligação entre o gerador

fotovoltaico e as baterias ou interrompe gradualmente a corrente média que o gerador fotovoltaico entrega à bateria;

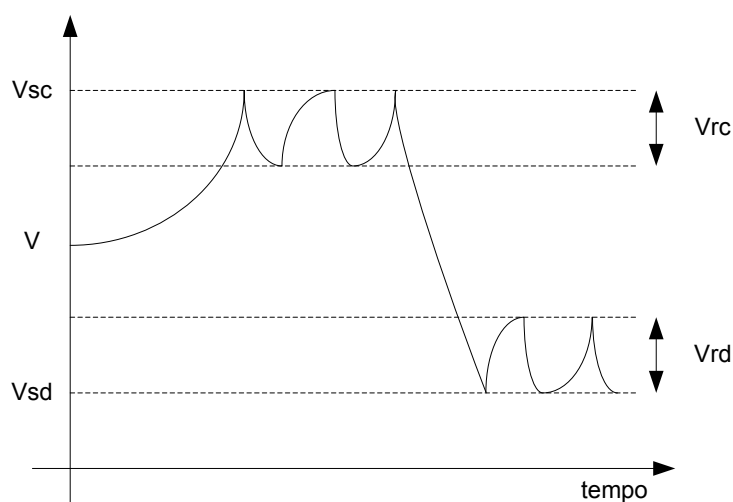
**Nota:** Os valores de corte recomendados para baterias de chumbo-antimónio, de 12Vdc de tensão estipulada, situam-se entre os 14.22Vdc e os 14.82Vdc.

- Tensão de recarregamento de carga **Vrc**: é o valor de tensão ao qual o regulador volta a ligar o gerador fotovoltaico à bateria;
- Tensão de corte de descarga profunda **Vsd**: é o valor de tensão da bateria abaixo do qual se interrompe o abastecimento de electricidade às cargas de consumo;

**Nota:** Para baterias de chumbo-ácido com 12Vdc de tensão estipulada, os valores típicos utilizados para Vsd situam-se entre os 11.0Vdc e 11.5Vdc. Geralmente, escolhe-se um Vsd, de forma a que a descarga da bateria não seja superior a 75%-80% de profundidade de descarga.

- Tensão de recarregamento da descarga **Vrd**: é o valor de tensão ao qual se restabelece de novo o consumo à bateria.

**Nota:** Os valores típicos de tensão de recarregamento para baterias de chumbo-ácido, de 12Vdc estipulados, situam-se entre os 12.5Vdc e os 13Vdc.



**Figura 7 – Tensões de regulação de um regulador**

O regulador de carga deverá ser protegido contra curto-circuitos na linha de consumo e contra a possibilidade de desconexão acidental da bateria com o gerador fotovoltaico.

## 8.2. Princípio de funcionamento

O princípio de funcionamento do regulador escolhido é o de regulador série em que um relé ou semicondutor de potência (Interruptor S1) que se coloca em série entre o gerador fotovoltaico e a bateria. Este interruptor desliga o gerador da bateria, não permitindo a passagem de corrente quando se alcança a tensão limite de carga, evitando desta forma a sobrecarga e voltando-se a ligar quando a tensão da bateria diminui.

Este regulador também inclui outro interruptor entre a bateria e o consumo (Interruptor S2), que evita a descarga da mesma, cortando o abastecimento de energia quando se alcança a tensão de corte por descarga profunda.

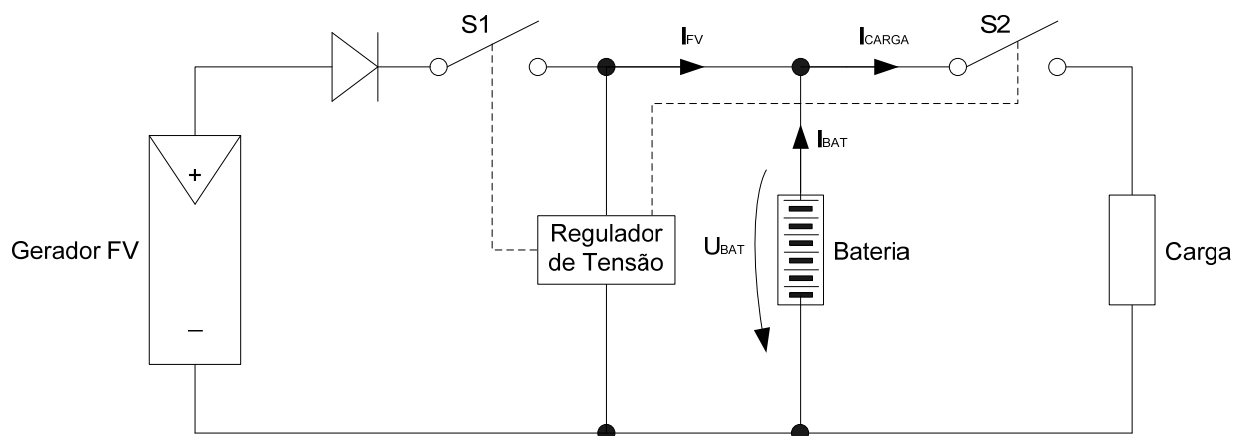


Figura 8 - Esquema básico de funcionamento de um regulador série

## 9. Painéis solares fotovoltaicos

Os painéis que se propõem instalar são compostos por células policristalinas.

Os painéis devem possuir díodos de protecção para evitar as possíveis avarias das células e seus circuitos por ensombramentos parciais e possuir código de protecção contra a penetração de corpos sólidos e líquidos IP65.

Os díodos de passagem ligam-se em paralelo com associações de células ligadas em série, para impedir que todos os elementos da série se descarreguem sobre a célula que estiver encoberta. Os díodos ligam-se com polaridade oposta à das células, de forma a que se estas trabalharem correctamente, a corrente não circulará por ele. Se qualquer um dos grupos estiver encoberto de forma a inverter a sua polaridade, oferecendo um caminho fácil para a passagem da corrente gerada pelos restantes grupos de células.

Serão também utilizados díodos de bloqueio que têm as seguintes funções principais:

- Evitar que as baterias se descarreguem sobre o campo fotovoltaico durante a noite;
- Bloquear a circulação de correntes inversas de ramos paralelos ensombrados durante o dia.

Nos sistemas fotovoltaicos com baterias, se não se utilizarem protecções, as baterias poderão descarregar-se durante toda a noite através dos módulos. Este efeito não seria perigoso para os módulos, mas originaria uma perda de energia no sistema de acumulação. Para evitar estas perdas, serão instalados díodos de bloqueio ligados em série entre o gerador fotovoltaico e as baterias. Estes díodos permitem a circulação de corrente do campo fotovoltaico até às baterias durante o dia, mas bloqueiam a circulação no sentido inverso de corrente das baterias ao campo fotovoltaico.

Ao ligar em paralelo vários ramos de painéis fotovoltaicos, poder-se-á dar o caso de um deles ficar à sombra e que as correntes geradas por outros ramos derivem em direcção a este. Para evitar este fenómeno serão instalados díodos de bloqueio ligados em série a cada um dos ramos em paralelo, que evitam a passagem de corrente no sentido inverso, “isolando” os ramos encobertos.

## 10. Instalação eléctrica, Protecções, Descargas Atmosféricas e Sobreensões

Nos elementos de conexão da instalação deverão ter-se em conta os seguintes pontos:

- Recomenda-se a utilização de elementos de desconexão que isolem todos os ramais do circuito (positivo e negativo em corrente contínua, e fase e neutro em corrente alternada);
- Recomenda-se a sinalização adequada dos elementos de desconexão para facilitar o seu manuseamento durante as operações de manutenção ou segurança. A sinalização deve fazer referência ao elemento ou elementos geradores correspondentes ao circuito em questão (painéis fotovoltaicos, baterias, etc.);
- Os elementos de desconexão devem possibilitar o isolamento sob carga, ou seja, quando passa corrente pelo circuito (corte em carga);
- Os elementos de desconexão serão apropriados à tensão e corrente do circuito do qual fizerem parte;
- Os elementos de desconexão serão instalados em locais de fácil acesso e, sempre que possível, de forma centralizada no quadro eléctrico principal a instalar na Sala Técnica.

Os elementos de protecção deverão actuar de forma automática face a sobrecargas, curto-circuitos e contactos directos e indirectos, interrompendo a passagem de corrente pelo circuito afectado.



## 10.1. Módulos

Os módulos deverão estar certificados de forma a garantir a protecção das pessoas contra choques eléctricos. Esta protecção deve ser garantida nos módulos através de protecção classe II, implicando no mínimo, um isolamento duplo que permaneça intacto durante o período de vida útil do módulo. Esta certificação pressupõe a prova da conformidade do módulo à norma IEC 61215 em módulos cristalinos e IEC 61646 em módulos de filmes finos.

Para uma tensão inferior a 120Vdc, é possível instalar material eléctrico de protecção classe III, no entanto é sempre recomendável a utilização de módulos com protecção classe II. Os valores máximos das tensões e correntes a considerar para o dimensionamento dos componentes da instalação deve considerar os valores máximos de corrente dos módulos  $I_{cc}$  (corrente de curto-circuito, em condições CTS – Condições de Teste Standard) e tensão  $U_{oc}$  (tensão em circuito aberto, em condições CTS). A tensão máxima do gerador FV deve ter em conta o produto do número de módulos em série pela tensão  $U_{oc}$ . E corrente máxima do gerador deve ter em conta o produto do número de módulos em paralelo pela corrente  $I_{cc}$  de cada módulo. Os componentes da instalação deverão estar dimensionados para suportar em funcionamento normal no mínimo 1.15 vezes a tensão  $U_{oc}$  e 1.25 vezes a corrente de curto-circuito do gerador.

As regras anteriores, sobre valores máximos de tensão e corrente, são aplicáveis para módulos mono ou policristalinos. No entanto, para outro tipo de módulos os valores máximos poderão ser significativamente superiores pelo que se recomenda uma análise dos piores casos de tensão e corrente, tendo em consideração irradiancias de  $1250 \text{ W/m}^2$  e as temperaturas mais baixas para o ajuste da tensão e mais temperaturas mais altas para o ajuste de  $I_{cc}$ .

## 10.2. Cablagem

Os cabos utilizados na parte posterior dos painéis devem suportar no mínimo uma temperatura de  $80^\circ\text{C}$ . Os cabos devem ser resistentes a radiação UV e flexíveis. Para

uma eficaz protecção de terra e de curto-circuito, são recomendados cabos isolados monoplares para os condutores positivos e negativos. Para as instalações fotovoltaicas situadas em locais onde existe o risco potencial de ocorrência de descargas atmosféricas, deverão ser usados cabos com ecrãs/blindagens. De acordo com a norma europeia IEC 60364-7-712, o cabo da fileira tem de ser capaz de transportar 1.25 vezes a corrente de curto-circuito do gerador, e estar protegido contra falhas de terra e curto-circuitos.

As tomadas de encaixe, muito usadas nos circuitos de sistemas FV, devem ter isolamento do tipo classe II e protecção não inferior IP54. As tomadas de encaixe não devem constituir uma alternativa ao interruptor DC. Estas apenas podem funcionar como isoladores sem carga, pelo que não possuem poder de corte nem de fecho. Em nenhuma situação estes dispositivos poderão ser usados em substituição dos aparelhos de corte.

### 10.3. Fusíveis de fileira

Para proteger os módulos e os cabos das fileiras das sobrecargas, são intercalados fusíveis de fileira em todos os condutores activos. No entanto, para os sistemas FV a protecção do circuito com fusíveis não é fácil de calibrar, pois as correntes de operação poderão ser muito próximas das correntes de curto-circuito do gerador. Por outro lado os geradores FV são fontes de corrente limitadas por um valor máximo. Por esta razão é usual, para pequenos sistemas com menos de 4 fileiras, não utilizar fusíveis, optando por dimensionar os cabos para suportar as correspondentes correntes de curto-circuito. Para estes casos é necessário verificar se os painéis da fileira suportam uma corrente inversa injectada pelas (N-1) restantes fileiras  $[(N-1) \cdot 1.15 \cdot I_{cc}]$ .

Para sistemas FV com 4 ou mais fileiras, onde as correntes de defeito poderão causar danos aos equipamentos da instalação, são utilizados fusíveis inseridos nos circuitos positivos e negativo dos cabos de fileira. Os fusíveis de fileira devem ser calibrados para operar com as correntes DC e para as energias do defeito.

Devem ser calibrados para operar com tensões  $M \cdot 1.15 \cdot U_{oc}$ , sendo M o número de módulos em série em cada fileira. Os fusíveis de fileira deverão actuar para valores de corrente inferiores a  $2 \cdot I_{cc}$  mas superiores aos valores de operação  $1.25 \cdot I_{cc}$ .

É recomendável a existência de formas de isolamento dos circuitos das fileiras para permitir o teste e análise dos defeitos. Um sistema amovível dos fusíveis de fileira será suficiente.

#### 10.4. Díodos de bloqueio

Os díodos de bloqueio das fileiras têm por função o desacoplamento eléctrico entre fileiras individuais.

Para promover o desacoplamento entre as fileiras dos módulos individuais, podem ser ligados díodos de bloqueio em série com cada fileira. No caso de ocorrer um curto-circuito ou o sombreamento de uma fileira, as restantes poderão continuar a funcionar sem serem perturbadas. Sem a presença de díodos de bloqueio nas fileiras, uma corrente fluiria no sentido inverso através da fileira afectada. A tensão de bloqueio destes díodos deverá ser igual ao dobro da tensão de circuito aberto da fileira fotovoltaica sob condições CTS ( $2 \cdot M \cdot U_{oc}$ ).

Durante a operação do sistema fotovoltaico, os díodos de bloqueio das fileiras estão directamente polarizados. Isto permite que a corrente da fileira flua através dos díodos de bloqueio das fileiras (normalmente são necessários dissipadores de calor). A circulação de corrente provoca perdas de potência nos díodos (aprox. 0.5 a 2.0%), que tem origem na queda de tensão aos terminais do díodo de aproximadamente 0.5-1.0V.

Os díodos de bloqueio evitam ainda que as baterias se descarreguem sobre o campo fotovoltaico durante a noite.

### 10.5. Interruptor principal DC

Na eventualidade da ocorrência de falhas, ou para a condução de trabalhos de manutenção e de reparação, será necessário isolar o inversor do gerador fotovoltaico. O interruptor principal DC deve ser bipolar de forma a isolar o circuito positivo e negativo. Deverá ter suficiente poder de corte para permitir a abertura do circuito DC em boas condições de segurança. Deve estar também dimensionado para as condições de corte mais desfavoráveis, para a tensão máxima em circuito aberto  $U_{oc}$  do gerador, bem como para a corrente máxima  $I_{cc}$ .

O interruptor principal DC não deverá ser operado em carga. A interrupção de correntes DC é mais difícil que a interrupção de correntes AC.

### 10.6. Protecção contra descargas atmosféricas e sobretensões

Um requisito prévio para a protecção interna contra descargas atmosféricas, é a ligação equipotencial dos elementos condutores (Guia Técnico de Pára-Raios). Através do barramento de terra, todos os sistemas condutores devem ser ligados ao eléctrodo de terra.

A instalação será apenas protegida contra descargas atmosféricas indirectas, visto que a estrutura será montada em local isolado com altura reduzida em relação ao solo e classificada como AQ1 (número de dias em que se ouve trovejar inferior a 25 dias/ano) segundo as R.T.I.E.B.T..

Os descarregadores de sobretensões Tipo C, Classe II (Norma IEC 61643-1), são utilizados normalmente nos lados DC e AC (caso exista), com correntes estipuladas de descarga de 1kA por cada unidade de potência instalada (kWp). A tensão operacional DC do descarregador, tem de corresponder, entre um valor de 1 e 1.4 da tensão de circuito aberto do gerador fotovoltaico  $U_{oc}$ .

O operador do sistema deve fazer uma inspecção visual dos descarregadores depois de cada tempestade. No mínimo, esta inspecção deverá ser efectuada todos os seis meses. Se o local da instalação dos descarregadores não for facilmente acessível, a falha dos descarregadores deverá ser sinalizada remotamente.

## 11. Ligações à terra

As estruturas metálicas dos módulos fotovoltaicos, o aro do módulo, o regulador, etc., serão ligados à rede de terras de corrente contínua, como protecção contra as descargas atmosféricas e falhas de isolamento.

