Sistema Fotovoltaico Flutuante

UFV Veredas Sol e Lares

Memorial Descritivo – Projeto Básico

Município de Grão Mogol – Minas Gerais

Potência Nominal de 1,201 MWp (CC)

Data	26/09/2018
Revisão	R04
Status	Versão Final
Elaboração do Projeto	Amadeus Lincon de Oliveira
Responsável Técnico	Eng° Gustavo Garcia dos Reis, CREA: 124414/D

Elaborado para:	AEDAS – Associação Estadual de Defesa Ambiental e Social
CNPJ:	03.597.850/0001-07
Endereço:	Rua Frei Caneca, 139 Bairro Bonfim – Belo Horizonte/MG, Brasil
CEP:	31.210-530
Pessoa de Contato:	Luis Henrique Shikasho
Tel.:	+55 31 99494 5681
E-mail:	aedas@aedasmg.org

Consultor:	**FOTOVOLTEC Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda.**
Endereço:	Av. Harry Prochet, nº 305, Box 1, Quadra A Jardim São Jorge, Londrina – PR, Brasil CEP: 86047-040
Pessoa de Contato:	Werner Klaus, Diretor Técnico
Tel.:	+55 43 3037 3523
Cel.:	+55 43 9976 0654
E-mail:	werner.klaus@fotovoltec.com.br

R04 – 26/09/2018	Versão Final

© FOTOVOLTEC Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda., 2018.

As informações contidas neste documento são apenas para o uso do cliente identificado acima e para a finalidade para o qual foi preparado.

A FOTOVOLTEC não assume qualquer responsabilidade para com terceiros que eventualmente venham a ter contato com este documento.

Todos os direitos autorais reservados. É expressamente proibida a eliminação, reprodução, armazenamento, transmissão ou modificação de qualquer seção ou elemento deste documento sem a autorização da FOTOVOLTEC.

ÍNDICE

A. Características gerais do empreendimento 9
A.1 Motivação 9
A.2 Localização e Acessos 10
A.3 Infraestrutura Disponível 13
A.4 Recurso Solar e Condições Climáticas 13
A.4.1 Construção do Ano Meteorológico Típico 13
A.5 Caraterização Geral do Terreno das UFV 17
A.5.1 Premissas de Projeto 18
A.6 Treinamento 19
B. Concepção Técnica das UFV 21
B.1 Características das Unidades Geradoras (Módulos Fotovoltaicos e Inversores) 21
B.2 Descrição dos Demais Componentes 28
B.2.1 Estrutura mecânica de suporte dos módulos e sua ancoragem 28
B.2.2 Eletrocentro 31
B.2.3 Cabeamento CC: Cabos CC Primários 32
B.2.4 Caixa de Junção 33
B.2.5 Condutores CC: Cabos CC Secundários 33
B.2.6 Condutores CA: Baixa Tensão 34
B.2.7 Serviços de aquisição de dados 35
B.2.8 Proteção externa e interna das UFV – SPDA e DPS 35
B.2.9 Malha de Aterramento e Ligação Equipotencial do Sistema Fotovoltaico 36
B.3 Subestação de energia 36
B.3.1 Características da subestação de medição 36
B.3.2 Características da subestação elevadora 36
B.3.3 Descritivo da conexão do empreendimento na rede de distribuição 37
C. Estudo de Produção de Energia 38
C.1 Metodologia 38
C.2 Premissas de simulação 38
C.2.1 Albedo 38
C.2.2 Perdas térmicas do arranjo 38
C.2.3 Sujeira 39
C.2.4 Sombreamento externo – Avaliação do Horizonte Geográfico 40

C.3 Resultados da Produção Anual de Energia 41
D. Impactos Socioambientais decorrentes da Construção e Operação da UFV 42
D.1 Principais Impactos 42
D.1.1 Positivos 42
D.1.2 Negativos 43
E. Índices de Indisponibilidade (TEIF e IP) 45
E.1 Indisponibilidade Programada – IP 45
E.2 Indisponibilidade Equivalente por Interrupção Forçada – TEIF 46
F. ANEXOS 48
F.1 Layout da Usina Fotovoltaica Flutuante 48
F.2 Diagramas Unifilares 48
F.3 Cronograma de obra 48
F.4 Cronograma Físico Financeiro de obra 48
F.5 Histograma de funcionários 48
F.6 Composição de custos e orçamentos 48
F.7 Análise da produção de energia 48

LISTA DE FIGURAS

Figura A-1: Localização do empreendimento no mapa do Brasil 10
Figura A-2: Localização Macro da UFV no mapa regional de satélite 11
Figura A-3: Localização da UFV no mapa regional de satélite 11
Figura A-4: Acesso a PCH Santa Marta a partir de Montes Claros 12
Figura A-5: Cobertura vegetal do local do empreendimento 17
Figura B-1: Estrutura principal de suporte dos módulos fotovoltaicos – vista superior e lateral 28
Figura B-2: Detalhe da fixação de módulos double glass e de filme fino 29
Figura B-3: Detalhe da plataforma de passagem e manutenção 29
Figura B-4: Detalhe da plataforma de conexão 30
Figura B-5: Detalhe da plataforma estrutural 30
Figura B-6: Peças para ancoragem do sistema 31
Figura B-7: Detalhe da conexão dos equipamentos da ancoragem 31
Figura C-1: Relação entre os Custos da perda por sujeira e os custos de limpeza dos módulos 40
Figura C-2: Trajetória solar anual e linha do horizonte no local de implantação da usina fotovoltaica 41

LISTA DE TABELAS

Tabela A-1: Localização especificada da UFV 10
Tabela A-2: Valores mensais IGH, IDH e IDN – TMY 14
Tabela A-3: IGH - médias horárias, diárias e mensais a longo prazo 15
Tabela A-4: Temperatura - médias horárias, diárias e mensais a longo prazo 16
Tabela B-1: Características técnicas dos Módulos Fotovoltaicos 21
Tabela B-2: Características técnicas do Módulo CIS e OPV 22
Tabela B-3: Características técnicas dos Inversores FV – Solução m-Si, Double Glass e CdTe 23
Tabela B-4: Características técnicas do Inversor FV – Solução CIS e OPV 24
Tabela B-5: Características técnicas da Unidade Geradora – Módulo mono-cristalino 25
Tabela B-6: Características técnicas da Unidade Geradora – Módulo double glass 25
Tabela B-7: Características técnicas da Unidade Geradora – Módulo Filme fino CdTe 26
Tabela B-8: Características técnicas da Unidade Geradora – Módulo Filme fino CIS 26
Tabela B-9: Características técnicas da Unidade Geradora – Módulo OPV 27
Tabela B-10: Premissas e perda no cabeamento primário das séries fotovoltaicas 32
Tabela B-11: Características das Caixas de Junção das Séries Fotovoltaicas 33
Tabela B-12: Premissas e perdas no cabeamento secundário das séries fotovoltaicas 34
Tabela B-13: Condutores CA de Baixa Tensão 34
Tabela B-14: Características dos transformadores de potência 0,38/13,8 kV 36
Tabela B-15: Características da rede 37
Tabela C-1: Perdas mensais por sujeira (%) 40
Tabela D-1: Tabela de áreas da usina 44
Tabela E-1: Taxas de indisponibilidade 47

LISTA DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABNT NBR	Norma Brasileira regida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas
BT	Baixa Tensão
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CFV	Complexo Fotovoltaico
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos
FP	Fator de Potência
FV	Fotovoltaico
ha	Hectare
IDH	Irradiação Difusa Horizontal ou Irradiância Difusa Horizontal, sendo a irradiação difusa horizontal a integral durante um intervalo de tempo especificado (e.g. 1 h, um dia ou 1 ano)
IDN	Irradiação Direta Normal ou Irradiância Direta Normal, sendo a irradiação direta normal a integral durante um intervalo de tempo especificado (e.g. 1 h, um dia ou 1 ano)
IGH	Irradiação Global Horizontal (Wh/m²) ou Irradiância Global Horizontal, sendo a irradiação global horizontal a integral durante um intervalo de tempo especificado (e.g. 1 h, um dia ou 1 ano)
IGI	Irradiação Global Inclinada (no plano dos módulos fotovoltaicos) ou irradiância global inclinada, sendo a irradiação global inclinada a integral durante um intervalo de tempo especificado (e.g. 1 h, um dia ou 1 ano)
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IP	Grau de Proteção
kA	1000 Ampères
kV	1000 Volts
kW	Quilowatt – 1000 Watts
kWh/m²ano	Quilowatt hora por metro quadrado em um ano
LT	Linha(s) de Transmissão
MC	Multicontact
MN7.1	Meteonorm Versão 7.1
MT	Média Tensão
MW	Megawatt – 1000000 Watts