Sugere-se que o valor da resistência de terra não ultrapasse os  $20\Omega$ .

Todos os elementos metálicos serão ligados ao eléctrodo de terra da instalação constituído por piquet's (varetas), com 2.0m e  $\varnothing 14.2\text{mm}$ , em aço cobreado  $250\mu\text{m}$  (espessura mínima de cobreamento exigida pela maioria das normas internacionais), enterrados na vertical a uma profundidade mínima de 0.80 metros em relação à superfície (recomenda-se uma profundidade de 1 metro).

O eléctrodo deve ser colocado em local tão húmido quanto possível, de preferência terra vegetal, fora da influência de agentes de corrosão ou de envelhecimento conhecidos ou previsíveis. O eléctrodo deve ser colocado fora de local de presença, passagem ou permanência habitual de pessoas e/ou animais.

O número de piquet's (varetas) a utilizar será o necessário para que se obtenha no mínimo um valor de resistência de terra inferior a  $20\Omega$ , tal como referido anteriormente. Serão instalados piquet's (varetas) adicionais até que se atinja tal valor de resistência de terra.

A instalação deverá ser dotada de um terminal principal de terra, ao qual devem ser ligados: o condutor de terra, condutores de protecção e condutores de equipotencialização.

Os condutores de equipotencialização (ex.: condutores de equipotencialização da estrutura de suporte dos painéis e aros dos painéis, etc.) deverão ser flexíveis do tipo H07V-K de secção mínima igual à do cabo principal DC, ou de  $4\text{mm}^2$ , conforme a maior secção. Os condutores flexíveis serão terminados em ponteiros de diâmetro adequado, de modo a garantir uma repartição homogénea da corrente e do aperto.

O condutor de terra deverá apresentar uma secção mínima igual à do cabo principal DC, ou de  $25\text{mm}^2$  (cobre) considerando não protegido contra a corrosão (situação mais desfavorável), de acordo com o Quadro 54A das R.T.I.E.B.T., conforme a maior secção. O condutor de terra será realizado por condutor do tipo H07V-K com isolamento verde-amarelo e bainha exterior preta protegido por tubo do tipo ERM até 0.60 metros de profundidade.

Segundo o ponto 534.2.11 das R.T.I.E.B.T. os condutores que ligam os descarregadores de sobretensões ao terminal principal de terra devem ter uma secção estipulada não inferior a  $4\text{mm}^2$ . No caso descarregadores de sobretensões instalados em edifícios dotados de pára-raios, esta secção não deve ser inferior a  $10\text{mm}^2$ . No caso da presente instalação será adoptada a secção de  $10\text{mm}^2$  em condutor do tipo H07V-R entubado em VDØ40, considerando a condição mais desfavorável de um impacto directo de uma descarga atmosférica.

A ligação do descarregador de sobretensões ao terminal principal de terra deverá ser o mais curta possível.

## 12. Quadro principal

O quadro principal deverá albergar o regulador bem como outros dispositivos de protecção (interruptor principal DC, DST's, disjuntor magneto-térmico, etc.).

O quadro deverá ser construído de fábrica recorrendo a materiais isolantes, auto-extinguíveis, da classe II de isolamento.

O quadro eléctrico deverá ser normalizado e homologado por normas portuguesas ou em substituição pela norma EN 61439.

O quadro deverá apresentar um código de protecção contra a penetração de corpos sólidos e líquidos mínimo de IP50 e um código de protecção contra as acções mecânicas mínimo de IK07.

### 13. Sistemas de protecção

#### 13.1. Protecção das instalações

A instalação eléctrica deverá ser convenientemente protegida por aparelhos cuja actuação automática impeça que os valores característicos da corrente ou da tensão ultrapassem os limites de segurança da própria instalação.

##### 13.1.1. Protecção contra sobrecargas

Devem ser observadas simultaneamente as condições:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (1)$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (2)$$

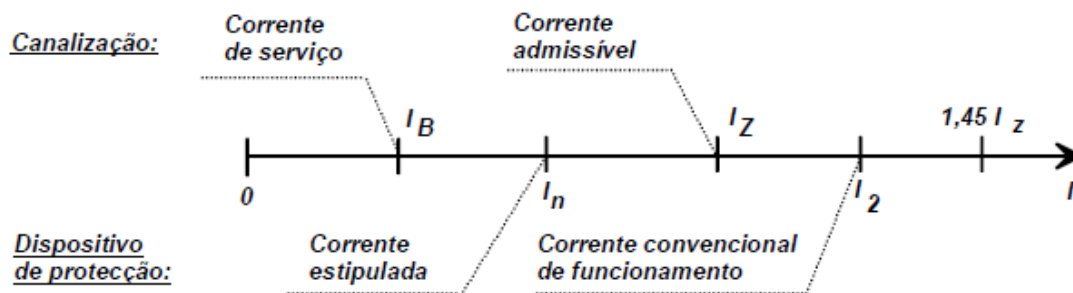


Figura 9 – Condições de verificação

Em que:

- $I_B$ : Corrente estipulada de serviço;
- $I_N$ : Corrente estipulada do dispositivo de protecção;
- $I_Z$ : Corrente máxima admitida na canalização;
- $I_2$ : Corrente convencional de funcionamento da protecção.

## **13.2. Protecção das pessoas**

### **13.2.1. Contra contactos directos**

A protecção é assegurada pelas características dos materiais utilizados na execução das instalações desde que os mesmos cumpram as prescrições e regulamentos em vigor: R.T.I.E.B.T. (Parte 4 - Secção 41).

### **13.2.2. Contra contactos indirectos**

Para a protecção contra contactos indirectos adopta-se o sistema de ligação à terra de todas as massas directamente ou através dos condutores de protecção (verde/amarelo).

Outra das medidas de protecção contra contactos indirectos utilizada corresponde à utilização de equipamentos da classe II de isolamento.

O isolamento das partes activas é outra das técnicas utilizada em que as partes activas da instalação devem ser completamente revestidas por um isolamento que apenas possa ser retirado por destruição.

Para garantia de protecção contra os choques eléctricos, os equipamentos da instalação do lado dos Painéis – Regulador devem ser considerados em tensão, mesmo quando desligados do lado oposto (Regulador – Baterias e Regulador – Cargas). Assim, as partes acessíveis do lado Painéis – Regulador, tal como ligadores, caixas de ligação e eventualmente seccionadores, deverão ser sinalizados com um aviso modelo com informação clara e durável da existência de tensão, mesmo quando o(s) circuito(s) se encontram seccionados do lado Painéis – Regulador.





Figura 10 – Aviso modelo

## 14. Ensaaios da instalação eléctrica

Após a realização dos trabalhos, serão realizados os ensaios/verificações à instalação eléctrica que a seguir se indicam:

- Medições da resistência de isolamento dos diversos circuitos, constituintes das instalações em causa;
- Verificação de toda a aparelhagem;
- Verificação do sistema de protecção de pessoas contra contactos indirectos:
  - Medição de resistência de terra e verificação da boa continuidade dos circuitos de protecção.

E outros quando aplicáveis de acordo com o estipulado nos pontos 611 e 612 das R.T.I.E.B.T..

## 15. Montagem da instalação

Os painéis deverão orientar-se, sempre que possível, exactamente para o Sul geográfico. Em alguns casos poderão admitir-se desvios de  $\pm 20^\circ$  para Este/Oeste quando a existência de sombras ou outras condicionantes do local assim obrigarem, respeitando sempre os valores máximos permitidos de perdas de radiação do campo gerador fotovoltaico indicados na tabela seguinte.

Perdas de radiação do gerador	Valor máximo permitido [%]
Inclinação e orientação	20
Sombras	10
Combinação de ambos	20

**Tabela 3 – Perdas de radiação do campo gerador fotovoltaico. Valores máximos permitidos.**

No caso da presente instalação e tendo em conta que os consumos são constantes ao longo de todo o ano, otimizar-se-á a instalação para captar a máxima radiação durante os meses de Inverno. Utilizaremos, portanto, inclinações iguais à latitude do local mais 10°.

### 15.1. Montagem dos acumuladores

Na montagem e manuseamento dos acumuladores os operários devem ter em conta os seguintes pontos:

- Despojar-se de qualquer objecto metálico (fios, pulseiras, anéis, etc.);
- Evitar utilizar capacetes metálicos;
- Usar vestuário adequado, com avental, luvas resistentes ao ácido e óculos protectores;
- Ter sempre água fresca à mão, para poder usá-la em caso de projecção de ácido sobre os olhos ou a pele;
- Manter as possíveis fontes de chamas ou faíscas afastadas do local onde se encontram as baterias;
- Descarregar as baterias de qualquer fonte de carga antes de trabalhar com elas;

- Os terminais e bornes das baterias devem permanecer cobertos com tampas de material não condutor;
- Levantar as baterias seguindo as instruções do fabricante, utilizando, se necessário, meios mecânicos. Planificar o processo de transporte horizontal, evitando arrastá-las;
- As ferramentas utilizadas na montagem e ligação da bateria de acumuladores devem ter um comprimento inferior à distância entre pólos de polaridade diferente, de modo a evitar curto-circuitos acidentais;
- As ferramentas deverão proteger-se, nas partes pelas quais são manuseadas, com material plástico ou fita isolante.

Na instalação deverá ser construído um compartimento (Sala Técnica) destinado exclusivamente à localização dos acumuladores, com a respectiva obra civil. Os acumuladores serão localizados no interior numa série de bancadas ou prateleiras de forma ordenada, estável e horizontalmente, ficando isolados do solo.

Deverá prestar-se especial atenção à ligação entre os acumuladores de forma a não causar quedas de tensão desnecessárias.

## **15.2. Montagem da estrutura de suporte e painéis**

A estrutura de suporte será apoiada directamente sobre o solo.

A posição dos painéis deverá prever uma separação entre eles de, pelo menos, 3 cm, para que o ar possa passar e reduzir as cargas do vento (painéis instalados lado a lado).

A estrutura deverá ser concebida de forma a garantir a orientação e inclinação indicadas neste Projecto.

A estrutura deverá ser fixada ao terreno através de sapatas de betão e a fixação directa através de tacos de fixação.

A estrutura de suporte deverá obrigatoriamente ser ligada à terra.

Os painéis serão fixados sobre a estrutura, seguindo as indicações do fabricante e as perfurações do marco do painel ou as formas de fixação previstas pelo mesmo.

Não deverão ser realizadas novas perfurações sobre o marco metálico do painel, visto que isso poderia causar a deterioração do tratamento superficial do marco e as tensões geradas poderiam quebrar o vidro que protege as células.

Para aparafusar o perfil do marco, utilizar-se-ão sempre parafusos de aço inoxidável. É necessário ter em conta que esta união implica colocar em contacto dois metais geralmente diferentes (alumínio no marco do painel e aço no perfil), pelo que, em ambientes especialmente propensos ao aparecimento de corrosão galvânica, deverão utilizar-se isolantes (ex.: anilhas ou cilindros de nylon ou teflon) que impeçam o referido contacto.

A cablagem entre painéis será realizada utilizando as caixas de ligações existentes.

### **15.3. Montagem do regulador**

O regulador será instalado num armário localizado no compartimento (Sala Técnica) onde forem instalados os acumuladores e o mais próximo possível destes de forma a reduzir as quedas de tensão.

## **16. Manutenção da instalação**

Embora as instalações fotovoltaicas se caracterizem pela sua baixa manutenção devido à ausência de partes móveis, combustíveis e consumíveis, é conveniente desenvolver um programa de revisões e verificações com o objectivo de manter as mesmas em óptimas condições de funcionamento e de conservação.

Desta forma definem-se dois tipos de actuação para englobar todas as operações necessárias durante a vida útil de uma instalação fotovoltaica, para assegurar o funcionamento, aumentar a produção e prolongar a duração da mesma:

- Manutenção preventiva;
- Manutenção correctiva.

### 16.1. Manutenção preventiva

A manutenção preventiva consiste em operações de inspecção visual, verificação de actuações e outras que, aplicadas à instalação, devem permitir manter dentro de limites aceitáveis as condições de funcionamento, prestações, protecção e durabilidade da instalação.

A finalidade das tarefas de manutenção preventiva é dupla:

- Manter, na medida do possível, a instalação num estado de conservação e funcionamento semelhante ao correspondente ao momento de arranque da mesma;
- Detectar atempadamente os possíveis defeitos ou anomalias que possam influenciar de forma negativa o rendimento geral da instalação.

A manutenção preventiva implicará, no mínimo, uma revisão anual na qual serão realizadas, pelo menos, as seguintes operações:

- Verificação do funcionamento de todos os componentes e equipamentos;
- Revisão da cablagem, ligações, platinas, terminais, etc.;
- Verificação do estado dos módulos: localização relativamente ao projecto original, limpeza e presença de danos que afectem a segurança e protecções;
- Estrutura de suporte: verificar se existem danos na estrutura, deterioração por agentes ambientais, oxidação, etc.;
- Baterias: nível de electrólito, limpeza e lubrificação de terminais, etc.;

- Regulador de carga: quedas de tensão entre terminais, funcionamento de indicadores, etc.;
- Quedas de tensão na cablagem de corrente contínua;
- Verificação dos elementos de segurança e protecções: ligação à terra, actuação de interruptores de segurança, fusíveis, etc..

## 16.2. Manutenção correctiva

A manutenção correctiva inclui todas as operações de substituição necessárias para assegurar que o sistema funciona correctamente durante a sua vida útil. Inclui:

- A visita à instalação nos prazos indicados no contrato de manutenção e sempre que o utilizador a requerer por avaria grave na instalação;
- A análise e elaboração do orçamento dos trabalhos e substituições necessárias para o correcto funcionamento da mesma;
- Os custos económicos da manutenção correctiva, com o alcance indicado, fazem parte do preço anual do contrato de manutenção. Poderão não estar incluídas nem a mão-de-obra, nem as substituições de equipamentos necessários depois de ultrapassado o período de garantia.

## 17. Cálculos justificativos

Nos pontos seguintes são apresentados os cálculos efectuados e respectiva adequação dos equipamentos escolhidos.

### 17.1. Necessidades energéticas diárias

Tendo em conta os dados apresentados no ponto 2 desta Memória Descritiva e Justificativa obtemos os consumos indicados na tabela seguinte.

	Potência [W]	Horas Uso/dia [h]	Consumo Diário [Wh/dia]
Sonda de Nível	100	1	100,00
Telefone	25	1/6	4,17
Emissor de Rádio	40	1/2	20,00
<b>TOTAIS</b>	<b>165</b>	<b>-</b>	<b>124,17</b>

**Tabela 4 – Necessidades energéticas diárias**

A energia total teórica diária ( $E_T$ ) é 124.17Wh/dia.

### 17.2. Cálculo da energia real necessária

O número máximo de dias de autonomia (N) foi considerado de 10 dias. Este valor teórico representa o número de dias consecutivos que se poderão produzir em condições absolutamente desfavoráveis (completamente cobertos ou enevoados) e durante os quais praticamente não é gerada energia, pelo que o consumo é efectuado à base da energia armazenada no acumulador, originando a diminuição rápida do seu estado de carga.

A energia real necessária é dada por:

$$E = \frac{E_T}{R}$$

Em que:

- **E:** Energia real necessária diariamente, tendo em conta as diferentes perdas existentes na instalação (Wh/dia);

- $E_T$ : Energia total teórica diária (Wh/dia);
- $R$ : Factor global de rendimento da instalação.

O factor global de rendimento da instalação é dado pela seguinte expressão:

$$R = 1 - \left[ (1 - k_b - k_c - k_v) \cdot k_a \cdot \frac{N}{PD} \right] - k_b - k_c - k_v$$

Em que:

- $k_b$ : coeficiente de perdas por rendimento no acumulador. Representa a fracção de energia que a bateria não devolve em relação à que absorve, proveniente do campo gerador fotovoltaico. Na ausência de dados, o valor deste coeficiente costuma ser de 0.05;
- $k_a$ : coeficiente de autodescarga. É a fracção de energia da bateria que se perde por dia em autodescargas. Por vezes, o fabricante especifica directamente este dado para uma temperatura de 20 ou 25°C, geralmente para um período de um, três ou seis meses na sua ficha técnica, bastando dividir o valor específico pelo número de dias do período correspondente. Outras vezes, o fabricante faculta-nos um gráfico da autodescarga da sua bateria, de modo que, se neste gráfico víssemos que a capacidade de uma bateria é de apenas 70% da inicial, decorridos 6 meses o valor deste coeficiente seria de  $k_a = 0.3/180 \text{ dias} = 1.66 \times 10^{-3} \text{ dia}^{-1}$ . Na ausência de dados, costuma atribuir-se a este coeficiente o valor fixo de 0.005 (0.5% diário). Este valor poderá ser reduzido a  $2 \times 10^{-3} \text{ dia}^{-1}$  para baterias de baixa autodescarga, como as de Ni-Cd ou as de Pb-Ca sem manutenção. Conhecido o valor da autodescarga  $k_a$  para 20 ou 25°C, a autodescarga  $k'_a$  para outra temperatura  $t$  em °C no intervalo desde -5°C a 45°C pode ser estimada através da expressão:  $k'_a = (0.0014t^2 + 0.0021t + 0.4)k_a$ , importante para casos em que a temperatura seja inferior a 15°C ou superior a 25°C. Esta correcção só é tida em conta nos



casos em que a temperatura média anual do local onde o acumulador estiver instalado for inferior a 15°C ou superior a 25°C;

- **k<sub>c</sub>**: coeficiente de perdas no inversor. O rendimento de um inversor deve ser fornecido pelo fabricante. Na ausência de dados, o valor deste coeficiente costuma ser igual a 0.2 para conversor sinusoidal e 0.1 para os de onda quadrada;
- **k<sub>v</sub>**: coeficiente de outras perdas. Tem em conta qualquer outra perda não considerada anteriormente (perdas nos aparelhos eléctricos, cabos de condução e ligações, etc.). Um valor médio razoável que se costuma assumir para este coeficiente é de 0.15;
- **N**: número de dias de autonomia;
- **PD**: profundidade de descarga máxima admissível.

Visto que o fabricante das baterias que se propõe utilizar não nos dá o valor do coeficiente de autodescarga utilizaremos nos cálculos o valor de  $k_a=0.005$ .

O valor da profundidade de descarga (PD) foi fixado em 50%.

Tendo em conta o descrito anteriormente o factor global de rendimento da instalação é:

$$R = 1 - \left[ (1 - 0,05 - 0 - 0,15) \cdot 0,005 \cdot \frac{10}{0,50} \right] - 0,05 - 0 - 0,15 = 0,72 \Rightarrow 72\%$$

O valor da energia real necessária é:

$$E = \frac{124,17}{0,72} = 172,46 \text{ Wh/dia}$$

### 17.3. Cálculo da capacidade útil do acumulador

A capacidade útil ( $C_u$ ) que o acumulador deverá ter é calculada por:

$$C_u = E \cdot N = 172,46 \cdot 10 = 1724,60 \text{ Wh}$$

Em que:

- **Cu:** capacidade útil do acumulador (Wh);
- **E:** energia real necessária (Wh/dia);
- **N:** número de dias de autonomia.

Como os fabricantes de acumuladores expressam a capacidade de um acumulador em Ah, e dado que na expressão anterior obtemos  $C_u$  em Wh, dividimos  $C_u$  pela tensão estipulada do acumulador (12Vdc no nosso caso) para passar de Wh para Ah.

$$C_u(Ah) = \frac{C_u(Wh)}{12} = \frac{1724,60}{12} = 143,72 \text{ Ah}$$

### 17.4. Cálculo da capacidade estipulada

A capacidade estipulada ( $C$ ) atribuída pelo fabricante é obtida dividindo  $C_u$  pela profundidade de descarga admissível PD.

$$C = \frac{C_u}{PD} = \frac{143,72}{0,50} = 287,44 \text{ Ah}$$

**Nota:** Não se procedeu à correcção da capacidade em função da temperatura, visto que as baterias deverão ser instaladas em Sala Técnica, em que não se prevê que a temperatura seja muito diferente das condições preestabelecidas.

### 17.5. Cálculo do número de baterias necessárias

O cálculo do número de baterias ( $N_{BAT}$ ) é dado por:

$$N_{BAT} = \frac{C}{C_{BAT}}$$

Em que:

- $C_{BAT}$ : capacidade estipulada da bateria.

As baterias que se propõe instalar são da marca HOPPECKE solar.bloc ou equivalentes, estacionárias herméticas sem manutenção, com as seguintes características:

Type	C <sub>100</sub> /1.85 V Ah	C <sub>48</sub> /1.80 V Ah	C <sub>24</sub> /1.80 V Ah	C <sub>10</sub> /1.80 V Ah	Length L mm	Width W mm	Height H mm	Weight kg	Connection	Handle	Terminal layout
solar.bloc 12 V 58	58.3	54.0	53.3	50.0	247	175	190	19.00	A-Terminal	yes	B
solar.bloc 12 V 70	70.0	64.8	64.0	60.0	278	175	190	23.00	A-Terminal	yes	B
solar.bloc 12 V 80	81.7	75.6	74.6	70.0	315	175	190	24.00	A-Terminal	yes	B
solar.bloc 12 V 90	93.3	86.4	85.3	80.0	353	175	190	28.00	A-Terminal	yes	B
solar.bloc 12 V 105	105.0	97.2	95.9	90.0	344	177	230	38.00	F-M8	no	A
solar.bloc 12 V 135	134.2	124.2	122.6	115.0	344	170	275	46.00	F-M8	no	A
solar.bloc 12 V 150	151.7	140.4	138.6	130.0	498	177	230	55.00	F-M8	no	A
solar.bloc 6 V 200	198.3	183.6	181.2	170.0	242	170	275	32.00	F-M8	no	C
solar.bloc 6 V 250	251.0	237.0	234.0	220.0	308	170	275	41.00	F-M8	no	C

**Tabela 5 – Características das baterias**

$$N_{BAT} = \frac{287,44}{151,70} = 1,89 \Rightarrow 2 \text{ Baterias}$$

Para a instalação serão utilizadas 2 baterias HOPPECKE solar.bloc de 12Vdc, ou equivalentes, com uma capacidade individual de cada bateria de  $C_{100}=151.70\text{Ah}$

( $C_{100}$ : capacidade a 100h de descarga). A capacidade global do conjunto será de  $C_{100}=303.40\text{Ah}$ .

### 17.6. Cálculo do número de painéis solares

Para o cálculo foi utilizado o método do “mês pior” que no caso desta instalação é o mês de Dezembro.

A energia (em MJ) que incide sobre um metro quadrado de superfície horizontal num dia médio do mês mais desfavorável do período de utilização em Lisboa, que no nosso caso será o mês de Dezembro, é (Tabela 5 – Anexo A da Master D):

$$H_{Dezembro} = 7,00 \text{ MJ}$$

Como a instalação está localizada num local afastado dos centros urbanos, o valor anterior foi corrigido multiplicando por 1.05, obtendo um valor de H corrigido por limpeza atmosférica igual a:

$$H_{Dezembro-corrigido} = 1,05 \cdot 7,00 = 7,35 \text{ MJ}$$

Para poder avaliar a energia que um painel fotovoltaico é capaz de produzir diariamente no local onde estiver instalado, calculamos o número de horas de sol a pico (H.S.P.):

$$H.S.P. = \frac{1}{3,60} \cdot k \cdot H$$

Em que:

- **k:** é o factor de correcção para superfícies inclinadas. Representa o quociente entre energia incidente num dia sobre uma superfície orientada para o Equador e inclinada num determinado ângulo, e outra horizontal.

**Nota:** O número de horas de sol a pico (H.S.P.) de um local é o valor da energia kWh total incidente sobre uma superfície inclinada de  $1\text{m}^2$  expresso em kWh, em vez de MJ ( $1\text{kWh} = 3.60 \text{ MJ}$ ).

A latitude da cidade de Lisboa é de  $38^\circ 46'$  (Gago Coutinho), aproximadamente  $39^\circ$ . No caso da presente instalação e tendo em conta que os consumos são constantes ao longo de todo o ano, otimizar-se-á a instalação para captar a máxima radiação durante os meses de Inverno. Utilizaremos, portanto, inclinações iguais à latitude do local mais  $10^\circ$ , ou seja,  $48^\circ 46'$  ( $48^\circ 46' \approx 48.77^\circ$ ), escolhendo-se uma inclinação aproximada de  $50^\circ$ .

Para uma inclinação de  $50^\circ$  e latitude de  $39^\circ$  o factor de correcção (k) é (Tabela 9 – Anexo A da Master D):

$$k = 1,50$$

O número de H.S.P. é:

$$H.S.P. = \frac{1}{3,6} \cdot 1,50 \cdot 7,35 = 3,06 \text{ Wh}$$

A quantidade diária de energia ( $E_P$ ) que os painéis terão de fornecer é:

$$E_P = \frac{E}{0,90} = \frac{172,46}{0,90} = 191,62 \text{ Wh/dia}$$

**Nota:** Introdz-se um factor de correcção igual a 0.90, tendo em conta que a energia  $E_P$  que os painéis devem produzir será superior a E, principalmente devido às perdas por utilização do regulador, bem como outras perdas adicionais como as devidas à possível sujidade, etc.. Tendo também em conta que, por norma, os fabricantes de painéis nos garantem uma potência mínima em condições standard 10% inferior à estipulada.

Finalmente calcula-se o número de painéis necessários de potência estipulada  $P$  através da seguinte expressão, que traduz o quociente entre  $E_P$  e a energia que cada painel será capaz de produzir ao longo do dia.

$$\text{Número de painéis} = \frac{E_P}{0,90 \cdot P \cdot (H.S.P.)}$$

A potência máxima estipulada dos painéis solares fotovoltaicos propostos é  $P_{\text{máx}}=130\text{W}$ , marca KYOCERA, modelo KC130GH-2P, com células policristalinas.

	KC130GH-2P
Potência Nominal - $P_{\text{máx}}$ [W]	130 (+10/-5%)
Tensão MPP - $U_{\text{MPP}}$ [V]	17,6
Corrente MPP - $I_{\text{MPP}}$ [A]	7,39
Tensão Máxima - $U_{\text{máx}}$ [V]	1000
Tensão de Circ. Aberto - $U_o$ [V]	21,9
Corrente de Curto-Circ. - $I_{\text{cc}}$ [A]	8,02
Coef. de Temp. - $VOC$ [V/°C]	-0,0821
Coef. de Temp. - $ISC$ [mA/°C]	3,18
Dimensões L x C x A [mm]	1425x652x36
Peso [kg]	12,2
Garantia de Funcionamento * [Anos]	20
Garantia do Produto [Anos]	2
Certificado	IEC 61215 Ed.2, IEC 61730,TÜV, Classe II
* 10 Anos a 90%, 20 anos a 80% da potência especificada	

**Tabela 6 – Características dos painéis solares**

O número de painéis a instalar é:

$$\text{Número de painéis} = \frac{191,62}{0,90 \cdot 130,00 \cdot 3,06} = 0,54 \Rightarrow 1 \text{ painel}$$

Para assegurar uma adequada recarga das baterias, a capacidade estipulada das mesmas (em Ah) não deverá exceder em 25 vezes a corrente de curto-circuito (em A) em condições normais de medida do campo gerador fotovoltaico.

A capacidade global do acumulador a utilizar é de 303.40Ah (2 baterias de 151.70Ah cada uma).

A corrente de curto-circuito do painel seleccionado é 8.02A, não sendo esta corrente de curto-circuito suficiente para cumprir a condição de que a capacidade do acumulador não deve exceder em 25 vezes a corrente de curto-circuito do campo gerador fotovoltaico. Desta forma optou-se, apesar do cálculo realizado anteriormente ter conduzido à necessidade de apenas um painel, pela instalação de **2 painéis solares fotovoltaicos em paralelo** (duplicando a corrente de curto-circuito do campo gerador).

$$2 \cdot 151,70Ah \leq 25 \cdot (8,02A + 8,02A)$$

$$\Leftrightarrow 303,40Ah \leq 401,00A \quad OK$$

### 17.7. Cálculo e selecção do regulador

O regulador deverá resistir sem danos a uma sobrecarga simultânea, à temperatura ambiente máxima, de:

- Corrente na linha do gerador: cerca de 25% superior à corrente de curto-circuito do gerador fotovoltaico em condições standard de medida;
- Corrente de linha de consumo: cerca de 25% superior à corrente máxima da carga de consumo.

A corrente de curto-circuito de cada painel é 8.02A. Como a instalação será formada por dois painéis ligados em paralelo a corrente de curto-circuito do campo gerador será dada por:

$$I_{CC\text{ campo gerador}} = 2 \cdot I_{CC\text{ painel}} = 2 \cdot 8,02 = 16,04\text{A}$$

Se aplicarmos o factor de segurança de 25%, o regulador seleccionado deverá suportar pelo menos uma corrente 1.25 vezes superior à corrente de curto-circuito do campo gerador, ou seja, **20.05A**.

Como as cargas da instalação nunca têm funcionamento simultâneo, o caso mais desfavorável é o consumo da sonda de nível que consome 100W quando está ligada. A corrente de consumo máxima será então:

$$I_{\text{consumo máx.}} = \frac{P}{U} = \frac{100}{12} = 8,33\text{A}$$

Aplicando o factor de segurança de 25%, o regulador que escolhermos deverá suportar, pelo menos, uma corrente 1.25 vezes superior à corrente de consumo máxima exigida pela carga, ou seja, **10.41A**.

O regulador escolhido é da marca STECA, modelo PR 3030 ou equivalente e apresenta as seguintes características técnicas:

	PR 3030
Tensão do Sistema – U [V]	12 / 24
Corrente de Curto-Circuito – I <sub>cc</sub> [A]	30
Corrente de Carga Max. – I <sub>máx</sub> [A]	30
Temp. Ambiente [°C]	-10...+50
Bornes de Ligação [mm <sup>2</sup> ]	16 / 25
Modo de Protecção	IP22
Dimensões L x C x A [mm]	187x96x44
Peso [kg]	0,350

**Tabela 7 – Características do regulador**



Como se pode verificar através da tabela anterior o regulador que se propõe apresenta, tanto do lado do consumo como do lado do campo gerador, correntes superiores às calculadas anteriormente.

### 17.8. Cálculo da secção dos cabos

Os positivos e negativos serão conduzidos separados, protegidos e sinalizados (códigos de cores, etiquetas, etc.).

Os cabos deverão possuir secções adequadas de modo a não se ultrapassarem as quedas de tensão máximas admissíveis (Q.D.T. máx.) indicadas na tabela seguinte.

Linha	Circuito	Comprimento [m]	Q.D.T. máx. [%]	Q.D.T. máx. [V]
1	Painéis Solares Fotovoltaicos → Quadro Principal (Regulador)	20	3%	0,36
5	Quadro Principal (Regulador) → Baterias (Acumuladores)	2	1%	0,12
2+3	Quadro Principal (Regulador) → Rádio/Telefone	15	3%	0,36
2+4	Quadro Principal (Regulador) → Sonda	12,5	3%	0,36

**Tabela 8 - Resumo de canalizações e quedas de tensão máximas admissíveis**

Para o cálculo das secções dos condutores será utilizada a seguinte expressão (Ponto 525 das R.T.I.E.B.T. – 1.<sup>a</sup> Edição Anotada DGGE):

$$u = b \cdot \left( \rho_1 \cdot \frac{L}{S} \cdot \cos \varphi + \lambda \cdot L \cdot \sin \varphi \right) \cdot I_B \quad \wedge \quad \Delta U = 100 \cdot \frac{u}{U_0}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\Delta U \cdot U_0}{100} = b \cdot \rho_1 \cdot \frac{L}{S} \cdot \cos \varphi \cdot I_B$$

$$\Leftrightarrow S = \frac{b \cdot \rho_1 \cdot L \cdot \cos \varphi \cdot I_B}{\Delta U \cdot U_0} \cdot 100$$

Visto que na instalação apenas existem cargas de corrente contínua  $\cos\varphi=1$  e  $\sin\varphi=0$ , logo, vem que:

$$S = \frac{b \cdot \rho_1 \cdot L \cdot I_B}{\Delta U \cdot U_0} \cdot 100$$

Em que:

- **u**: queda de tensão, expressa em volts;
- **$\Delta U$** : queda de tensão relativa, expressa em percentagem;
- **$U_0$** : tensão estipulada da instalação, expressa em volts;
- **b**: coeficiente igual a 1 para os circuitos trifásicos e a 2 para os circuitos monofásicos no caso de instalações de corrente alternada, em instalações de corrente contínua o coeficiente é igual a 2;
- **$\rho_1$** : resistividade dos condutores à temperatura em serviço normal, isto é, 1.25 vezes a resistividade a 20°C (0.0225  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  para o cobre e 0.036  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  para o alumínio);
- **L**: comprimento simples da canalização, expresso em metros;
- **S**: secção dos condutores, expressa em milímetros quadrados;
- **$\cos \varphi$** : igual a 1 para instalações em corrente contínua;
- **$\lambda$** : reactância linear dos condutores, expressa em  $\text{m}\Omega/\text{m}$  (para circuitos de corrente contínua  $\lambda=0$ ).