MWp	Megawatt pico – Potência nominal de módulos fotovoltaicos em condições de referência padronizadas
NBR	Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas
SCADA	Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados (*Supervisory Control and Data Acquisition*)
SE	Subestação
SIN	Sistema Interligado Nacional
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
SRTM	Modelo Digital de Elevação da *Shuttle Radar Topography Mission*
SSE-NASA	Programa de Meteorologia da Superfície e de Energia Solar da NASA *(Surface Meteorology and Solar Energy Program da National Space Agency)*
SWERA	*Solar and Wind Energy Resource Assessment,* um programa do PNUD (*UNEP*)
TAMB	Temperatura do ar a 2 metros (temperatura de bulbo seco)
UCP	Unidade Central de Processamento
UFV	Usina Fotovoltaica
Un.	Unidade
UNEP	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (*United Nations Environmental Program*)
UV	Ultravioleta
VAr	Potência Reativa
XLPE	Polietileno Reticulado por Processo Químico

A. Características gerais do empreendimento

A.1 Motivação

O presente memorial descritivo trata da **Usina Fotovoltaica Flutuante Veredas Sol e Lares**, apresentando um detalhamento dos requisitos técnicos principais, da fonte primária, da produção de eletricidade e outras utilidades, incluindo a instalação do sistema de transmissão até o ponto de conexão. O sistema será construído no reservatório da PCH Santa Marta, localizada no município de Grão Mogol, estado de Minas Gerais.

Os objetivos do sistema serão estudar a viabilidade técnica deste tipo de empreendimento em reservatórios de água de pequenas centrais hidrelétricas compartilhando a infraestrutura existente, avaliar o impacto na microbiologia local e avaliar a degradação do gerador na presença constante de humidade, altas temperaturas e níveis elevados de irradiação.

As características gerais da UFV Veredas Sol e Lares são:

- Potência nominal / Potência pico: 1,038 MW / 1,201 MWp
- Módulos:
  - Silício Monocristalino de 355Wp: 3.260 unidades
  - Silício Policristalino Double-Glass de 325Wp: 100 unidades
  - Filme fino de Telureto de Cádmio de 115Wp: 48 unidades
  - Filme fino CIS de 175Wp: 5 unidades
  - OPV de 55,6Wp 88 unidades
- Inversores
  - ABB PVS-100TL (100kW): 10 unidades
  - ABB TRIO-27.6-TL-OUTD (27,6kW): 1 unidade
  - ABB UNO-DM-5.0-TL-PLUS (5kW): 2 unidade
  - ABB UNO-DM-1.2-TL-PLUS (1,2kW): 1 unidade

A.2 Localização e Acessos

A UFV Veredas Sol e Lares está localizada no município de Grão Mogol, no estado de Minas Gerais, e será construído sobre o reservatório da Pequena Central Hidrelétrica Santa Marta. A Tabela A-1 apresenta as coordenadas geográficas da UFV e da estação solarimétrica.

Tabela A-1: Localização especificada da UFV

Localização da estação solarimétrica e das UFV Veredas Sol e Lares				
Município	Grão Mogol			
Estado	Minas Gerais			
Fuso	23 K			
UFV Veredas Sol e Lares				
Coordenadas geográficas	Latitude	-16.625394°	Longitude	-43.308647°
		8.161.123 m S		680.409 m E
Altitude	860 m			

A Figura A-1 e a Figura A-2 demonstram a localização da UFV a nível Brasil e região, respectivamente.

Figura A-1: Localização do empreendimento no mapa do Brasil

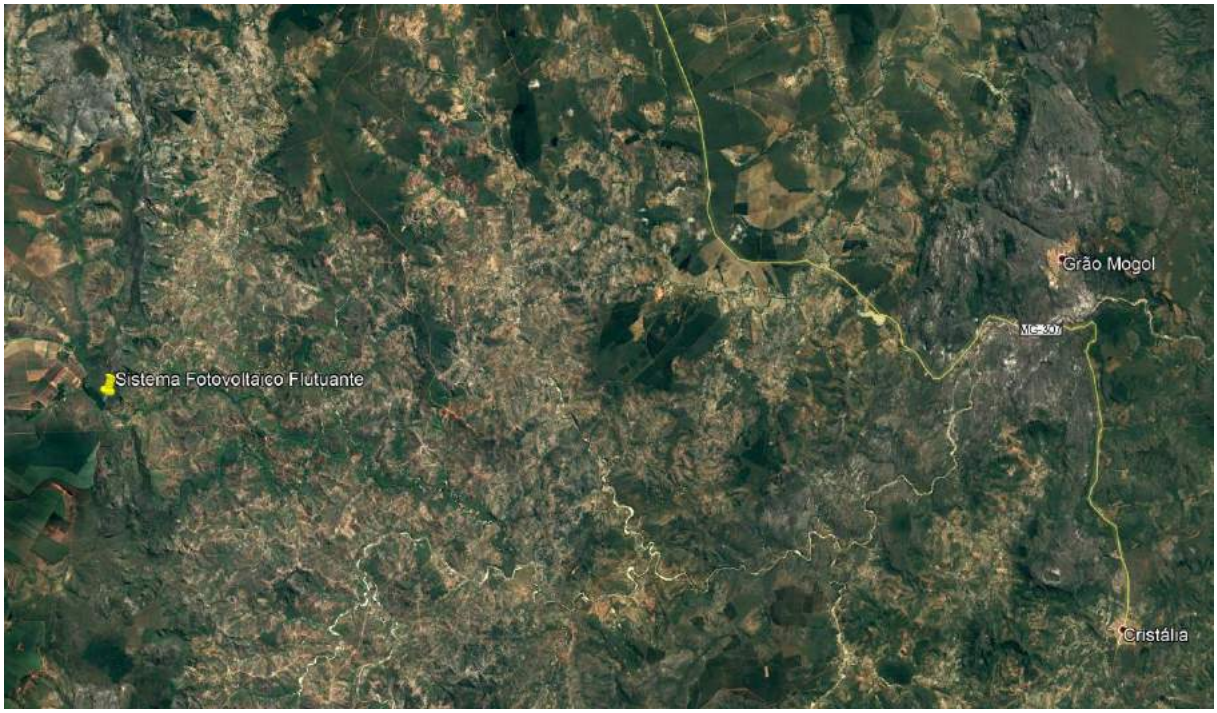


Figura A-2: Localização Macro da UFV no mapa regional de satélite

Figura A-3: Localização da UFV no mapa regional de satélite

O acesso a PCH Santa Marta se dá pela rodovia federal BR-251 (Rodovia Júlio Garcia) no sentido nordeste a partir do centro de Montes Claros, em um trecho de aproximadamente 62,5 km. A partir desse ponto tem-se mais cerca de 24,8 km de estrada de terra no sentido sudeste até a PCH, em um percurso total de 87,3 km, como pode ser observado abaixo.