Os cabos serão instalados no exterior em esteira metálica sujeitos à intempérie (sem influência térmica de outros circuitos à sua volta). Apenas a canalização entre o Regulador e as Baterias não ficará sujeita à intempérie, visto que será instalada na Sala Técnica que albergará o Quadro Principal e as Baterias, neste caso a canalização será também realizada em esteira metálica mas no interior da Sala Técnica.

Na instalação serão utilizados cabos de cobre electrolítico estanhado.

### 17.8.1. Canalização Painéis – Regulador

Para o cálculo da secção do cabo necessário, a corrente,  $I_B$ , da canalização do campo gerador-regulador costuma assumir-se como igual a 1.25 vezes a corrente de curto-circuito do campo gerador,  $1.25 \cdot I_{CC \text{ campo gerador}}$ .

Os dois painéis da instalação possuem uma corrente de curto-circuito de 8.02A cada um e são ligados em paralelo.

$$S = \frac{b \cdot \rho_1 \cdot L \cdot I_B}{\Delta U \cdot U_0} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 0,0225 \cdot 20 \cdot [1,25 \cdot (8,02 + 8,02)]}{3 \cdot 12} \cdot 100 = 50,13 \text{ mm}^2 \Rightarrow 70 \text{ mm}^2$$

O método de referência desta canalização é o F segundo as R.T.I.E.B.T., com cabos monocondutores instalados em esteira metálica (2 condutores carregados) e segundo o Quadro 52-C11 das R.T.I.E.B.T. a corrente admissível ( $I_Z$ ) para a secção de  $70 \text{ mm}^2$  é 310A, aplicando o factor de correcção para uma temperatura ambiente de  $50^\circ\text{C}$  (Quadro 52-D1 das R.T.I.E.B.T.) temos um factor de 0.82, logo,  $I'_Z = 310 \cdot 0.82 = 254.20 \text{ A}$ . Segundo o fabricante (Prysmian ou equivalente) dos cabos escolhidos deve ainda ser aplicado um factor de correcção de 0.90 (instalações expostas ao sol), logo,  $I''_Z = 254.20 \cdot 0.90 = 228.78 \text{ A}$ . Logo, a corrente admissível dos cabos de secção igual a  $70 \text{ mm}^2$ , apresenta nas condições indicadas, uma corrente admissível superior aos  $1.25 \cdot I_{CC \text{ campo gerador}}$ , concluindo-se que esta secção é adequada.

Neste troço deverão ser utilizados cabos do tipo TECSUN (PV) (AS) PV1-F  $2 \times 70 \text{ mm}^2$ .

### 17.8.2. Canalização Regulador – Baterias

Para a corrente,  $I_B$ , que pode circular pelo circuito regulador-baterias, escolher-se-á a maior de entre a que provém do campo gerador ou a exigida pelos consumos que funcionem de forma simultânea. Neste caso, a corrente do campo gerador é de 16.04A e a corrente máxima do circuito de consumo é de 8.33A. Portanto,

escolhemos a corrente do campo gerador como valor da corrente que pode circular por este circuito visto que é o caso mais desfavorável.

$$S = \frac{b \cdot \rho_1 \cdot L \cdot I_B}{\Delta U \cdot U_0} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 0,0225 \cdot 2 \cdot [1,25 \cdot (8,02 + 8,02)]}{1 \cdot 12} \cdot 100 = 15,04 \text{ mm}^2 \Rightarrow 16 \text{ mm}^2$$

O método de referência desta canalização é o F segundo as R.T.I.E.B.T., com cabos monocondutores instalados em esteira metálica. Para este método de referência não existem nas R.T.I.E.B.T. valores de corrente admissível para secções de cabos monocondutores inferiores a  $25 \text{ mm}^2$ , mas através do catálogo do fabricante dos cabos propostos (Prysmian ou equivalente) verifica-se que os cabos de secção igual a  $16 \text{ mm}^2$  apresentam uma corrente admissível de 110A, quando instalados em esteira metálica ao ar a uma temperatura ambiente de  $40^\circ\text{C}$ , logo, tendo em conta que esta canalização será realizada no interior da Sala Técnica não será aplicado nenhum factor de correcção, verificando-se que esta secção cumpre os requisitos de intensidade admissível para esta canalização.

Neste troço deverão ser utilizados cabos do tipo TECSUN (PV) (AS) PV1-F  $2 \times 16 \text{ mm}^2$ .

### 17.8.3. Canalização Regulador – Rádio/Telefone

A corrente,  $I_B$ , que pode circular pelo circuito regulador-rádio/telefone é tendo em conta que os dois consumos da emissão de rádio e do telefone nunca se verificam em simultâneo a mais desfavorável que corresponde à emissão de rádio de:

$$I_B = \frac{P}{U} = \frac{40}{12} = 3,33 \text{ A}$$

O comprimento total desta canalização é de 15m, sendo a secção a utilizar de:

$$S = \frac{b \cdot \rho_1 \cdot L \cdot I_B}{\Delta U \cdot U_0} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 0,0225 \cdot 15 \cdot 1,25 \cdot 3,33}{3 \cdot 12} \cdot 100 = 7,80 \text{ mm}^2 \Rightarrow 10 \text{ mm}^2$$

O método de referência desta canalização é o F segundo as R.T.I.E.B.T., com cabos monocondutores instalados em esteira metálica. Para este método de referência não existem nas R.T.I.E.B.T. valores de corrente admissível para secções de cabos monocondutores inferiores a  $25 \text{ mm}^2$ , mas através do catálogo do fabricante dos cabos propostos (Prysmian ou equivalente) verifica-se que os cabos de secção igual a  $10 \text{ mm}^2$  apresentam uma corrente admissível de 82A, quando instalados em esteira metálica ao ar a uma temperatura ambiente de  $40^\circ\text{C}$ . É sugerido pelo fabricante aplicar um factor de correcção de 0.90 visto que os cabos são expostos ao sol, logo,  $I'_Z = 82 \cdot 0.90 = 73.80 \text{ A}$ , verificando-se que esta secção cumpre os requisitos de intensidade admissível para esta canalização.

Neste troço deverão ser utilizados cabos do tipo TECSUN (PV) (AS) PV1-F  $2 \times 10 \text{ mm}^2$ .

#### 17.8.4. Canalização Regulador – Sonda

A corrente,  $I_B$ , que pode circular pelo circuito regulador-sonda é:

$$I_B = \frac{P}{U} = \frac{100}{12} = 8,33 \text{ A}$$

O comprimento total desta canalização é de 12.5m, sendo a secção a utilizar de:

$$S = \frac{b \cdot \rho_1 \cdot L \cdot I_B}{\Delta U \cdot U_0} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 0,0225 \cdot 12,5 \cdot 1,25 \cdot 8,33}{3 \cdot 12} \cdot 100 = 16,27 \text{ mm}^2 \Rightarrow 25 \text{ mm}^2$$

O método de referência desta canalização é o F segundo as R.T.I.E.B.T., com cabos monocondutores instalados em esteira metálica (2 condutores carregados) e segundo o Quadro 52-C11 das R.T.I.E.B.T. a corrente admissível ( $I_Z$ ) para a secção de  $25 \text{ mm}^2$

é 161A, aplicando o factor de correcção para uma temperatura ambiente de 50°C (Quadro 52-D1 das R.T.I.E.B.T.) temos um factor de 0.82, logo,  $I'_z = 161 \cdot 0.82 = 132.02A$ . Segundo o fabricante (Prysmian ou equivalente) dos cabos escolhidos deve ainda ser aplicado um factor de correcção de 0.90 (instalações expostas ao sol), logo,  $I''_z = 132.02 \cdot 0.90 = 118.82A$ . Logo, a corrente admissível dos cabos de secção igual a  $25mm^2$ , apresenta nas condições indicadas, uma corrente admissível superior aos 8.33A, concluindo-se que esta secção é adequada.

Neste troço deverão ser utilizados cabos do tipo TECSUN (PV) (AS) PV1-F  $2 \times 25mm^2$ .

## 18. Dimensionamento dos dispositivos de segurança e protecções

### 18.1. Fusíveis de fileira

Apesar de nos sistemas com menos de 4 fileiras não ser comum a utilização de fusíveis de fileira, optou-se por utilizá-los para reforço da protecção.

Os fusíveis devem ser calibrados para operar com tensões  $M \cdot 1.15 \cdot U_{oc}$ , sendo M o número de módulos em série em cada fileira, que no caso da presente instalação é de apenas um módulo, logo, os fusíveis a utilizar deverão suportar tensões de:

$$M \cdot 1.15 \cdot U_{oc} = 1 \cdot 1.15 \cdot 21.90 = 25.19V$$

**Nota:** Tensão em circuito aberto ( $U_{oc}$ ) dos painéis seleccionados é de 21.90V.

Os fusíveis de fileira deverão actuar para valores de corrente inferiores a  $2 \cdot I_{cc} = 2 \cdot 8.02 = 16.04A$  mas superiores aos valores de operação  $1.25 \cdot I_{cc} = 1.25 \cdot 8.02 = 10.03A$ .

Devem ser observadas simultaneamente as condições:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (1)$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (2)$$

Com  $I_2 = k_2 \cdot I_N$  em que  $k_2 = 1.9$  para fusíveis entre  $4A < I_N < 16A$  (Ponto 433.2 das R.T.I.E.B.T. – 1.<sup>a</sup> Edição Anotada DGGE).

Em que:

- $I_B = 1.25 \cdot I_{cc} = 1.25 \cdot 8.02 = 10.03A$ ;
- $I_Z = 228.78A$  (Corrente admissível dos cabos utilizados na canalização entre painéis e regulador).

Os fusíveis a instalar devem possuir uma corrente estipulada de 12A, logo, vem que:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \Leftrightarrow 10,03A \leq 12A \leq 228,78A \quad OK$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_Z \Leftrightarrow 1,9 \cdot 12A \leq 1,45 \cdot 228,78A \Leftrightarrow 22,80A \leq 331,73A \quad OK$$

Os fusíveis serão da marca Hager, com corrente estipulada de 12A, capazes de suportar uma tensão de 900Vdc, cilíndricos com 10x38mm, ref.: LF 312PV ou equivalentes. Com porta fusíveis de 1000Vdc e capaz de suportar uma corrente estipulada de 32A, bipolar, da marca Hager, ref.: L 502PV ou equivalente.

## 18.2. Fusível de protecção da linha Regulador – Baterias

Na linha Regulador – Baterias será instalado um fusível associado ao pólo positivo de protecção desta linha.

O fusível deve ser calibrado para operar com tensões  $1.15 \cdot U_{OC}$ , sendo  $U_{OC}$  a tensão em circuito aberto do campo gerador, logo, o fusível a utilizar deverá suportar tensões de:

$$1,15 \cdot U_{OC} = 1,15 \cdot 21,90 = 25,19V$$

**Nota:** Tensão em circuito aberto ( $U_{OC}$ ) dos painéis seleccionados é de 21.90V.

O fusível deverá actuar para valores de corrente inferiores a  $2 \cdot I_{CC} = 2 \cdot (8.02 + 8.02) = 32.08A$ , sendo  $I_{CC}$  a corrente de curto-circuito do campo gerador que no caso mais desfavorável será a soma da corrente de curto-circuito dos dois painéis, mas superiores aos valores de operação  $1.25 \cdot I_{CC} = 1.25 \cdot (8.02 + 8.02) = 20.05A$  dos painéis (caso mais desfavorável).

Devem ser observadas simultaneamente as condições:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (1)$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (2)$$

Com  $I_2 = k_2 \cdot I_N$  em que  $k_2 = 1.6$  para fusíveis com  $I_N \geq 16A$  (Ponto 433.2 das R.T.I.E.B.T. – 1.<sup>a</sup> Edição Anotada DGGE).

Em que:



- $I_B = 1.25 \cdot I_{cc} = 1.25 \cdot (8.02 + 8.02) = 20.05A$ ;
- $I_Z = 110.00A$  (Corrente admissível dos cabos utilizados na canalização entre regulador e baterias).

O fusível a instalar deve possuir uma corrente estipulada de 25A, logo, vem que:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \Leftrightarrow 20,05A \leq 25A \leq 110,00A \quad OK$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_Z \Leftrightarrow 1,6 \cdot 25A \leq 1,45 \cdot 110,00A \Leftrightarrow 40,00A \leq 159,50A \quad OK$$

O fusível será da marca Hager, com corrente estipulada de 25A, capaz de suportar uma tensão de 600Vdc, cilíndrico com 10x38mm, ref.: LF 325PV ou equivalente. Com porta fusível de 1000Vdc e capaz de suportar uma corrente estipulada de 32A, unipolar, da marca Hager, ref.: L 501PV ou equivalente.

### 18.3. Díodos de bloqueio

A tensão de bloqueio destes díodos deverá ser igual ao dobro da tensão de circuito aberto da fileira fotovoltaica sob condições CTS ( $2 \cdot M \cdot U_{oc}$ ), logo, a tensão de bloqueio dos díodos deverá ser igual ou superior a  $2 \cdot 1 \cdot 21.90 = 43.80V$ .

### 18.4. Interruptor principal DC e interruptor de seccionamento das baterias

O interruptor principal DC e o interruptor de seccionamento da linha Regulador – Baterias a instalar serão bipolares com correntes estipuladas de 32A e tensão de 1000Vdc. Estando desta forma dimensionados para as condições de corte mais desfavoráveis, para a tensão máxima em circuito aberto  $U_{oc}$  do gerador, bem como para a corrente máxima  $I_{cc}$  ( $1.25 \cdot [8.02 + 8.02] = 20.05A$ ).

Os interruptores serão da marca Hager, ref.: SB 432PV ou equivalentes.

### 18.5. Descarregador de sobretensões

Os descarregadores de sobretensões Tipo C, Classe II (Norma IEC 61643-1), com correntes estipuladas de descarga de 1kA por cada unidade de potência instalada (kWp). No caso da presente instalação a potência instalada não excede 1kWp, podendo desta forma o descarregador de sobretensões apresentar qualquer valor de corrente estipulada de descarga desde que seja superior a 1kA.

O descarregador de sobretensões a utilizar será da marca Hager, com uma corrente de choque de  $I_{imp}=40kA$ , nível de protecção  $Up \leq 4kV$  e uma tensão de 1000Vdc, ref.: SPV 325 ou equivalente.

**Nota:** O descarregador de sobretensões proposto é auto-protegido, não necessitando de protecção adicional a montante.

### 18.6. Disjuntores de protecção das cargas

#### 18.6.1. Canalização Regulador – Sonda

Na canalização Regulador – Sonda será utilizado um cabo do tipo TECSUN (PV) (AS) PV1-F  $2 \times 25mm^2$  com uma corrente admissível ( $I_Z$ ) de 118.82A. A corrente de serviço ( $I_B$ ) na canalização é de 8.33A.

O disjuntor que se propõe instalar para protecção desta canalização é da marca Schneider Electric, modelo C60H-DC próprios para corrente contínua, norma IEC 60947-2, tensão suportável de impulso de  $U_{imp}=6kV$ , bipolar, modular, com uma capacidade de interrupção ( $I_{cu}$ ) de 6kA,  $I_{CS}=75\%I_{cu}=4.5kA$ , com uma tensão máxima de emprego estipulada de 500Vdc, curva de disparo C (5 a 10  $I_N$ ), e uma corrente estipulada de 10A, ref.: MGN61528 ou equivalente.

Verificação das condições de protecção:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (1)$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (2)$$

Com  $I_2 = 1,30 \cdot I_N$  (Disjuntores segundo a norma IEC 60947 – Ponto 433.2 das R.T.I.E.B.T. – 1.<sup>a</sup> Edição Anotada DGGE). De qualquer forma utilizar-se-á a condição mais desfavorável com  $I_2 = 1,45 \cdot I_N$  que normalmente é aplicada para disjuntores modulares segundo a norma IEC 60898.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \Leftrightarrow 8,33A \leq 10A \leq 118,82A \quad OK$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \Leftrightarrow 1,45 \cdot 10A \leq 1,45 \cdot 118,82A \Leftrightarrow 14,50A \leq 172,30A \quad OK$$

Como se pode verificar o disjuntor que se propõe apresenta uma capacidade de interrupção muito superior à corrente de curto-circuito máxima susceptível de se verificar na instalação.

**Nota:** A tensão de corte de descarga profunda ( $V_{sd}$ ) não deve ser em caso algum inferior a 10,0Vdc de modo a que se continuem a verificar as condições de protecção ( $V_{sd \text{ mín.}} = \frac{P}{I} = \frac{100}{10} = 10,0Vdc$ ).

### 18.6.2. Canalização Regulador – Rádio/Telefone

Na canalização Regulador – Rádio/Telefone será utilizado um cabo do tipo TECSUN (PV) (AS) PV1-F  $2 \times 10\text{mm}^2$  com uma corrente admissível ( $I_Z$ ) de 73.80A. A corrente de serviço máxima ( $I_B$ ) na canalização é de 3.33A (condição mais desfavorável com o funcionamento da emissão de rádio).

O disjuntor que se propõe instalar para protecção desta canalização é da marca Schneider Electric, modelo C60H-DC próprios para corrente contínua, norma IEC 60947-2, tensão suportável de impulso de  $U_{imp} = 6\text{kV}$ , bipolar, modular, com uma

capacidade de interrupção ( $I_{cu}$ ) de 6kA,  $I_{CS}=75\%I_{cu}=4.5kA$ , com uma tensão máxima de emprego estipulada de 500Vdc, curva de disparo C (5 a 10  $I_N$ ), e uma corrente estipulada de 4A, ref.: MGN61524 ou equivalente.

Verificação das condições de protecção:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (1)$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (2)$$

Com  $I_2=1.30 \cdot I_N$  (Disjuntores segundo a norma IEC 60947 – Ponto 433.2 das R.T.I.E.B.T. – 1.ª Edição Anotada DGGE). De qualquer forma utilizar-se-á a condição mais desfavorável com  $I_2=1.45 \cdot I_N$  que normalmente é aplicada para disjuntores modulares segundo a norma IEC 60898.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \Leftrightarrow 3,33A \leq 4A \leq 73,80A \quad OK$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \Leftrightarrow 1,45 \cdot 4A \leq 1,45 \cdot 73,80A \Leftrightarrow 5,80A \leq 107,01A \quad OK$$

Como se pode verificar o disjuntor que se propõe apresenta uma capacidade de interrupção muito superior à corrente de curto-circuito máxima susceptível de se verificar na instalação.

**Nota:** A tensão de corte de descarga profunda ( $V_{sd}$ ) não deve ser em caso algum inferior a 10.0Vdc de modo a que se continuem a verificar as condições de protecção ( $V_{sd \text{ mín. }} = \frac{P}{I} = \frac{40}{4} = 10,0Vdc$ ).

## 19. Conformidade dos equipamentos

Os equipamentos, assim como os materiais que os constituem, deverão ser certificados.

## 20. Benefícios fiscais

### **IRS**

“1 - São dedutíveis à colecta do IRS, desde que não susceptíveis de serem considerados custos para efeitos da categoria B, 30% das importâncias despendidas com a aquisição dos seguintes bens, desde que afectos a utilização pessoal, com o limite de €803:

- a) Equipamentos novos para utilização de energias renováveis e de equipamentos para a produção de energia eléctrica ou térmica (co-geração) por microturbinas, com potência até 100kW, que consumam gás natural, incluindo equipamentos complementares indispensáveis ao seu funcionamento;
- b) Equipamentos e obras de melhoria das condições de comportamento térmico de edifícios, dos quais resulte directamente o seu maior isolamento;
- c) Veículos sujeitos a matrícula exclusivamente eléctricos ou movidos a energias renováveis não combustíveis.

2 - Os benefícios referidos em cada uma das alíneas do número anterior apenas podem ser utilizados uma vez em cada período de quatro anos.”

*Fonte:* Artigo 73.º da Lei n.º 55-A/2010, de 31 de Dezembro (Orçamento do Estado para 2011).

### **IVA**

O preço de custo do equipamento específico para sistemas Solares está sujeito à taxa intermédia de IVA de 13% (Artigo 18.º - Capítulo IV do CIVA – Código do Imposto Sobre o Valor Acrescentado).

*Código do Imposto Sobre o Valor Acrescentado (CIVA):*

“Lista II – Bens e Serviços Sujeitos a Taxa Intermédia

(...)

2.4 - Aparelhos, máquinas e outros equipamentos exclusiva ou principalmente destinados a:

- a) Captação e aproveitamento de energia solar, eólica e geotérmica;
- b) Captação e aproveitamento de outras formas alternativas de energia;
- c) Produção de energia a partir da incineração ou transformação de detritos, lixo e outros resíduos;
- d) Prospeção e pesquisa de petróleo e ou desenvolvimento da descoberta de petróleo e gás natural;
- e) Medição e controlo para evitar ou reduzir as diversas formas de poluição.”

*Fonte:* Código do Imposto Sobre o Valor Acrescentado (CIVA) - [http://info.portaldasfinancas.gov.pt/pt/informacao\\_fiscal/codigos\\_tributarios/civa\\_rep/](http://info.portaldasfinancas.gov.pt/pt/informacao_fiscal/codigos_tributarios/civa_rep/)

### **IRC**

É possível amortizar o investimento no sistema solar em apenas 4 anos para efeito de cálculo do IRC.

O Despacho Regulamentar n.º 22/99, de 6 de Outubro, estipula um período mínimo de vida útil de 4 anos do sistema solar, para efeitos de reintegração e amortização do investimento. Esta medida permite uma redução no IRC anual, acumulável com outros incentivos, que pode ter um impacto substancial na recuperação do investimento. Os beneficiários são as empresas privadas e públicas, e as demais pessoas colectivas de direito público ou privado.

**Nota 1:** O Decreto Regulamentar n.º 22/99, de 6 de Outubro, altera a taxa de amortização dos equipamentos de energia solar prevista na Tabela II, Divisão I, Grupo 3, anexa ao Decreto Regulamentar n.º 2/90, de 12 de Dezembro, que passa a ter a seguinte redacção:

"Máquinas, aparelho e ferramentas: 2250 - Equipamento de energia solar – 25".

**Nota 2:** O Decreto Regulamentar n.º 2/90, de 12 de Janeiro, estabelece o regime das reintegrações e amortizações para efeitos do imposto sobre o Rendimento de Pessoas Colectivas – IRC.

## 21. Omissões

Em tudo o omissa na presente memória descritiva e justificativa, condições técnicas e peças desenhadas, serão respeitadas as normas, os regulamentos e leis aplicáveis, aceitando-se as disposições que venham a ser impostas pelas entidades competentes.

Funchal, 31 de Maio de 2011

### **O Técnico Responsável**

João Osvaldo Faria Sousa

(Eng. Electrotécnico)



(Inscrito na O.E. sob o n.º 60131)



**INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA AUTÓNOMA**

**LISBOA**

**ENERGIAS RENOVÁVEIS**

**PROJECTO FINAL**

**2**

**CONDIÇÕES TÉCNICAS**

**master.D**



## Índice

I – CONDIÇÕES TÉCNICAS GERAIS .....	3
1. Trabalhos incluídos na empreitada.....	3
2. Legislação aplicável .....	3
3. Qualidade .....	4
4. Plano de trabalhos.....	4
5. Prazo de execução dos trabalhos .....	4
6. Execução de alterações e trabalhos suplementares .....	4
7. Controlo e fiscalização dos trabalhos .....	5
8. Características técnicas dos equipamentos propostos.....	5
9. Recepção provisória da instalação.....	5
10. Ensaios finais .....	6
11. Garantia.....	6
12. Recepção definitiva da instalação .....	6
II – CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS .....	7
1. Canalizações eléctricas .....	7
1.1. Condutores e cabos .....	7
1.2. Caminhos de cabos .....	8
1.2.1. Tubos .....	9
1.2.2. Esteiras metálicas .....	11
1.2.3. Caixas de derivação e de passagem.....	12
1.2.3.1. Em instalações embebidas nas paredes.....	12
1.2.3.2. Em instalações à vista .....	13
2. Quadro eléctrico .....	13
2.1. Legislação aplicável .....	13

2.2. Pormenores construtivos .....	14
2.3. Montagem do quadro .....	16
2.4. Electrificação.....	16
2.5. Características dos equipamentos.....	17
2.6. Marcas de referência .....	22
3. Ligações à terra.....	22
4. Baterias (Acumuladores) .....	23
5. Painéis solares .....	25
6. Regulador .....	26
7. Estrutura de suporte .....	27

## I – CONDIÇÕES TÉCNICAS GERAIS

### 1. Trabalhos incluídos na empreitada

Incluem-se no âmbito da presente empreitada todos os trabalhos mencionados nas peças desenhadas e nas peças escritas, mesmo que não sejam referidas no mapa de medições.

### 2. Legislação aplicável

O adjudicatário obriga-se a executar todas as instalações de acordo com as boas regras da técnica e obedecendo às Normas e Regulamentos em vigor aplicáveis a este tipo de obra. Destacam-se os seguintes documentos:

- Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão (R.T.I.E.B.T. – Portaria n.º 949-A/2006, de 11 de Setembro);
- Norma EN 50380 – Especificações particulares e informações sobre as placas de características para os módulos fotovoltaicos;
- Norma IEC 60364-7-712 – Instalações Eléctricas nos edifícios: Requisitos para instalações ou localizações especiais – Sistemas Solares Fotovoltaicos;
- Norma IEC 62145 – Características eléctricas para baixos níveis de radiação (para condições NOCT, com  $800\text{W/m}^2$  e  $20^\circ\text{C}$ ) e corrente inversa máxima admissível;
- Norma EN 61215 – Módulos fotovoltaicos (PV) de silício cristalino para aplicação terrestre – Qualificação da concepção e aprovação;
- Norma EN 61730 – Qualificação para a segurança de funcionamento dos módulos fotovoltaicos (PV);
- Guia Técnico de Pára-Raios, edição do ano 2000 da Direcção Geral de Energia (DGE);
- Para além de outras Normas Portuguesas (NP) e Internacionais aplicáveis;
- Recomendações CEI.

**Nota:** NOCT – *Normal Operating Cell Temperature* – Temperatura normal de funcionamento da célula. Valor dado pelo fabricante e que representa a temperatura atingida pela célula nas condições normais de funcionamento  $T_a=20^{\circ}\text{C}$  e  $I=800\text{W/m}^2$ .

### 3. Qualidade

Todos os materiais e equipamentos a instalar serão de primeira qualidade.

Entende-se que o Projecto poderá não conter certas indicações de pormenor, por serem de uso corrente, ou de exigência dos Regulamentos e Normas, sem que isso obste à sua inclusão na empreitada.

### 4. Plano de trabalhos

O Empreiteiro elaborará, no início da obra, um plano dos seus trabalhos, executado de modo a enquadrar-se no planeamento geral da obra.

### 5. Prazo de execução dos trabalhos

A obra deverá estar concluída e em perfeito funcionamento dentro do prazo estabelecido pelo dono da obra. Caso estes prazos não sejam cumpridos o dono de obra poderá aplicar as penalidades previstas.

### 6. Execução de alterações e trabalhos suplementares

O adjudicatário é, durante o período da Empreitada, obrigado a efectuar as alterações e os trabalhos suplementares solicitados pelo dono de obra.

Todos os trabalhos suplementares serão facturados aos preços contratuais e deverão ter aprovação prévia do dono de obra.

Não será considerado alteração ou trabalho suplementar um trabalho de pormenor exigido pela entidade controladora após exame dos documentos fornecidos pelo adjudicatário.

## **7. Controlo e fiscalização dos trabalhos**

O dono de obra exercerá o controlo que julgar necessário sobre a Empreitada e sempre que o julgar conveniente. Tais controlos não implicam quaisquer restrições quanto às responsabilidades da Empreitada por parte do adjudicatário.

Para fiscalização dos equipamentos e materiais, o dono da obra (ou um seu representante) terá direito a utilizar, sem qualquer dispêndio, os instrumentos, dispositivos e ferramentas de controlo existentes na área de trabalho e propriedade do adjudicatário, bem como assistência necessária para a efectivação do controlo.

## **8. Características técnicas dos equipamentos propostos**

Todos os equipamentos propostos pelo concorrente deverão ser de qualidade igual ou superior aos indicados como referência nestas Condições Técnicas relativamente a todas as características técnicas específicas.

## **9. Recepção provisória da instalação**

A recepção provisória da instalação será realizada depois de completos todos os trabalhos, efectuados todos os ensaios necessários, além de outros julgados necessários pela fiscalização da obra.

Após a realização dos ensaios deverá ser entregue o seu resultado ao dono da obra procedendo-se então à vistoria da obra. Todas as faltas, vícios ou erros detectados deverão de imediato ser corrigidos pelo adjudicatário, sendo os custos da sua responsabilidade.

Deverão nesta altura ser entregues em triplicado processos completos da instalação tal como foi executada, uma cópia em papel reproduzível, assim como instruções de funcionamento e manutenção em Língua Portuguesa.

## **10. Ensaaios finais**

Com a conclusão dos trabalhos, serão efectuados os ensaios finais da instalação, sendo encargo do adjudicatário proceder à elaboração dos relatórios correspondentes.

## **11. Garantia**

O prazo de garantia é o estipulado nas Condições Técnicas do Concurso a contar a partir da recepção provisória. Durante este período compete ao adjudicatário a conservação, manutenção e afinação dos equipamentos, assim como a reparação de quaisquer deficiências que não sejam atribuíveis à falta de cuidado na utilização dos equipamentos.

A responsabilidade do adjudicatário poderá ir até à substituição do equipamento se a avaria assim o justificar ou se não for possível obstar o excesso de tempo de paragem através da substituição ou reparação dos componentes.

São por conta do adjudicatário todos os gastos de materiais, mão-de-obra e deslocações.

## **12. Recepção definitiva da instalação**

A recepção definitiva será efectuada após o término do período de garantia.

A instalação deverá ter tido um bom desempenho e na altura da recepção definitiva terá que se encontrar em boas condições de funcionamento.

## II – CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

### 1. Canalizações eléctricas

#### 1.1. Condutores e cabos

As secções e composição das canalizações são as definidas na memória descritiva e justificativa e peças desenhadas, tendo sido utilizados, basicamente, os condutores e cabos a seguir indicados:

- Cabo flexível do tipo H07V-K – cabo monocondutor para instalações fixas, semi-móveis, com isolamento de policloreto de vinilo (PVC) nas cores regulamentares, para tensões estipuladas até 450/750 V, de cobre multifilar flexível, fabricado de acordo com a norma NP2356/3;
- Cabo do tipo VV(0.6/1kV) – cabo para tensões estipuladas de 0.6/1 kV, constituído por condutores rígidos de cobre macio, com isolamento e bainha exterior de policloreto de vinilo (PVC) na cor preta, fabricado de acordo com as normas IEC60332-1, IEC60502-1 e NP2363;
- Condutores/cabos tipo H07V-U / H07V-R – condutores/cabos isolados com bainha de policloreto de vinilo (PVC) para tensões estipuladas até 450/750 V, constituídos por condutores rígidos de cobre macio, fabricados de acordo com a norma NP2356/3;
- Cabos do tipo TECSUN (PV) (AS) PV1-F – cabos indicados para instalações de energia solar, para instalação no interior ou exterior em canalizações fixas ou móveis. Tensão estipulada de 0.6/1 kV (tensão máxima em sistemas de corrente contínua 0.9/1.8 kV), livre de halogéneos, não propagador da chama e do incêndio com baixa emissão de fumos. Temperatura ambiente máxima admissível de 120°C e temperatura ao curto-circuito de 250°C (máximo 5s).