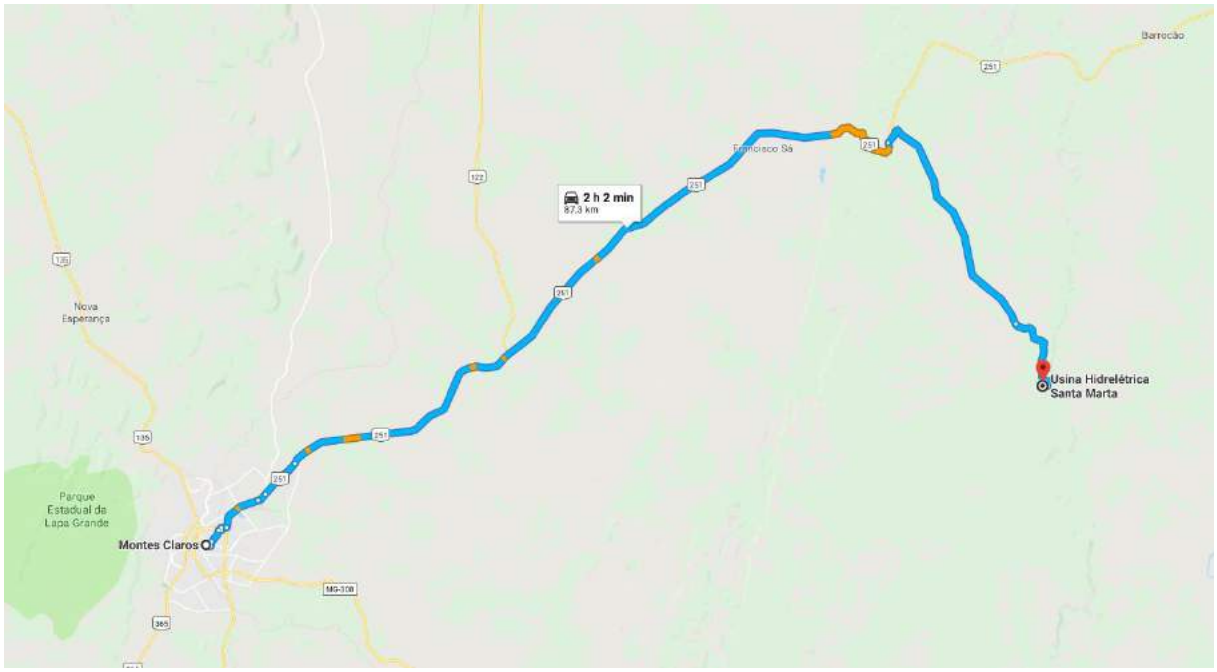


Figura A-4: Acesso a PCH Santa Marta a partir de Montes Claros

A.3 Infraestrutura Disponível

O reservatório da PCH Santa Marta onde será localizado o projeto é de fácil acesso visto que já existem estradas de acesso à PCH que derivam da BR-251. O Município mais próximo é Montes Claros com cerca de 400 mil habitantes provêm infraestrutura básica para a região, incluindo o aeroporto Mário Ribeiro do município.

O acesso interno ao reservatório da UFV é feito através de estradas de terra existentes, com trechos em condições de preservação bastante variadas.

O local do projeto está localizado a cerca de 230 m da subestação da PCH Santa Marta da CEMIG de 13,8kV.

A conexão da subestação 0,38/13,8 kV da UFV com a rede será feita através de uma conexão direta ao sistema elétrico de distribuição através de rede de média tensão em 13,8kV. O ponto de conexão situa-se ao leste do reservatório, distante cerca de 75m da subestação elevadora planejada.

A.4 Recurso Solar e Condições Climáticas

Para a obtenção da série histórica de dados de longo prazo e construção do Ano Meteorológico Típico (TMY – Typical Meteorological Year) utilizaram-se os dados do banco HelioClim 3v5 para os valores de IGH, IDH e IDN, e os dados de reanálise MERRA da NASA para os outros parâmetros meteorológicos (temperatura e velocidade do vento). Os dados estão disponíveis em valores hora-em-hora e para o período de 14 anos e 2 meses, de 01/02/2004 a 30/04/2018.

A.4.1 Construção do Ano Meteorológico Típico

Para a construção do TMY foi aplicado o método da SANDIA[1] [2], modificado[3] [4] pelos cientistas do projeto de pesquisa "ENDORSE" da Comunidade Européia. Com esse método se compõe um ano aproveitando-se os meses representativos de diferentes anos.

Este método define como critério de seleção dos meses, a serem considerados no TMY, a menor distância de Finkelstein-Schaefer entre a função de distribuição cumulativa (CDF) das irradiâncias IDN do mês selecionado e do respectivo mês de todos os anos da série calibrada. Além disso, é feita a análise de frequência e persistência de valores conforme o método citado em parágrafo anterior.

Para as demais variáveis climáticas (IGH, IDH, temperatura, umidade e velocidade do vento) usam-se os mesmos meses para garantir a consistência entre os dados de irradiação e demais variáveis.

---

[1] Hall, I.; Prairie, R.; Anderson, H.; Boes, E. (1978). Geração dos Anos meteorológicos típicos para 26 estações SOLMET. SAND78-1601. Albuquerque, NM: Sandia National Laboratories

[2] Wilcox, S, W e Marion. 2008. "Manual do Usuário para Definição de Dados TMY3". Relatório Técnico, DOE: NREL/ TP-581-43.156

[3] http://www.endorse-fp7.eu/sites/www.endorse-fp7.eu/files/docs/Carpentras_FS50_Driver%20GHI_month.pdf acessado 01/07/2018.

[4] http://www.endorse-fp7.eu/sites/www.endorse-fp7.eu/files/docs/Carpentras_FS50_Driver%20DNI_month_7.5ms.pdf acessado 01/07/2018.

O IDH e IDN do TMY são calculados através da decomposição do IGH utilizando-se o modelo DIRINDEX.

O TMY será utilizado nas simulações para estimar a produção de energia de cada subsistema. A metodologia, premissas de simulação e resultados são apresentados na seção C.

Resultados para as componentes IGH, IDH e IDN

Os valores médios mensais de IGH, IDH e IDN do TMY são informados na Tabela A-2.

Tabela A-2: Valores mensais IGH, IDH e IDN – TMY

	Valores mensais IGH - TMY	Valores mensais IDH - TMY	Valores mensais IDN - TMY
Mês	Irradiação (kWh/m²)	Irradiação (kWh/m²)	Irradiação (kWh/m²)
Janeiro	197	94	138
Fevereiro	178	78	135
Março	179	80	139
Abril	153	65	127
Maio	144	53	144
Junho	127	48	131
Julho	151	45	172
Agosto	165	56	160
Setembro	176	52	171
Outubro	190	73	157
Novembro	181	87	125
Dezembro	194	93	136
Anual	**2036**	**823**	**1736**

Valores médios horários e mensais da Irradiação Global Horizontal (IGH)

A Tabela A-3 apresenta as médias mensais de longo prazo do IGH horário e diário no horário local[5].

Tabela A-3: IGH - médias horárias, diárias e mensais a longo prazo

Grão Mogol - IGH TMY (Wh/m²)

Horas	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Média
00:00													
01:00													
02:00													
03:00													
04:00													
05:00	4.7	0.5							0.9	9.6	21.9	15.5	4.4
06:00	99.6	76.7	53.1	39.9	24.9	13.3	13.4	26.2	71.2	120.4	152.2	132.0	68.6
07:00	276.0	256.9	216.7	197.6	162.5	130.2	145.8	161.8	233.8	302.6	316.3	282.8	223.6
08:00	444.2	432.6	380.9	368.8	331.8	293.4	336.7	328.6	397.3	485.8	497.0	440.2	394.8
09:00	656.4	617.4	575.7	554.8	506.7	454.0	516.5	507.8	584.7	662.2	661.5	620.2	576.5
10:00	763.4	749.9	713.3	708.7	621.9	576.2	649.4	691.4	749.7	758.2	756.2	745.1	706.9
11:00	851.9	823.2	838.6	740.6	672.4	642.2	721.7	792.6	831.5	825.3	822.6	855.3	784.8
12:00	869.3	846.2	822.2	715.7	696.7	646.6	736.4	818.2	856.8	847.5	799.5	859.4	792.9
13:00	769.7	814.7	722.2	684.0	657.9	597.6	675.2	755.9	793.1	769.1	702.9	775.2	724.8
14:00	653.3	699.8	620.7	544.9	518.2	469.0	554.1	624.0	646.4	630.9	571.0	643.9	598.0
15:00	498.6	532.1	467.9	373.6	326.6	297.7	366.3	412.5	443.7	441.9	410.0	479.9	420.9
16:00	323.1	340.5	283.7	169.6	122.5	112.1	155.5	185.7	215.7	238.4	236.6	298.9	223.5
17:00	146.2	145.4	87.4	21.1	6.9	5.8	13.2	22.0	35.9	51.8	70.2	120.0	60.5
18:00	12.8	8.4	0.5								0.1	5.4	2.3
19:00													
20:00													
21:00													
22:00													
23:00													
(kWh/m².dia)	6.4	6.3	5.8	5.1	4.6	4.2	4.9	5.3	5.9	6.1	6.0	6.3	5.6
(kWh/m².mês)	197.4	177.6	179.3	153.0	144.1	127.1	151.4	165.1	175.8	190.5	180.5	194.5	169.7

Meses

[5] UTC-3h, horário de Brasília.

Valores médios horários e mensais da temperatura ambiente

A Tabela A-4 apresenta as médias mensais de longo prazo da temperatura do ar a 2 m de altura. Valores horários e diários no horário local[6].

Tabela A-4: Temperatura - médias horárias, diárias e mensais a longo prazo

Grão Mogol - Temperatura TMY (°C)

Horas	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Média
00:00	22.0	23.1	22.1	20.3	19.3	19.7	19.1	21.3	23.7	22.9	22.2	22.3	21.5
01:00	21.6	22.6	21.7	20.0	19.0	19.1	18.5	20.5	22.9	22.1	21.6	21.9	21.0
02:00	21.3	22.1	21.4	19.8	18.8	18.7	17.9	19.7	22.2	21.4	21.2	21.4	20.5
03:00	21.1	21.7	21.1	19.6	18.6	18.3	17.4	19.1	21.6	20.8	20.7	21.0	20.1
04:00	20.9	21.3	20.9	19.3	18.4	18.0	18.9	18.6	21.0	20.3	20.4	20.7	19.7
05:00	20.8	21.0	20.7	19.1	18.3	17.7	18.5	18.2	20.5	19.9	20.1	20.5	19.5
06:00	21.4	21.6	21.0	19.3	18.4	17.7	18.4	18.2	20.6	20.1	20.6	21.2	19.7
07:00	22.9	23.3	22.3	20.4	19.4	18.7	17.8	19.5	22.0	21.7	22.2	22.9	21.1
08:00	24.8	25.7	24.2	22.1	21.2	21.1	20.3	22.2	24.6	24.2	24.4	24.9	23.3
09:00	26.5	28.0	26.2	23.8	23.2	23.8	23.4	25.4	27.5	27.0	26.8	26.9	25.7
10:00	27.9	29.8	27.8	25.2	24.9	26.1	26.0	28.2	30.1	29.4	28.8	28.4	27.7
11:00	28.8	31.2	28.9	26.3	26.1	27.9	28.0	30.3	32.0	31.4	30.3	29.7	29.2
12:00	29.4	32.1	29.6	26.9	26.9	29.0	29.3	31.7	33.4	32.6	31.3	30.5	30.2
13:00	29.7	32.5	29.9	27.3	27.2	29.6	30.1	32.5	34.1	33.3	31.8	31.0	30.8
14:00	29.6	32.5	29.9	27.3	27.2	29.7	30.4	32.7	34.2	33.5	31.8	31.1	30.8
15:00	29.3	32.0	29.5	27.0	26.8	29.2	30.0	32.4	33.8	33.1	31.4	30.7	30.4
16:00	28.7	31.0	28.8	26.3	26.0	28.1	29.0	31.4	32.8	32.3	30.6	30.0	29.6
17:00	27.7	29.6	27.4	25.0	24.3	26.0	26.4	29.3	31.1	30.8	29.3	28.9	28.0
18:00	26.0	27.7	25.7	23.4	22.6	24.0	23.9	26.9	29.0	28.5	27.2	27.0	26.0
19:00	24.6	26.2	24.7	22.4	21.6	23.0	22.7	25.6	27.6	26.7	25.6	25.3	24.7
20:00	23.9	25.4	24.1	21.9	21.1	22.2	22.0	24.8	26.8	25.9	24.7	24.5	23.9
21:00	23.3	24.8	23.6	21.5	20.5	21.6	21.3	23.8	25.8	25.3	24.1	23.8	23.3
22:00	22.8	24.2	23.1	21.0	20.0	20.9	20.6	23.0	25.1	24.5	23.4	23.3	22.7
23:00	22.4	23.6	22.6	20.6	19.6	20.2	19.8	22.1	24.4	23.7	22.8	22.8	22.1
Média(dia)	24.9	26.4	24.9	22.7	22.1	22.9	22.7	24.9	27.0	26.3	25.5	25.4	24.6
Média(mês)	24.9	26.4	24.9	22.7	22.1	22.9	22.7	24.9	27.0	26.3	25.5	25.4	24.6

Meses

[6] UTC-3h, horário de Brasília.

A.5 Caraterização Geral do Terreno das UFV

O solo do terreno do reservatório do empreendimento fotovoltaico é uma área predominantemente de solos do tipo cambissolo, caracterizado por solos pouco desenvolvidos, que ainda apresentam características do material originário (rocha), ao redor do reservatório foi possível observar a presença de vários afloramentos rochosos, como mostrado a baixo na Figura A-5.

A área está inserida na região tropical de altitude, caracterizada por um inverno seco, com baixa intensidade pluviométrica, porém com um verão frio devido à alta altitude.

A cobertura vegetal do local de construção da UFV é característica do cerrado e a caatinga arbustiva predominante da chapada, uma vegetação rasteira e de pequeno porte, típica de campos de altitude.

Figura A-5: Cobertura vegetal do local do empreendimento

O acesso externo à área de implantação é por estrada rural. Caso não estiverem em boas condições, deve-se adequá-las para a circulação de máquinas e veículos utilizados na construção. Para o acesso interno, se faz necessário a criação de vias internas, por meio de nivelamento e perfilamento do solo natural.

A.5.1 Premissas de Projeto

Entre as premissas adotadas para a elaboração do projeto básico estão os seguintes itens:

- Variação da cota do reservatório: ±1,5 m (total de 3m);
    - Cotas:
        - Máx. Normal: 859,00m;
        - Mín. Operativo: 857,50m;
        - Coroamento: 860,62m (parte central – Comando desc. Fundo)
- Distância mínima dos flutuadores da tomada de água: 145 m;
- Distância mínima e máxima entre flutuadores e margem do eletrocentro: 65m/91m;
- Ancoragem: Blocos de concreto posicionados no fundo do reservatório. Cabos de aço que permitam a movimentação da UFV conforme variação do nível do reservatório;
- Ponto de conexão conforme identificado na visita técnica – alimentador UHST02 – Estrutura TE em poste de madeira;
- Tensão de conexão: 13,8 kV.
- Local do eletrocentro e subestação conforme identificado na visita técnica;
- Planta baixa da PCH retirada de imagens de satélite (vias, subestação, vila dos operários, etc.). Não foram fornecidos nenhuma informação sobre a planta baixa da PCH.
- Limites do reservatório e da área de APP fornecidas através do Pacuera – Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entrono do Reservatório Artificial;
- Flutuadores de estrutura individual (1 módulo por estrutura);
- Módulos definidos conforme disponibilidade no mercado e homologação Inmetro:
    - Silício Mono-cristalino de 355Wp;
    - Silício poli-cristalino double glass de 325Wp;
    - Telureto de Cadmo (CdTe) de 115Wp;
    - CIS de 175Wp (para esse tipo de módulo não existem fornecedores com homologação no Inmetro, portanto foi escolhido um modelo de um dos principais fabricantes mundiais desse tipo de tecnologia).
    - OPV: Sunew, Painel OPV para estrutura flutuante, 55,6Wp.
- Inversores Fotovoltaicos definidos a partir das potências pré-estipuladas, conforme abaixo.
    - Silício Mono-cristalino: 10 inversores de 100 kW;
    - Silício poli-cristalino double glass: 1 inversor de 27.6kW
    - Telureto de Cadmo (CdTe): 1 inversor 5kW;
    - CIS: 1 inversor UNO-1.2-TL-PLUS;

- OPV: 1 inversor de 50kW[7];

A.6 Treinamento

Para instalação do sistema flutuante, uma equipe de colaboradores locais deve ser treinada e capacitada para a execução de todas as tarefas de instalação da usina. A seleção dos trabalhadores será realizada conforme metodologia de participação social conduzido pela AEDAS, dando preferência para pessoas com curso de eletricidade básica ou experiência com instalações elétricas. O treinamento deve ser realizado antes do início da fase de obras do sistema e ser realizado por um engenheiro e um técnico capacitados para tal tarefa. A carga horária mínima deve ser de 24 horas para pelo menos um total de 12 participantes.