Condutores de cobre electrolítico estanhado. Fabricado de acordo com as normas IEC 61215, IEC 61646, IEC 64/1123/CD e DIN VDE 01000 parte 520.

Nas instalações à vista em calhas metálicas, os cabos serão fixados por braçadeiras de afilaçar.

Nestas instalações o assentamento deverá ser tal que não se notem ondulações, com o espaçamento das braçadeiras não superior ao estabelecido por lei. Deverão ser colocadas braçadeiras a uma distância não superior a 5cm dos aparelhos ou caixas intercalares na canalização ou de variações bruscas de direcção.

A distância entre os cabos deverá ser, sempre que possível, igual ou superior ao seu diâmetro exterior.

Não serão permitidas emendas nos cabos e condutores.

As cores para identificação dos cabos/condutores ao longo de toda a canalização deverão ser sempre:

- |   |                |
|---|----------------|
| ▪ Positivo:   | Vermelho;      |
| ▪ Negativo:   | Preto;         |
| ▪ Cabos/Condutores de terra/protecção e equipotenciais: | verde/amarelo. |

Os cabos e condutores serão preferencialmente de fabrico nacional com secção e número de condutores indicados, de marca com fabrico homologado.

Marcas de referência: General Cable Celcat, Cabelte, Eurocabos, Policabos e Prysmian ou outras desde que normalizadas.

**Nota:** Sempre que sejam utilizados condutores flexíveis, estes serão terminados em ponteiros de diâmetro adequado, de modo a garantir uma repartição homogénea da corrente e do aperto.

## 1.2. Caminhos de cabos

Os tipos de caminhos de cabos a utilizar para o estabelecimento das canalizações são:



- tubos;
- esteiras metálicas.

### 1.2.1. Tubos

Os tubos a utilizar deverão apresentar, regularmente ao longo do seu comprimento, marcas bem visíveis que permitam identificar o fabricante, o tipo e o diâmetro nominal.

Os tubos deverão apresentar uma superfície interior sem arestas vivas, aspereza ou fissuras.

As junções das tubagens serão feitas por intermédio de uniões adequadas, devidamente coladas, de modo a obter-se uma união perfeita entre os tubos.

Nas ligações dos tubos às caixas de derivação, de passagem ou quadros eléctricos, serão utilizadas as boquilhas e batentes, colados, do mesmo material dos tubos.

As curvas dos tubos deverão ter raios adequados aos respectivos diâmetros e deverão ser instaladas caixas de passagem de modo a permitir um fácil enfiamento dos condutores/cabos.

Os diâmetros dos tubos encontram-se indicados nas peças desenhadas e/ou peças escritas, não sendo permitida a sua diminuição em caso algum.

Nas instalações à vista a canalização será fixa por braçadeiras espaçadas de 30cm nos troços horizontais e de 40cm nos troços verticais. As braçadeiras serão de baquelite com aperto por parafusos.

As tubagens de protecção mecânica dos cabos/condutores nas canalizações, serão estabelecidas ao longo das paredes e dos tectos.

Nas canalizações, protegidas por tubos, estes deverão ser de material termoplástico do tipo VD quando embebidos nas paredes e do tipo ERM (Jotagris) quando embebidos em lajes vigas ou pilares.

Os tubos, quando colocados em paredes, serão colocados em roços ou reentrâncias de modo que não sejam deteriorados ou amolgados durante a operação de tapamento desses roços ou reentrâncias.

Não serão permitidas torçadas ou emendas de condutores dentro das tubagens.

Nas instalações à vista não devem ser utilizados os tubos propagadores de chamas, além disso estes devem apresentar um código de protecção contra acções mecânicas no mínimo de IK08.

Desta forma nas canalizações com tubos fixos por braçadeiras devem ser utilizados os tubos com a marcação 4442 (ex.: VD 20FLH) da JSL ou equivalentes.

Os tubos previstos serão os indicados nas peças desenhadas e peças escritas, com os diâmetros assinalados e dos seguintes tipos:

*Tubo VD rígido, características:*

- marcação: 4321 (IRL 4321 de acordo com a norma NP EN 61386);
- protegido contra os raios ultravioleta;
- rígido isolante;
- acções mecânicas fortes ao ensaio de impacto (2J) - IK07;
- resistência à deformação à compressão lateral forte (1250N);
- não propagador de chama;
- material termoplástico;
- cor: creme ou cinza RAL 7035;
- resistente a temperaturas de -5°C a 60°C.

*Tubo VD livre de halogéneos, características:*

- marcação: 4442 (IRL 4442 de acordo com a norma NP EN 61386);
- protegido contra os raios ultravioleta;
- rígido isolante;
- acções mecânicas fortes ao ensaio de impacto (6J) – IK08;
- resistência à deformação à compressão lateral forte (1250N);
- não propagador de chama;
- material termoplástico;
- cor: creme ou cinza RAL 7035;

- resistente a temperaturas de -25°C a 90°C;
- normas: EN 61386-21 e EN 50267-2-2.

*Tubo Jotagris “ERM”, características:*

- marcação: 4432 (ISL 4432 de acordo com a norma NP EN 61386);
- semi-rígido;
- acções mecânicas fortes ao ensaio de impacto (6J) – IK08;
- resistência à deformação à compressão lateral forte (1250N);
- não propagador de chama (auto-extinguível);
- material termoplástico;
- resistente a temperaturas de -15°C a 90°C.

*Marcas de referência: JSL, Legrand ou equivalentes.*

Os acessórios para os tubos: uniões, batentes, boquilhas e bucins serão do mesmo tipo e material das tubagens em que se inserem com características definidas pelas mesmas normas e códigos por que se regem os tubos respectivos.

### **1.2.2. Esteiras metálicas**

As esteiras metálicas, adequadas para suporte de cabos, serão perfuradas em aço inoxidável com acabamento pré-galvanizado, deverão ter espessura adequada à carga a suportar e às condições de montagem, não inferior a 1mm com aba reforçada de 60mm.

Nos casos de montagem suspensa, as esteiras serão assentes em consolas instaladas em suportes de fixação ao tecto. Nas paredes as esteiras serão assentes em consolas justapostas à parede. No pavimento deverão ser instaladas perfis em C justapostos à parede ou ao pavimento, respectivamente, aos quais as esteiras serão fixas.

As esteiras serão montadas em apoios construídos em perfilados metálicos, fixos às paredes ou tectos, por buchas metálicas de parafusos ou de porca e anilha. As esteiras serão ainda montadas directamente no solo para as canalizações no exterior.

Todos os troços que compõem os caminhos de cabos serão ligados à terra.

As esteiras metálicas deverão possuir abas não cortantes.

O valor unitário das esteiras metálicas deverá incluir todos os acessórios necessários à sua correcta instalação, da mesma marca e tipo da esteira, nomeadamente suportes de fixação, consolas de suporte, acopladores, derivações, derivações em “T”, ângulos, cantos, placas de montagem para caixas de derivação e suportes externos de fixação de tubos.

*Marcas de referência:*

- Esteiras: Vergokan, Legrand (Van Geel) ou equivalentes;
- Suportes: Vergokan, Legrand (Van Geel) ou equivalentes.

### **1.2.3. Caixas de derivação e de passagem**

As caixas de derivação e de passagem serão convenientemente dimensionadas para o número e secção dos cabos/condutores e ainda tendo em conta a classificação dos locais de instalação em função das suas influências externas.

As caixas de derivação deverão ser em material termoplástico e nos locais em que as influências externas assim o exijam estas deverão ser estanques com códigos de protecção de acordo com a classificação quanto às influências externas. As caixas de derivação deverão possuir parafusos em aço de  $\frac{3}{4}$  ou  $\frac{1}{4}$  volta.

*Marcas de referência: JSL, Schneider Electric, TEV2, Legrand e OBO BETTERMANN ou equivalentes.*

#### **1.2.3.1. Em instalações embebidas nas paredes**

A vedação entre as tampas e as caixas deverá ser estanque.

As ligações aos tubos serão efectuadas através de acessórios normalizados devidamente colados.

### **1.2.3.2. Em instalações à vista**

As caixas de derivação e/ou passagem, quando instaladas à vista, deverão ser estanques com código de protecção contra a penetração de corpos sólidos e líquidos (IP) adequado à classificação dos locais de instalação em função das influências externas, ter paredes reforçadas e possuir buçins com sede e vedante para a ligação de cabos ou tubos.

## **2. Quadro eléctrico**

### **2.1. Legislação aplicável**

Todas as características dos equipamentos, nomeadamente as referentes às condições de correntes estipuladas, de curto-circuito, isolamento, resistência mecânica, segurança de funcionamento, segurança de pessoas e ensaios, deverão estar em conformidade com as publicações das normas aplicáveis, das quais se destacam as seguintes:

- IEC 61439-1 / EN 61439-1: conjuntos de aparelhagem de baixa tensão (Parte 1: Requisitos Gerais);
- IEC 61439-2 / EN 61439-2: conjuntos de aparelhagem de baixa tensão (Parte 2: Conjuntos de aparelhagem de potência);
- NP EN 60529: graus de protecção assegurados pelos invólucros (código IP);
- EN 50102: graus de segurança assegurada pelos invólucros para equipamentos eléctricos contra impactos mecânicos externos (código IK);
- IEC 60695 / EN 60695: ensaios relativos ao risco de fogo (classe de resistência ao fogo);
- IEC 60947 / EN 60947: aparelhagem de baixa tensão;

- IEC 60898 / EN 60898: disjuntores para a protecção contra sobreintensidades para instalações domésticas e análogas.

Além destas normas, os equipamentos respeitarão os regulamentos de segurança e demais disposições legais nacionais em vigor, nomeadamente as R.T.I.E.B.T..

## 2.2. Pormenores construtivos

O quadro eléctrico será modular, do tipo armário, com invólucros em material isolante e auto-extinguível da classe II de isolamento.

O quadro eléctrico deverá apresentar no mínimo um código de protecção contra a penetração de corpos sólidos e líquidos de IP50 e um código de protecção contra as acções mecânicas de IK07. Os códigos de protecção deverão estar de acordo com a classificação em função das influências externas e de acordo com as normas NP EN 60529 e EN 50102.

A modularidade do quadro eléctrico poderá corresponder à existência de painéis e/ou chassis.

A aparelhagem será montada numa estrutura independente, desmontável, de modo a permitir colocar a estrutura em posição só depois de efectuada a fixação do quadro.

O acesso ao quadro deve ser selectivo: as portas podem ser equipadas com uma fechadura n.<sup>os</sup>: 405, 455, 1242E, 2433A, com uma fechadura quadricular macho 7mm, triangular macho 7mm ou com uma barra dupla de 3 mm.

O acesso a todos os componentes para manobra e manutenção deverá ser apenas pela parte frontal.

A distribuição da aparelhagem no quadro será criteriosa e simétrica.

A entrada dos cabos e tubagem no quadro será realizada por meio de buçins (prensa-cabos) ou boquilhas com contraporcas, com dimensões adequadas de acordo com as canalizações.

Os espaços dos rasgos dos espelhos não ocupados por aparelhagem deverão ser preenchidos com um obturador adequado.

Todas as partes metálicas serão protegidas por tratamento anti-corrosivo, incluindo parafusos e demais acessórios, que serão sempre cadmiados ou de material não oxidável.

Todos os circuitos auxiliares serão executados por condutores flexíveis, na secção mínima de  $2.5\text{mm}^2$ , correndo em calha plástica e identificados obrigatoriamente em ambas as extremidades.

O quadro será provido de calhas plásticas apropriadas para fixação e encaminhamento dos condutores internos, de boa qualidade.

A entrada dos cabos será pela parte inferior ou superior com fixação interna em placas de chapa perfurada.

O painel frontal será amovível, dotado de rasgos para acesso aos comandos dos aparelhos e possuirá o respectivo esquema sinóptico.

O quadro eléctrico deverá ser fornecido com porta-esquemas, onde deverá ser colocada a tela final correspondente ao esquema unifilar do quadro.

Os suportes dos barramentos, em matéria isolante, deverão satisfazer os ensaios da norma IEC 61439 / EN 61439.

Todos os componentes plásticos serão auto-extinguíveis de acordo com as normas CEI 695-2.1 e NF C 20-456, classe VO (UL94). Para as peças metálicas sob tensão a auto-extinguibilidade verificar-se-á a  $960^\circ\text{C}$  30s/30s.

Os barramentos serão construídos em barra de cobre electrolítico, dimensionados para  $2\text{A/mm}^2$  de acordo com a corrente estipulada permanente indicada nas peças desenhadas. Da mesma forma estes barramentos serão dimensionados de modo a suportar os esforços electrodinâmicos da corrente de curto-circuito simétrica expectável na situação mais desfavorável de exploração.

Todos os barramentos serão equipados com protecções contra contactos directos.

### **2.3. Montagem do quadro**

O quadro eléctrico será fixado à parede e/ou semi-embebido.

No lado exterior das portas do quadro deverão ser colocadas chapas de “Perigo de Morte”.

### **2.4. Electrificação**

Os equipamentos a instalar no quadro eléctrico: fusíveis, disjuntores, etc., serão da marca Hager, Schneider Electric ou equivalentes.

Os barramentos serão constituídos por barras de cobre electrolítico duro, de secções adequadas às intensidades de corrente previstas.

As barras serão convenientemente localizadas, fixadas e dimensionadas, de modo a conseguir-se boas condições de funcionamento e segurança, ou seja, aquecimento moderado quando atravessadas pela respectiva corrente nominal, elevada resistência aos esforços electrodinâmicos em caso de curto-circuito, bom isolamento eléctrico entre as barras sob tensões diferentes.

As ligações no interior do quadro deverão ser o mais simples possível evitando-se cruzamentos e com forma esquemática clara. Deverão ser efectuadas em condutores isolados com secções adequadas e com cores regulamentares.

Todas as ligações serão por aperto mecânico através de terminais, parafusos, e anilhas de mola e porcas, em latão niquelado.

A electrificação entre os aparelhos de seccionamento e protecção e os circuitos de saída será efectuada, obrigatoriamente, com secção superior à da canalização de saída.

Sempre que sejam utilizados condutores flexíveis, estes serão terminados em ponteiros de diâmetro adequado, de modo a garantir uma repartição homogénea da corrente e do aperto.



Os condutores isolados não deverão assentar sobre arestas vivas nem sobre peças com potencial diferente.

## 2.5. Características dos equipamentos

### *Disjuntores DC de protecção das cargas:*

Os disjuntores de protecção DC associam as seguintes funções: protecção dos circuitos contra as correntes de curto-circuito, protecção dos circuitos contra as correntes de sobrecarga e seccionamento.

Características:

- $I_{cs}=75\%I_{cu}$ ;
- Fechamento brusco: maior eficiência em suportar elevadas correntes de carga independente da acção do operador;
- Seccionamento plenamente aparente: a abertura é indicada por tarja verde (verde) na face frontal do aparelho. Este indicador mostra a abertura de todos os pólos;
- É obrigatório respeitar as polaridades em função da alimentação;
- Curva de disparo C: o magnético actua entre 7 e 10  $I_n$ ;
- Tropicalização: tratamento 2 (humidade relativa 95% a 55°C) segundo a IEC 60068-1;
- Vida eléctrica: 6000 ciclos com circuito resistivo e 3000 ciclos com  $L/R=2ms$ ;
- Vida mecânica: 20000 ciclos;
- Capacidade de interrupção:

corrente nominal (A)	tipo	tensão (V DC)	capacidade de interrupção $I_{cu}$ (A)
0,5 a 63	1P	110	20000
		220	10000
		250	6000
	2P	220	20000
		440	10000
		500	6000

**Tabela 1 – Capacidade de interrupção dos disjuntores DC, modelo C60H-DC da Schneider Electric**

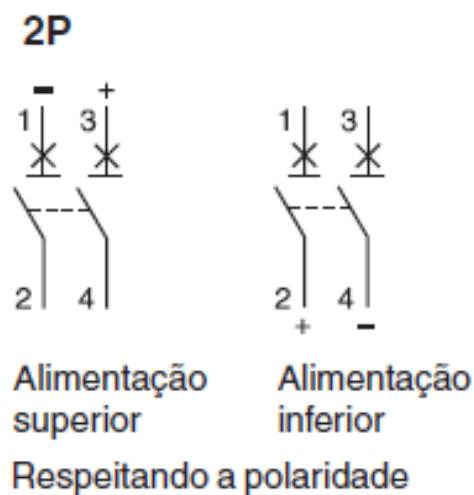


Figura 1 – Polaridade dos disjuntores DC de 2 pólos



Figura 2 – Disjuntor DC (Modelo C60H-DC da Schneider Electric)

Marca de referência: Schneider Electric, modelo C60H-DC, ref.: MGN61528 (10A) e MGN61524 (4A) ou equivalentes.