Ao fim do treinamento é essencial que os colaboradores tenham conhecimento sobre noções básicas de eletrotécnica, sistema elétrico convencional, noções sobre fontes alternativas de energia elétrica, noções sobre sistema solar fotovoltaico, composição básica e função dos componentes do sistema em questão. Sobre os processos de montagem, além das orientações de instalação, é necessário treinamento prático, no mínimo dos seguintes itens:

a) Montagem dos flutuadores: formas de montagem e cuidados a serem tomados;

b) Módulos fotovoltaicos: Características elétricas, montagem dos módulos, conexões série/paralelo, cuidados na instalação e cuidados com o manuseio;

c) Caixas de junção (string boxes); função, funcionamento, características elétricas, forma correta de instalação, conexões, identificação de componentes, cuidados na instalação e no manuseio;

d) Inversores fotovoltaicos: função, características elétricas, forma de instalação, distâncias de instalação, conexões, cuidados a serem tomados e manuseio;

e) Instalação de encaminhamentos (eletrocalhas, eletrodutos, etc.): formas de instalação, tratamento de faces cortadas, cuidados a serem tomados e manuseio;

f) Instalação de cabos elétricos (forma de acomodação e fixação do cabeamento CC e CA): Formas de instalação, conexões, identificação de componentes (conectores), cuidados sobre a instalação e capacidade de identificar danos na isolação;

g) Sistemas de proteção CC/CA: noções de proteções de circuitos elétricos, identificação dos equipamentos de proteção da planta fotovoltaica, formas de instalação.

h) Aterramento: noções sobre o sistema de aterramento, instalação e cuidados a serem tomados.

i) Segurança: o item mais importante a ser tratado. O colaborador deve conhecer todos os riscos envolvidos nas atividades que irá desenvolver. Deve também conhecer as medidas a serem tomadas para evitar acidentes e garantir a integridade de equipamentos e de todos os envolvidos na obra.

[7] Foi definido o inversor ABB TRIO-50.0-TL-OUTD para o arranjo OPV devido as características elétricas do arranjo. Inversores de menor porte não suportam a corrente de entrada total do sistema. Para facilitar o monitoramento, preferiu-se adotar um inversor de maior potência do mesmo fabricante que os demais.

De forma similar, uma segunda equipe deve ser treinada para realização da manutenção e operação da usina fotovoltaica. O processo de seleção também será conduzido pela AEDAS. Além dos itens citados para instalação do sistema, a equipe de O&M deve ser instruída sobre a limpeza dos módulos, cuidados a serem tomados, manutenção de string boxes, inversores e quadros elétricos. Cuidados com a estação solarimétrica e sistema de monitoramento também devem fazer parte do treinamento, como limpeza de sensores, troca de fusíveis e retirada de dados solarimétricos e de produção de forma manual.

Todo o conteúdo do treinamento deve ser enviado previamente a CONTRATANTE para análise e aprovação.

Todas as despesas referentes ao treinamento (hospedagem, refeições, transporte, materiais) são de responsabilidade da CONTRATADA.

B. Concepção Técnica das UFV

B.1 Características das Unidades Geradoras (Módulos Fotovoltaicos e Inversores)

B.1.1 Módulos Fotovoltaicos

As características técnicas dos módulos FV são apresentadas nas tabelas a seguir Tabela B-1.

Tabela B-1: Características técnicas dos Módulos Fotovoltaicos

Características dos Módulos Fotovoltaicos – UFV Veredas Sol e Lares				
Tipo de célula		Silício Mono-cristalino	Silício poli-crist. dual glass	Filme fino CdTe
Número de células		72 (6 x 12)	72 (6 x 12)	216
Características Elétricas				
Condições STC				
Potência nominal	[Wp]	355	325	115
Tensão nominal	[V]	39,30	37,00	69,3
Corrente nominal	[A]	9,04	8,78	1,66
Tensão em circuito aberto	[V]	47,80	45,5	87,6
Corrente em curto-circuito	[A]	9,45	9,34	1,83
Coef. de temperatura Pmpp	[%/°C]	-0,39	-0,40	-0,28
Tolerância da potência	-	0~+3%	0~+5W	0~+5 W
Características Mecânicas				
Dimensões do módulo	[mm]	1956 x 992 x 40	1968 x 992 x 5,8	1200 x 600 x 6,8
Peso	[kg]	22,5	27,5	12
Seção do cabo	[mm²]	4	4	2,5

Tabela B-2: Características técnicas do Módulo CIS e OPV

Características do Módulo OPV – UFV Veredas Sol e Lares			
Tipo de célula		Filme fino CIS	Orgânica
Número de células		-	-
Características Elétricas			
Condições STC			
Potência nominal	[Wp]	175	55,6
Tensão nominal	[V]	89,5	33,5
Corrente nominal	[A]	1,96	1,658
Tensão em circuito aberto	[V]	114,0	51,8
Corrente em curto-circuito	[A]	2,20	2,341
Coef. de temperatura Pmpp	[°C]	-0,31	50
Tolerância da potência	%/°C	-5~+10%	+0,35
Tensão máxima	[V]	1000	600
Características Mecânicas			
Dimensões do módulo	[mm]	1257 x 977 x 35	1.955x1.085x6
Peso	[kg]	20	9
Grau de proteção		2,5	IP65

Para cada tipo de módulo deve ser disponibilizado pelo menos 2 módulos de referência devidamente ensaiados em laboratório licenciados e de acordo com as normas internacionais vigentes. Toda a documentação referente aos ensaios realizados pelo laboratório deve ser disponibilizada junto aos equipamentos.

B.1.2 Inversores Fotovoltaicos

A Tabela B-3 apresenta os fabricantes, modelos e características elétricas dos inversores fotovoltaicos utilizados.

Tabela B-3: Características técnicas dos Inversores FV – Solução m-Si, Double Glass e CdTe

Características dos Inversors Fotovoltaicos – UFV VEREDAS SOL E LARES				
Tecnologia de módulo correspondente		Mono cristalino	Double glass	CdTe
Características de Entrada (CC)				
Tensão máxima de entrada	[V]	1000	1000	600
Faixa de tensão de operação MPPT	[V]	360-1000	301-950	140-580
Corrente máxima de entrada	[A]	36	32	19
Número de pares de entrada	Un.	4	1	1
Características de Saída (CA)				
Potência nominal @30 °C/@50 °C	[kW]	100	27,6	5,0
Máxima corrente de saída	[A]	145	45	22
Tensão nominal de saída	[V]	400	400	230
Faixa de frequência de operação	[Hz]	50/60	50/60	50/60
FP na potência nominal		1	1	0,995
Eficiência máxima	%	98,4	98,2	97,4
Características Gerais				
Dimensões [a x l x p]	[mm]	869 x 1.086 x 419	1061 x 702 x 292	553 x 418 x 175
Peso	[kg]	125	75	15
Temperatura de operação	[°C]	-25° até +60°	-25° até +60°	-25° até +60°
Nível de Proteção IP		IP 66	IP65	IP65

Tabela B-4: Características técnicas do Inversor FV – Solução CIS e OPV

Características técnicas do Inversor FV – Solução OPV			
Tecnologia de módulo correspondente		CIS	OPV
Características de Entrada (CC)			
Tensão máxima de entrada	[V]	580	600
Faixa de tensão de operação MPPT	[V]	100 - 530	140-580
Corrente máxima de entrada	[A]	10	19
Número de pares de entrada	Un.	1	1
Características de Saída (CA)			
Potência nominal @30 °C/@50 °C	[kW]	1,2	5,0
Máxima corrente de saída	[A]	5,5	22
Tensão nominal de saída	[V]	230	230
Faixa de frequência de operação	[Hz]	50/60	50/60
FP na potência nominal		> 0,995	0,995
Eficiência máxima	%	94,8	97,4
Características Gerais			
Dimensões [a x l x p]	[mm]	553 x 418 x 175	553 x 418 x 175
Peso	[kg]	15	15
Temperatura de operação	[°C]	-25° até +60°	-25° até +60°
Nível de Proteção IP		IP 65	IP65

B.1.3 Unidades Geradoras

Tabela B-5: Características técnicas da Unidade Geradora – Módulo mono-cristalino

Unidades Geradoras – UFV Veredas Sol e Lares	
Arranjo Fotovoltaico	
Módulo fotovoltaico	Mono-cristalino 355Wp
Tipo de estrutura de suporte	Estrutura flutuante
Número de módulos por série	20
Inclinação das fileiras / ângulo de giro	10°
Número de séries em paralelo	16
Potência CC do arranjo	113,6 kWp
Número de módulos por arranjo	320
Inversor	
Fator de capacidade máxima	100%
Potência CA do inversor	100 kW
Potência disponível	100kW
Quantidade de Unidades Geradoras do Grupo – UFV Veredas Sol e Lares	
Quantidade de UG	10
Potência da UG	100 kW
Potência do grupo UG	1.000 kW

Tabela B-6: Características técnicas da Unidade Geradora – Módulo double glass

Unidades Geradoras – UFV Veredas Sol e Lares	
Arranjo Fotovoltaico	
Módulo fotovoltaico	Double Glass 325Wp
Tipo de estrutura de suporte	Estrutura flutuante
Número de módulos por série	20
Inclinação das fileiras / ângulo de giro	10°
Número de séries em paralelo	5
Potência CC do arranjo	32,5 kWp
Número de módulos por arranjo	100
Inversor	
Fator de capacidade máxima	100%
Potência CA do inversor	27,6 kW
Potência disponível	27,6 kW
Quantidade de Unidades Geradoras do Grupo – UFV Veredas Sol e Lares	
Quantidade de UG	1
Potência da UG	27,6 kW
Potência do grupo UG	27,6 kW

Tabela B-7: Características técnicas da Unidade Geradora – Módulo Filme fino CdTe

Unidades Geradoras – UFV Veredas Sol e Lares	
Arranjo Fotovoltaico	
Módulo fotovoltaico	CdTe de 115Wp
Tipo de estrutura de suporte	Estrutura flutuante
Número de módulos por série	6
Inclinação das fileiras / ângulo de giro	10°
Número de séries em paralelo	8
Potência CC do arranjo	5,52 kWp
Número de módulos por arranjo	48
Inversor	
Fator de capacidade máxima	100%
Potência CA do inversor	5 kW
Potência disponível	5 kW
Quantidade de Unidades Geradoras do Grupo – UFV Veredas Sol e Lares	
Quantidade de UG	1
Potência da UG	5 kW
Potência do grupo UG	5 kW

Tabela B-8: Características técnicas da Unidade Geradora – Módulo Filme fino CIS

Unidades Geradoras – UFV Veredas Sol e Lares	
Arranjo Fotovoltaico	
Módulo fotovoltaico	CIS de 175Wp
Tipo de estrutura de suporte	Estrutura flutuante
Número de módulos por série	5
Inclinação das fileiras / ângulo de giro	10°
Número de séries em paralelo	1
Potência CC do arranjo	0,875 kWp
Número de módulos por arranjo	5
Inversor	
Fator de capacidade máxima	100%
Potência CA do inversor	1.2 kW
Potência disponível	1.2 kW
Quantidade de Unidades Geradoras do Grupo – UFV Veredas Sol e Lares	
Quantidade de UG	1
Potência da UG	1.2 kW
Potência do grupo UG	1.2 kW

Tabela B-9: Características técnicas da Unidade Geradora – Módulo OPV

Unidades Geradoras – UFV Veredas Sol e Lares	
Arranjo Fotovoltaico	
Módulo fotovoltaico	OPV de 55,6Wp
Tipo de estrutura de suporte	Estrutura flutuante
Número de módulos por série	11
Inclinação das fileiras / ângulo de giro	10°
Número de séries em paralelo	8
Potência CC do arranjo	30,58 kWp
Número de módulos por arranjo	88
Inversor	
Fator de capacidade máxima	100%
Potência CA do inversor	5 kW
Potência disponível	5 kW
Quantidade de Unidades Geradoras do Grupo – UFV Veredas Sol e Lares	
Quantidade de UG	1
Potência da UG	5 kW
Potência do grupo UG	5 kW

B.2 Descrição dos Demais Componentes

B.2.1 Estrutura mecânica de suporte dos módulos e sua ancoragem

Os módulos fotovoltaicos serão montados em estruturas plásticas ("flutuadores fotovoltaicos"), fabricadas em polietileno de alta densidade (HDPE – High densivity polyethylene), compostas por flutuador principal de suporte do módulo, trilho de fixação e flutuador secundário para manutenção e flutuabilidade. A estrutura de suporte dos módulos é do tipo fixa com inclinação de 12°. Suporta tensões de até 4500N com flutuabilidade de 1294N. Pode ser aplicado a temperaturas entre -30°C e 65°C e suportar ventos de até 108 km/hr, com vida útil de 25 anos de exposição a UV.

O sistema fixo flutuante é composto por um flutuador principal usado para montar o painel solar, cada plataforma principal suporta um módulo fotovoltaico. O módulo é montado na plataforma por meio de suporte dianteiro e traseiro de aço inoxidável e trilhos de guia, com peso aproximado de 8,5 kg a Figura B-1 apresenta a estrutura principal. Os módulos serão montados de forma horizontal (em relação ao flutuador).

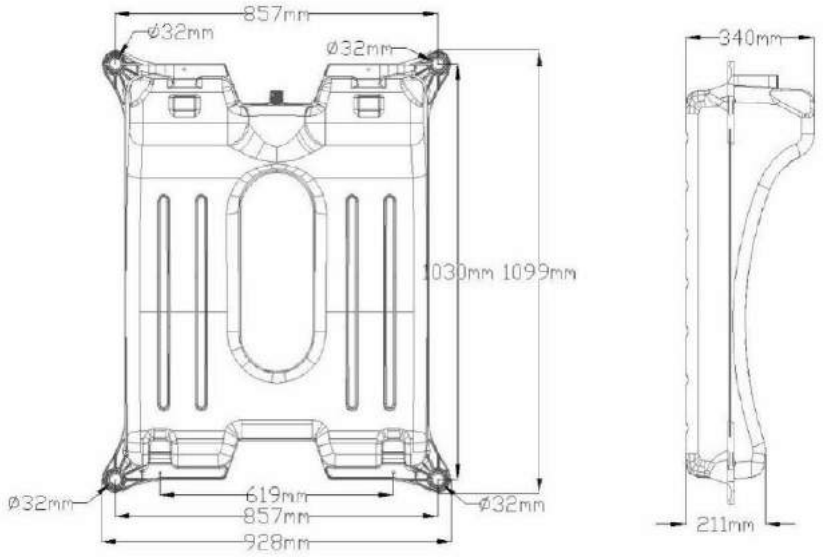


Figura B-1: Estrutura principal de suporte dos módulos fotovoltaicos – vista superior e lateral

Para a fixação de módulos especiais como dual glass ou de filme fino que possuem espessura inferiores, serão utilizados suportes frontais e traseiros em aço inoxidável, trilho guia em liga de alumínio anodizado e braçadeiras para fixar os painéis conforme a Figura B-2. Todos os elementos de fixação dos módulos (parafusos, arruelas, porcas, etc.) devem ser também de aço inoxidável.

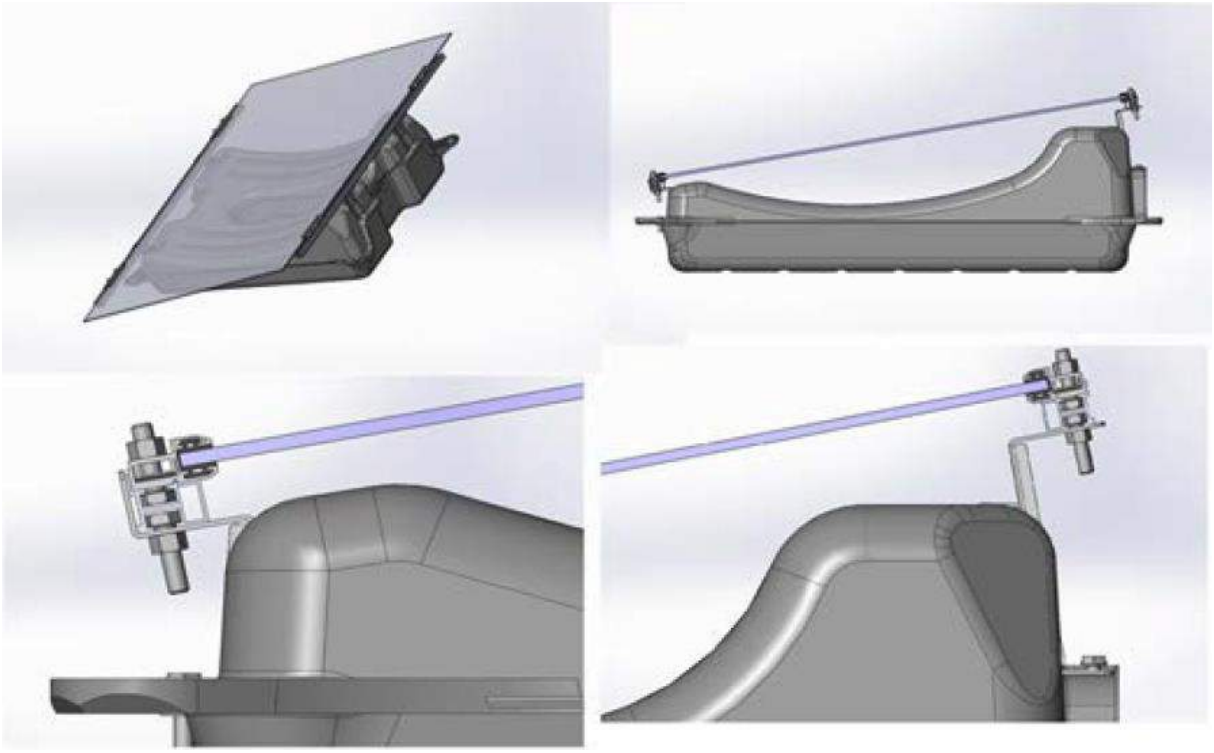


Figura B-2: Detalhe da fixação de módulos double glass e de filme fino

Interligado a plataforma principal estarão a plataforma de passagem, pesando cerca de 4,5kg e usada como passagem de manutenção e de cabos, e as plataformas de conexão usadas para conectar as plataformas principais e as de passagem e manutenção, como mostra a Figura B-3 e a Figura B-4.