*Porta fusíveis:*

Corta-circuitos L38 para fusíveis tipo PV 10×38 mm:

- 32A – 1000Vdc;
- IP2X (nos terminais).

Estes corta-circuitos porta fusíveis e os fusíveis cumprem as exigências especiais deste tipo de instalações solares, assegurando a melhor protecção para o sistema e

para as pessoas que trabalham com os equipamentos. Os corta-circuitos porta fusíveis de 2P são ligados a cada circuito FV no pólo positivo e no pólo negativo.

Os corta-circuitos porta fusíveis modulares têm terminais IP2X.

Certificações:

- EN/IEC 60269-2;
- EN/IEC 60269-2-1;
- EN/IEC 60947-3.



**Figura 3 – Porta fusíveis da marca Hager**

Marca de referência: Hager, ref.: L 501PV (unipolar) e L 502PV (bipolar) ou equivalentes.

#### *Fusíveis:*

Especialmente concebidos para a protecção de instalações fotovoltaicas. Ao contrário dos sistemas clássicos alimentados por fontes AC, os constrangimentos do circuito FV são mais severos:

- Altas tensões DC até 1000Vdc;
- Condições limitadas de curto-circuito.

A corrente de defeito tem uma intensidade mais baixa do que a corrente de curto-circuito em sistemas clássicos em AC. Em alguns casos a corrente de defeito pode ser duas vezes a corrente nominal do fusível escolhido. É um nível muito baixo de

sobrecarga para um fusível clássico. Embora os fusíveis DC possam parecer iguais aos fusíveis AC, eles não o são. Os fusíveis AC não podem ser usados em sistemas DC, pois são susceptíveis de falhar ou causar incêndios. Por este motivo, estes fusíveis estão projectados especificamente para proteger circuitos FV.

Características:

- Certificações: EN/IEC 60269-1;
- Temperatura de funcionamento: -25°C a +70°C;
- Ponto de fusão: 30kA DC;
- Dimensões: 10×38 mm.



Figura 4 – Fusíveis DC da marca Hager

Marca de referência: Hager, ref.: LF 312PV (12A) e LF 325PV (25A) ou equivalentes.

*Descarregador de sobretensões:*

A gama de limitadores proposta está dimensionada para proteger contra descargas atmosféricas indirectas. Este limitador de sobretensão modular possui um sistema inovador “*three-stage*” (três estados), que faz dele um produto especialmente seguro, cumprindo as exigências dos sistemas fotovoltaicos modernos. Os circuitos existentes no seu interior são constituídos por varistores internos (protecção contra sobretensão), por um dispositivo de desconexão (eliminando o arco eléctrico) e por um fusível (protecção contra curto-circuito), reduzindo desta forma a probabilidade de uma falha no limitador, em funcionamento normal ou em defeito, assegurando também a sua protecção em sobrecarga, sem apresentar risco de incêndio do sistema. Em tensões de 1000Vdc, ao activar um dispositivo convencional de

desconexão, é susceptível de ser originado um arco eléctrico: se este ocorrer, o dispositivo interno do limitador é activado, extinguindo-o imediatamente sem qualquer tipo de risco. Um fusível desenvolvido particularmente para sistemas fotovoltaicos foi integrado no limitador, que em caso de curto-circuito assegura um isolamento eléctrico, permitindo também, a colocação do cartucho de protecção sem formação de arco, em caso de um módulo defeituoso. Este limitador combina então num só produto:

- Protecção de uma descarga;
- Protecção de incêndio;
- Protecção de pessoas.

Em conformidade com a norma NF-EN 61-643-11.

Características:

- Tipo 2;
- $I_{mp}=40kA$ ;
- $U_p \leq 4kV$ ;
- 1000Vdc.



**Figura 5 – Descarregador de sobretensões da marca Hager**

Marca de referência: Hager, ref.: SPV 325 com cartuchos extraíveis SPV 025 para o pólo positivo e negativo e SPV 025E para a terra ou equivalentes.

### *Interruptores DC:*

Interruptor para 32A, 1000Vdc. É recomendado para ligar e desligar cargas DC de corte brusco. O calibre do aparelho depende do tipo de instalação, do esquema de ligação e da tensão DC aplicada aos seus terminais. É um interruptor especialmente indicado para equipar caixas ou armários numa instalação fotovoltaica.

Montagem em calha DIN ou platina.

Em conformidade com a norma IEC 947-1 e IEC 947-3.



**Figura 6 – Interruptor DC da marca Hager**

Marca de referência: Hager, SB 432PV ou equivalentes.

## **2.6. Marcas de referência**

Quadro eléctrico: Hager ou equivalente;

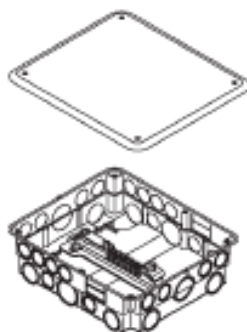
Equipamentos: Hager, Schneider Electric ou equivalentes;

Calhas plásticas: Legrand ou equivalentes.

## **3. Ligações à terra**

As estruturas metálicas dos módulos fotovoltaicos, o aro do módulo, o regulador, etc., serão ligados à rede de terras de corrente contínua, como protecção contra as descargas atmosféricas e falhas de isolamento.

De modo a equipotencializar todas as ligações à terra será instalada uma caixa de barras equipotenciais em caixa de embutir do tipo 1809/UP e ligadores tipo 1801/K 95 da OBO BETTERMANN ou equivalentes.



**Figura 7 – Barras de equipotencial em caixa de embutir**

Para as ligações aos piquet's (varetas) de terra deverão ser utilizadas soldaduras aluminotérmicas visto que são a solução ideal para obter ligações com qualidade superior em redes de terras, com esta solução consegue-se uma união molecular dos materiais e não só mecânica.

Deverão ser cumpridas as restantes indicações apresentadas na memória descritiva e justificativa e peças desenhadas.

Marca de referência dos elementos constituintes da instalação de terra: QEnergia e OBO BETTERMANN ou equivalentes.

Marca de referência das soldaduras aluminotérmicas: Cadweld – QEnergia ou equivalente.

#### **4. Baterias (Acumuladores)**

Serão instaladas baterias estacionárias herméticas de chumbo ácido (Pb-a), sem manutenção com as seguintes características técnicas:

Type	C <sub>100</sub> /1.85 V Ah	C <sub>48</sub> /1.80 V Ah	C <sub>24</sub> /1.80 V Ah	C <sub>10</sub> /1.80 V Ah	Length L mm	Width W mm	Height H mm	Weight kg	Connection	Handle	Terminal layout
solar.bloc 12 V 58	58.3	54.0	53.3	50.0	247	175	190	19.00	A-Terminal	yes	B
solar.bloc 12 V 70	70.0	64.8	64.0	60.0	278	175	190	23.00	A-Terminal	yes	B
solar.bloc 12 V 80	81.7	75.6	74.6	70.0	315	175	190	24.00	A-Terminal	yes	B
solar.bloc 12 V 90	93.3	86.4	85.3	80.0	353	175	190	28.00	A-Terminal	yes	B
solar.bloc 12 V 105	105.0	97.2	95.9	90.0	344	177	230	38.00	F-M8	no	A
solar.bloc 12 V 135	134.2	124.2	122.6	115.0	344	170	275	46.00	F-M8	no	A
solar.bloc 12 V 150	151.7	140.4	138.6	130.0	498	177	230	55.00	F-M8	no	A
solar.bloc 6 V 200	198.3	183.6	181.2	170.0	242	170	275	32.00	F-M8	no	C
solar.bloc 6 V 250	251.0	237.0	234.0	220.0	308	170	275	41.00	F-M8	no	C

Tabela 2 – Capacidades, dimensões e pesos das baterias da marca Hoppecke, modelo solar.bloc

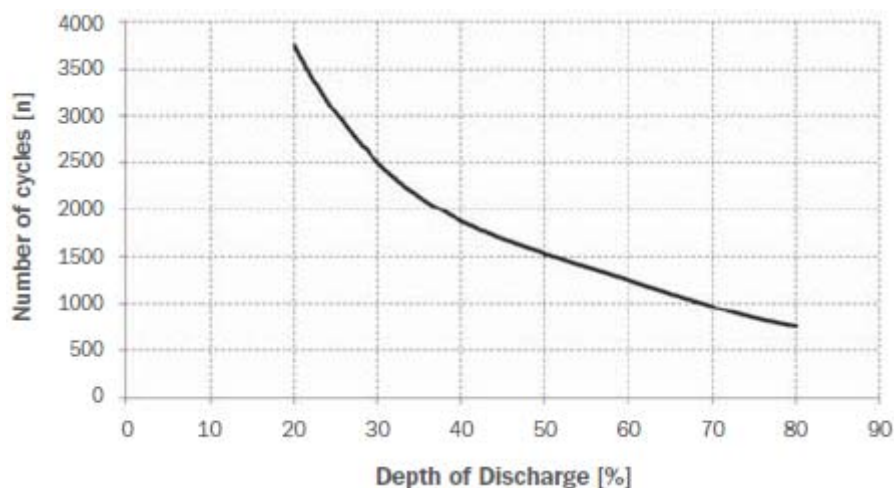


Gráfico 1 – Vida útil em ciclos e profundidade de descarga



Figura 8 – Baterias (Acumuladores) da marca Hoppecke, modelo solar.bloc

Marca de referência: Hoppecke, modelo solar.bloc ou equivalente.



## 5. Painéis solares

Para protecção contra condições climáticas adversas, as células que se propõe são inseridas entre um vidro reforçado resistente ao granizo mediante a norma IEC 61215 testada pela TÜV e uma película de EVA e isolado na parte posterior por lâminas PET. O laminado está inserido numa moldura de alumínio bastante estável e de fácil montagem.

	KC130GH-2P
Potência Nominal - $P_{m\acute{a}x}$ [W]	130 (+10/-5%)
Tensão MPP - $U_{MPP}$ [V]	17,6
Corrente MPP - $I_{MPP}$ [A]	7,39
Tensão Máxima - $U_{m\acute{a}x}$ [V]	1000
Tensão de Circ. Aberto - $U_o$ [V]	21,9
Corrente de Curto-Circ. - $I_{cc}$ [A]	8,02
Coef. de Temp. - $VOC$ [V/°C]	-0,0821
Coef. de Temp. - $ISC$ [mA/°C]	3,18
Dimensões L x C x A [mm]	1425x652x36
Peso [kg]	12,2
Garantia de Funcionamento * [Anos]	20
Garantia do Produto [Anos]	2
Certificado	IEC 61215 Ed.2, IEC 61730,TÜV, Classe II
* 10 Anos a 90%, 20 anos a 80% da potência especificada	

**Tabela 3 – Características dos painéis solares**



**Figura 9 – Painéis solares da marca Kyocera (células policristalinas)**

Marca de referência: Kyocera, modelo KC130GH-2P ou equivalente.

## **6. Regulador**

O regulador proposto permite um controlo dinâmico da carga das baterias e possui funcionalidades das mais simples às mais complexas no que concerne à regulação de cargas de consumo de corrente contínua.

Este dispositivo é de fácil montagem e transporte. O seu funcionamento simplificado e sistema de informação por visor permite o controlo da energia mesmo pelo utilizador comum.

A resposta às normas mais apertadas garante uma qualidade soberba na sua construção e funcionamento.

Características:

- Pré-aviso de desconexão da carga;
- Sistemas de protecção electrónica integrados;
- Desconexão manual e automática da carga;

- Protecção contra descargas profundas das baterias mediante a corrente;
- Carregamento das baterias através de módulos fotovoltaicos;
- Visualização dos estados por LCD.

	PR 3030
Tensão do Sistema - $U$ [V]	12 / 24
Corrente de Curto-Circuito - $I_{cc}$ [A]	30
Corrente de Carga Max. - $I_{m\acute{a}x}$ [A]	30
Temp. Ambiente [ $^{\circ}C$ ]	-10...+50
Bornes de Ligação [ $mm^2$ ]	16 / 25
Modo de Protecção	IP22
Dimensões L x C x A [mm]	187x96x44
Peso [kg]	0,350

Tabela 4 – Características do regulador



Figura 10 – Regulador da marca STECA, modelo PR 3030

Marca de referência: STECA, modelo PR 3030 ou equivalente.

## 7. Estrutura de suporte

### Montagem/Fundação:

A armação INTERSOL para montagem no solo é uma construção de mesa fácil de dobrar e desdobrar. Quando o sistema é fornecido, as cantoneiras em L e em U vêm apenas apertadas manualmente, o que permite deslocar as barras do quadro com

grande facilidade. No primeiro passo, desapertam-se os parafusos pré-fixados na calha superior para rebater os apoios e as diagonais e fixá-los na calha em U. Depois o quadro é reforçado com cabos de aço. Por fim, basta apertar os restantes parafusos com força. Para garantir uma ancoragem segura, a armação é fixada (consoante a combinação das cargas de vento e neve) numa fundação constituída por uma sapata contínua de betão armado no solo.

O dimensionamento da fundação depende dos valores característicos locais do solo.

#### *Perfis:*

Os suportes dos painéis são compostos por perfis 80×50 ou perfis 120×70 da série Futura. A grande estabilidade torna-os ideais para aplicações com elevadas exigências estáticas.

#### *Fixação de painéis:*

Os painéis são colocados ao alto em duas filas sobrepostas uma à outra. Sobre esta estrutura, os painéis são unidos entre si com fixadores intermédios e afixados ao perfil com fixadores de fecho nas respectivas extremidades. Em opção, pode-se instalar uma protecção anti-roubo M8, que impede a inserção de uma chave Allen.

#### *Especificações técnicas:*

- Componentes em aço galvanizado, aço inoxidável e alumínio;
- Solução óptima para solo plano;
- Montagem rápida e fácil.

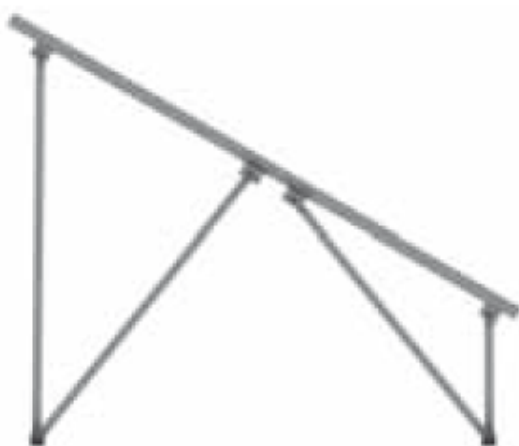


Figura 11 – Estrutura de suporte da marca Intersol

Marca de referência: Intersol ou equivalente.