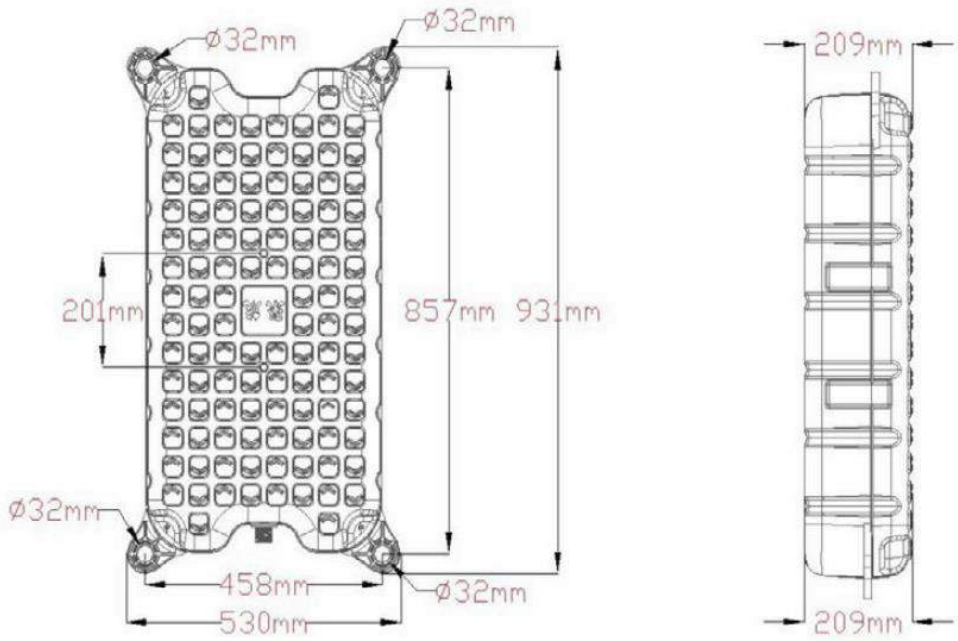


Figura B-3: Detalhe da plataforma de passagem e manutenção

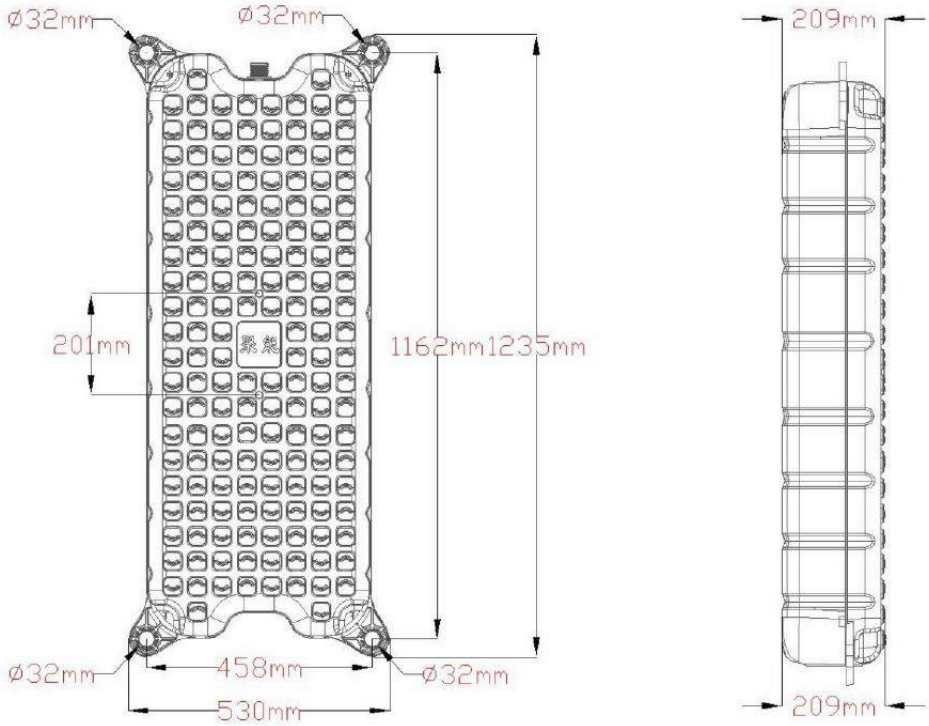


Figura B-4: Detalhe da plataforma de conexão

Além dessas existe também a plataforma estrutural que pode ser usada tanto para fixar caixas de combinação e inversores, quanto para auxiliar o canal de manutenção do conjunto flutuante, com um peso de 8,2 kg. A figura a seguir apresenta suas características.

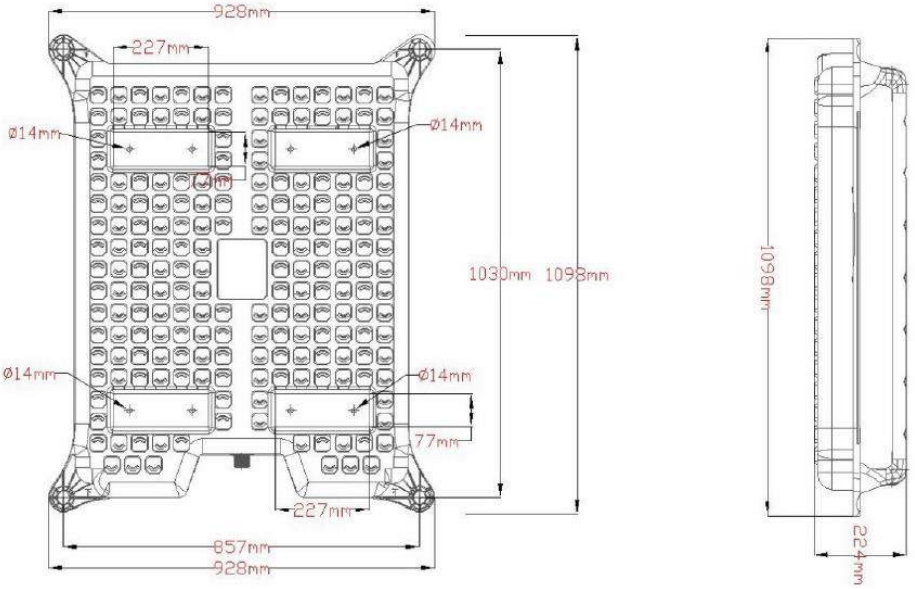


Figura B-5: Detalhe da plataforma estrutural

O sistema de ancoragem das estruturas será feito por blocos de concreto. O bloco de concreto da ancoragem é o contrapeso para ancoragem da matriz flutuante, usado para neutralizar a tração do conjunto causado por fatores ambientais.

O sistema de ancoragem está descrito na Figura B-6 e Figura B-7.

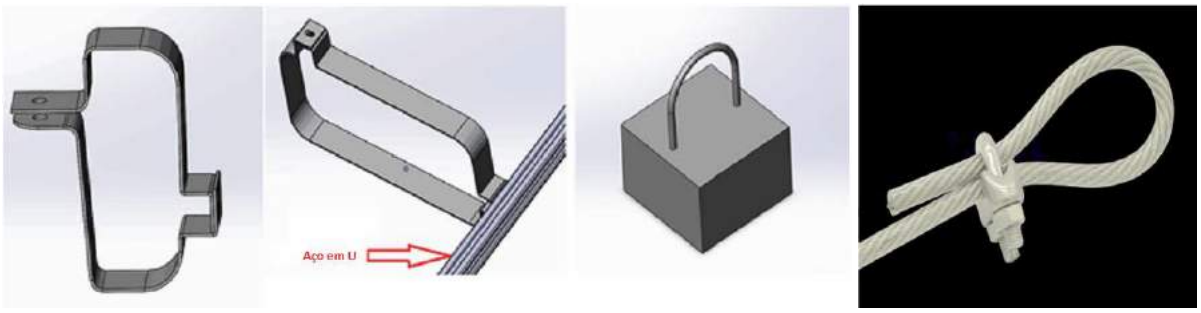


Figura B-6: Peças para ancoragem do sistema

Figura B-7: Detalhe da conexão dos equipamentos da ancoragem

Após fixado o aro nas plataformas e neste também fixado a aço em U este é ligado o arame de aço galvanizado que é amarrado ao bloco de concreto no fundo do reservatório.