Funchal, 31 de Maio de 2011

**O Técnico Responsável**

João Osvaldo Faria Sousa

(Eng. Electrotécnico)

(Inscrito na O.E. sob o n.º 60131)



**INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA AUTÓNOMA**

**LISBOA**

**ENERGIAS RENOVÁVEIS**

**PROJECTO FINAL**

**3**

**MEDIÇÕES E ESTIMATIVA ORÇAMENTAL**

**master.D**

## MEDIÇÕES

JOÃO OSVALDO FARIA SOUSA

### INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA AUTÓNOMA

ART.	DESIGNAÇÃO	QUANT.	UN
VALOR TOTAL			

Fornecimento e instalação, incluindo todos os acessórios de montagem, fixação, ligação, mão-de-obra, testes e ensaios:

<b>1</b>	<b>QUADRO PRINCIPAL</b>		
1.1	Fusíveis DC de 12A, 900Vdc, cilíndricos 10x38mm, ref.: LF 312PV da Hager	2	un
1.2	Fusível DC de 25A, 600Vdc, cilíndrico 10x38mm, ref.: LF 325PV da Hager	1	un
1.3	Porta fusíveis bipolar de 32A, 1000Vdc, ref.: L 502PV da Hager	1	un
1.4	Porta fusível unipolar de 32A, 1000Vdc, ref.: L 501PV da Hager	1	un
1.5	Interruptores DC bipolares de 32A e 1000Vdc, ref.: SB 432PV da Hager	2	un
1.6	Descarregador de sobretensões Imp=40kA, Up≤4kV, 1000Vdc, ref.: SPV 325 da Hager	1	un
1.7	Disjuntor magnetotérmico bipolar de 10A, ref.: MGN61528 da Schneider Electric	1	un
1.8	Disjuntor magnetotérmico bipolar de 4A, ref.: MGN61524 da Schneider Electric	1	un
1.9	Armário modular, gama Caixa Vector, ref.: VE312F da Hager	1	un
<b>2</b>	<b>PAINÉIS SOLARES FOTOVOLTAICOS</b>		
2.1	Painél Solar Fotovoltaico, marca KYOCERA, modelo KC130GH-2P	2	un
<b>3</b>	<b>REGULADOR DE CARGA</b>		
3.1	Regulador de carga, marca STECA, modelo PR 3030	1	un
<b>4</b>	<b>BATERIAS/ACUMULADORES</b>		
4.1	Baterias/Acumuladores, marca Hoppecke, modelo solar.bloc de 151.70Ah	2	un
<b>5</b>	<b>ESTRUTURA DE SUPORTE</b>		
5.1	Estrutura de suporte para 2 painéis solares fotovoltaicos, marca Intersol	1	un

## MEDIÇÕES

JOÃO OSVALDO FARIA SOUSA

### INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA AUTÓNOMA

ART.	DESIGNAÇÃO	QUANT.	UN
<b>6</b>	<b>CAMINHOS DE CABOS</b>		
<b>6.1</b>	<b>Tubagens</b>		
6.1.1	Tubo ERM-FØ40 (aferir comprimento real necessário em obra)	40	m
6.1.2	Tubo VD-FØ32	30	m
<b>6.2</b>	<b>Esteiras metálicas</b>		
6.2.1	Esteira metálica galvanizada a quente c/ dimensões 200x60mm	70	m
<b>7</b>	<b>CABOS/CONDUTORES</b>		
7.1	H07V-R 1G10mm <sup>2</sup>	10	m
7.2	H07V-K 1G6mm <sup>2</sup>	20	m
7.3	H07V-K 1G70mm <sup>2</sup>	35	m
7.4	TECSUN(PV)(AS) PV1-F 2x10mm <sup>2</sup>	15	m
7.5	TECSUN(PV)(AS) PV1-F 2x16mm <sup>2</sup>	2	m
7.6	TECSUN(PV)(AS) PV1-F 2x25mm <sup>2</sup>	13	m
7.7	TECSUN(PV)(AS) PV1-F 2x70mm <sup>2</sup>	20	m
<b>8</b>	<b>DIVERSOS</b>		
8.1	Caixa de barras equipotenciais, marca OBO BETTERMANN, ref.: 1809/UP e ligadores ref.: 1801/K 95	1	un
<b>9</b>	<b>TRABALHOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL</b>		
9.1	Sala Técnica, etc.	excluído desta estimativa	
<b>10</b>	<b>OUTROS EQUIPAMENTOS</b>		
10.1	Rádio/Telefone, Sonda, etc.	excluído desta estimativa	

Funchal, 31 de Maio de 2011

João Osvaldo Faria Sousa



## ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

JOÃO OSVALDO FARIA SOUSA

### INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA AUTÓNOMA

ART.	DESIGNAÇÃO	QUANT.	UN	VALOR UNIT. (EUR.)	VALOR TOTAL (EUR.)
VALOR TOTAL					5.501,37 €

Fornecimento e instalação, incluindo todos os acessórios de montagem, fixação, ligação, mão-de-obra, testes e ensaios:

<b>1</b>	<b>QUADRO PRINCIPAL</b>				
1.1	Fusíveis DC de 12A, 900Vdc, cilíndricos 10x38mm, ref.: LF 312PV da Hager	2	un	5,50 €	11,00 €
1.2	Fusível DC de 25A, 600Vdc, cilíndrico 10x38mm, ref.: LF 325PV da Hager	1	un	5,50 €	5,50 €
1.3	Porta fusíveis bipolar de 32A, 1000Vdc, ref.: L 502PV da Hager	1	un	10,35 €	10,35 €
1.4	Porta fusível unipolar de 32A, 1000Vdc, ref.: L 501PV da Hager	1	un	4,45 €	4,45 €
1.5	Interruptores DC bipolares de 32A e 1000Vdc, ref.: SB 432PV da Hager	2	un	170,00 €	340,00 €
1.6	Descarregador de sobretensões Imp=40kA, Up≤4kV, 1000Vdc, ref.: SPV 325 da Hager	1	un	224,40 €	224,40 €
1.7	Disjuntor magnetotérmico bipolar de 10A, ref.: MGN61528 da Schneider Electric	1	un	81,61 €	81,61 €
1.8	Disjuntor magnetotérmico bipolar de 4A, ref.: MGN61524 da Schneider Electric	1	un	75,51 €	75,51 €
1.9	Armário modular, gama Caixa Vector, ref.: VE312F da Hager	1	un	97,47 €	97,47 €
<b>2</b>	<b>PAINÉIS SOLARES FOTOVOLTAICOS</b>				
2.1	Painél Solar Fotovoltaico, marca KYOCERA, modelo KC130GH-2P	2	un	396,95 €	793,90 €
<b>3</b>	<b>REGULADOR DE CARGA</b>				
3.1	Regulador de carga, marca STECA, modelo PR 3030	1	un	140,25 €	140,25 €
<b>4</b>	<b>BATERIAS/ACUMULADORES</b>				
4.1	Baterias/Acumuladores, marca Hoppecke, modelo solar.bloc de 151.70Ah	2	un	293,78 €	587,56 €
<b>5</b>	<b>ESTRUTURA DE SUPORTE</b>				
5.1	Estrutura de suporte para 2 painéis solares fotovoltaicos, marca Intersol	1	un	300,00 €	300,00 €
<b>6</b>	<b>CAMINHOS DE CABOS</b>				

## ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

JOÃO OSVALDO FARIA SOUSA

### INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA AUTÓNOMA

ART.	DESIGNAÇÃO	QUANT.	UN	VALOR UNIT. (EUR.)	VALOR TOTAL (EUR.)
<b>6.1</b>	<b>Tubagens</b>				
6.1.1	Tubo ERM-FØ40 (aferir comprimento real necessário em obra)	40	m	2,56 €	102,40 €
6.1.2	Tubo VD-FØ32	30	m	1,06 €	31,80 €
<b>6.2</b>	<b>Esteiras metálicas</b>				
6.2.1	Esteira metálica galvanizada a quente c/ dimensões 200x60mm	70	m	9,34 €	653,80 €
<b>7</b>	<b>CABOS/CONDUTORES</b>				
7.1	H07V-R 1G10mm <sup>2</sup>	10	m	1,93 €	19,30 €
7.2	H07V-K 1G6mm <sup>2</sup>	20	m	1,12 €	22,40 €
7.3	H07V-K 1G70mm <sup>2</sup>	35	m	13,05 €	456,75 €
7.4	TECSUN(PV)(AS) PV1-F 2x10mm <sup>2</sup>	15	m	8,16 €	122,40 €
7.5	TECSUN(PV)(AS) PV1-F 2x16mm <sup>2</sup>	2	m	12,72 €	25,44 €
7.6	TECSUN(PV)(AS) PV1-F 2x25mm <sup>2</sup>	12,5	m	19,76 €	247,00 €
7.7	TECSUN(PV)(AS) PV1-F 2x70mm <sup>2</sup>	20	m	53,12 €	1.062,40 €
<b>8</b>	<b>DIVERSOS</b>				
8.1	Caixa de barras equipotenciais, marca OBO BETTERMANN, ref.: 1809/UP e ligadores ref.: 1801/K 95	1	un	85,68 €	85,68 €
<b>9</b>	<b>TRABALHOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL</b>				
9.1	Sala Técnica, etc.				excluído desta estimativa
<b>10</b>	<b>OUTROS EQUIPAMENTOS</b>				
10.1	Rádio/Telefone, Sonda, etc.				excluído desta estimativa

Funchal, 31 de Maio de 2011

João Osvaldo Faria Sousa



**INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA AUTÓNOMA**

**LISBOA**

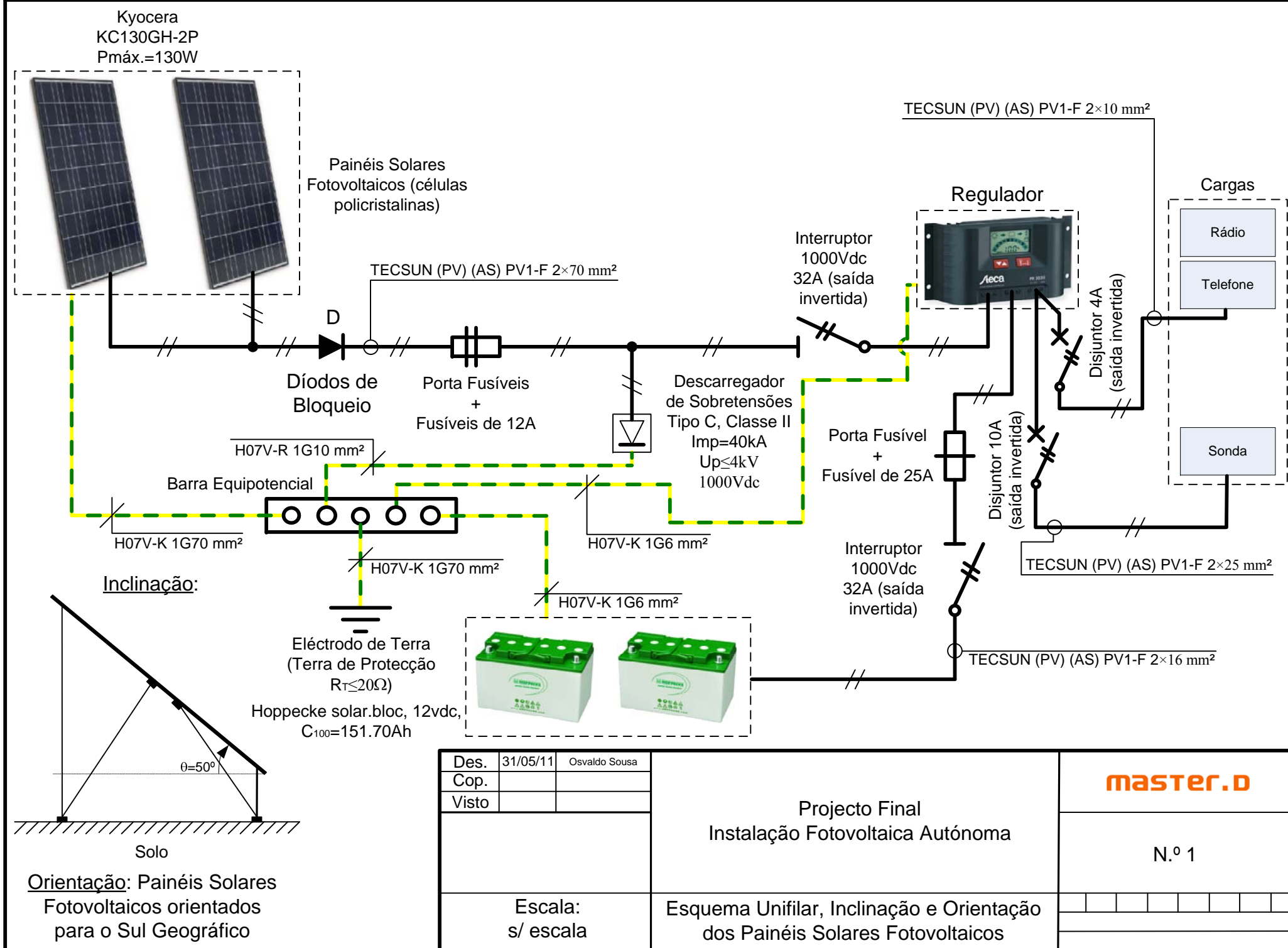
**ENERGIAS RENOVÁVEIS**

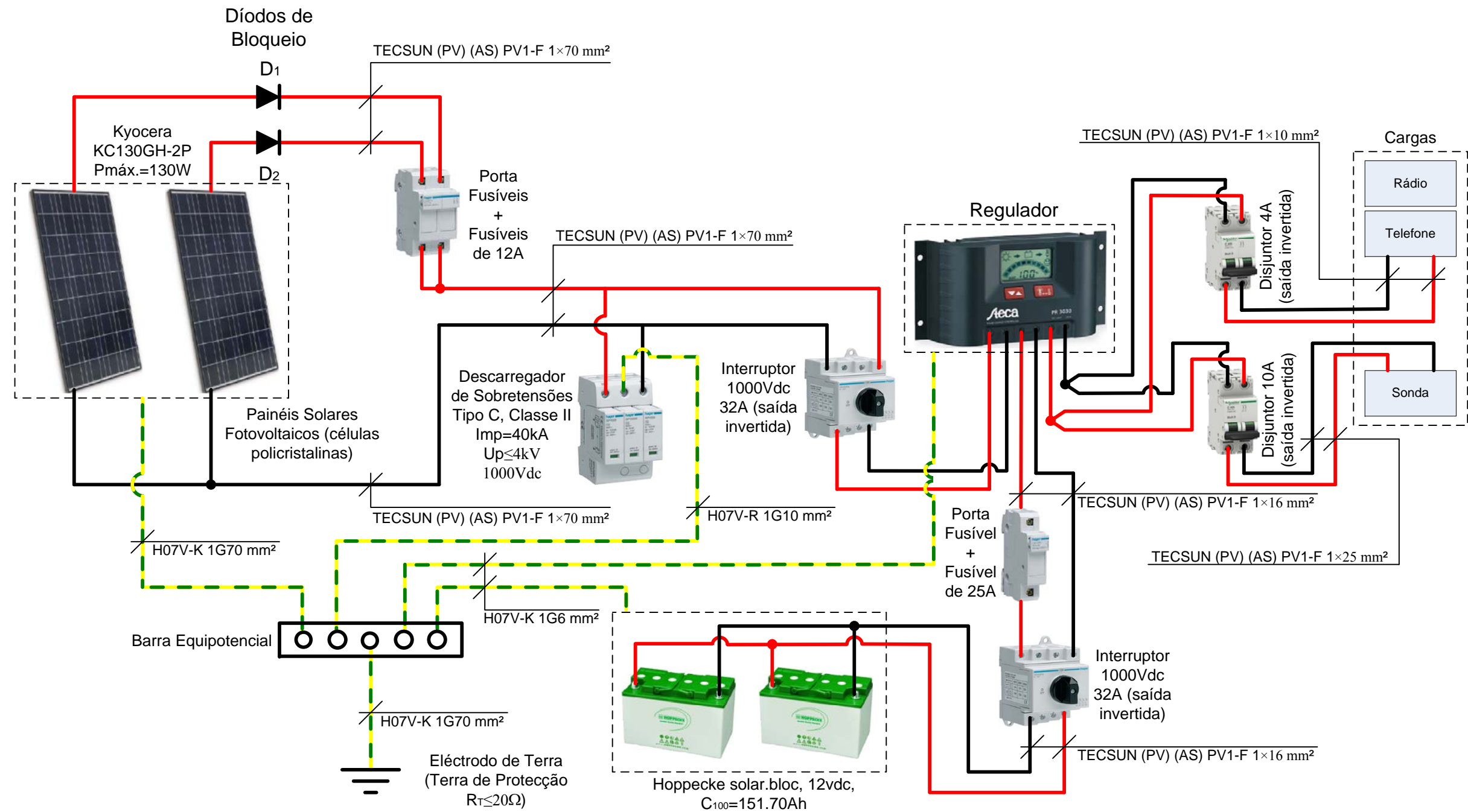
**PROJECTO FINAL**

**4**

**PEÇAS DESENHADAS**

**master.D**





Des.	31/05/11	Osvaldo Sousa	Projecto Final Instalação Fotovoltaica Autónoma	master.d
Cop.				
Visto				N.º 2
Escala: s/ escala			Esquema Multifilar	