A instalação dos flutuadores deverá ser realizada por equipe que será treinada e capacitada para tal fim.

B.2.2 Eletrocentro

O eletrocentro será instalado em terra, na encosta do reservatório e englobará 14 inversores, quadro de paralelismo CA, sistema de monitoramento e espaço para armazenamento de sobressalentes. O eletrocentro será de alvenaria com paredes espessas e teto em laje, com o intuito de diminuir a

temperatura da sala. Entradas de ar devem ser previstas para diminuir a temperatura no interior do eletrocentro. Em adicional poderá ser previsto sistema de monitoramento da temperatura ambiente no interior do eletrocentro e que acionara automaticamente sistema de exaustão, que funcionará até que a temperatura no interior do eletrocentro volte a níveis aceitáveis para o pronto funcionamento dos diversos equipamentos ali abrigados.

Todas as partes metálicas do eletrocentro, inclusive as ferragens estruturais, devem estar diretamente interligadas a malha de aterramento.

B.2.3 Cabeamento CC: Cabos CC Primários

Para a conexão de uma série de módulos fotovoltaicos à caixa de junção de séries, utiliza-se um cabo especial, com isolamento duplo, unipolar e resistente aos raios ultravioletas (UV) e às intempéries. Este tipo de cabo resiste às temperaturas entre -5 °C a 120 °C, conforme especificações da norma UL47038 e requisitos do TÜV 2 Pfg 1169/08.20079. Os cabos devem ser resistentes a humidade elevada. A seção transversal mínima é de 4 mm², conforme a queda de tensão e as perdas ôhmicas projetadas. Estes cabos estarão interligados entre si, devidamente identificados em cores distintas (preto, vermelho, verde) de acordo com a norma brasileira e encaminhados em eletrodutos adequados e flexíveis sobre os flutuadores até as caixas de junção.

Todas as conexões elétricas entre os módulos e a caixa de junção serão feitas por conectores do tipo *Multicontact* MC4 ou conector de módulos similar de outro fabricante, com encaixe e trava e de classe IP 67. Os conectores utilizados são sempre do mesmo modelo e fabricante.

Para as quedas de tensão nas condições STC adotou-se um valor realista para o layout da planta (1,0%). As perdas de energia na média anual resultaram em um valor pouco inferior (ver resultados e premissas na Tabela B-10 e Tabela B-12).

No cabeamento primário (entre as séries fotovoltaicas e a caixa de junção), as perdas foram calculadas do final do cabeamento da série fotovoltaica até a caixa de junção, considerando uma distância média.

Tabela B-10: Premissas e perda no cabeamento primário das séries fotovoltaicas

Premissas e Perda no Cabeamento Primário					
Item	m-Si	Double-Glass	CdTe	CIS	OPV
Distância média	18 m	16,35 m	11 m	140 m	43 m
Material	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre
Isolação	XLPE/EPR	XLPE/EPR	XLPE/EPR	XLPE/EPR	XLPE/EPR
Seção	**4 mm²**	**4 mm²**	**4 mm²**	**4 mm²**	**4 mm²**
Perda (ΔV)	0,12%	0,11%	0,02%	0,69%	0,22%
Média (ΔV)	**0,233%**				

[8] Underwriter Laboratories (UL) standard “Photovoltaic Wire: single-conductor, insulated and integrally or non-integrally jacketed, sunlight resistant, photovoltaic wire for interconnection wiring of grounded and ungrounded photovoltaic power systems”.
[9] TÜV Rheinland product specification for photovoltaic cables.

B.2.4 Caixa de Junção

As características das caixas de junção estão apresentadas na Tabela B-11. Cada sistema possui configurações diversas por isso variam de acordo com as entradas.

Tabela B-11: Características das Caixas de Junção das Séries Fotovoltaicas

Características das Caixas de Junção					
Item	m-Si	Double glass	CdTe	CIS	OPV
Tensão máxima de entrada	1.000 V	1.000 V	1.000 V	1.000 V	1.000V
Corrente de entrada	200 A	63 A	25 A	13,26 A	160 A
Número de Entradas	16/17	5	8	1	5
Chave de seccionamento sob carga	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dispositivo de proteção contra surtos (DPS)	Tipo 2	Tipo 2	Tipo 2	Tipo 2	Tipo 2
Monitoramento de corrente	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Fusíveis das séries	15 A	15 A	4 A	20A	6 A
Proteção contra intrusão	IP 65	IP 65	IP 65	IP65	IP 65
Resist. à intemperismo e irradiação	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Classe de proteção	II isolamento duplo	II isolamento duplo	II isolamento duplo	II isolamento duplo	II isolamento duplo

B.2.5 Condutores CC: Cabos CC Secundários

Os cabos de CC que conectam a caixa de junção de séries fotovoltaicas aos inversores serão cabos solares, unipolar e resistente aos raios ultravioletas (UV) e às intempéries. O condutor é de cobre estanhado flexível e encordoamento de classe 5, com a isolação e a cobertura de elastômero termofixo livre de halogênios. Devem ser utilizadas cabos com cores distintos para identificação dos polos positivos e negativos dos circuitos (vermelho e preto) e devidamente identificados por circuitos e instalados em eletrodutos flexíveis, adequados e exclusivos por circuitos.

A Tabela B-12 apresenta as características gerais dos cabos CC secundários. O encaminhamento dos cabos será feito por eletrodutos de PEAD com resistência a raios UV sobre os flutuadores até o limite dos mesmos. A partir desse ponto os eletrodutos estarão apoiados em uma estrutura de boias e barras de aço inox distantes cerca de 2,0 m uma das outras até a margem. A amarração dos eletrodutos pode ser feita por presilhas ou algum tipo de amarração resistente a UV e a umidade na barra de aço inox. Na margem os eletrodutos seguirão enterrados até o eletrocentro.

No cálculo das perdas no cabeamento secundário das séries fotovoltaicas (entre a caixa de junção e o inversor) foram considerados três casos diferentes, pois as caixas de junção possuem diferentes

distâncias relativas ao inversor. Na Tabela B-12, o caso 1 equivale à caixa mais distante, o caso 2 corresponde à caixa intermediária e o caso 3 corresponde à caixa mais próxima do inversor.

Tabela B-12: Premissas e perdas no cabeamento secundário das séries fotovoltaicas

Premissas e Perdas no Cabeamento Secundário					
Item	m-Si	Double Glass	CdTe	CIS	OPV
Distância	390 m	290 m	270 m	n.a.	350m
Material	Cobre	Cobre	Cobre	n.a.	Cobre
Isolação	HEPR	HEPR	HEPR	n.a.	HEPR
Seção	**2x(2x95/120 mm²)**	**2x(1x50 mm²)**	**2x(1x25 mm²)**	n.a.	**2x(2x95 mm²)**
Perda (ΔV)	0,88%	0,78%	0,78%	n.a.	0,90%
Média (ΔV)	**1,091%**				

A média das quedas de tensão no cabeamento CC secundário corresponde a 0,858%, que somada à queda de tensão no cabeamento CC primário, resulta em uma queda de tensão igual a 1,091%.

B.2.6 Condutores CA: Baixa Tensão

Os condutores CA BT conectam o inversor ao quadro de paralelismo CA. Os cabos devem ser resistentes à absorção de água, ao frio, à radiação ultravioleta, agentes químicos, gorduras ou óleos vegetais, a abrasão e ao impacto. Abaixo está o resumo do dimensionamento e as bitolas adotadas para cada circuito.

Tabela B-13: Condutores CA de Baixa Tensão

Condutores CA de Baixa Tensão					
Item	m-Si	Double Glass	CdTe	CIS	OPV
Distância	10,8 m	10 m	9 m	8 m	8 m
Material	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre
Isolação	HEPR	HEPR	HEPR	HEPR	HEPR
Seção	3x(2x35 mm²)	3x(1x16 mm²)	3x(1x6 mm²)	3x(1x6 mm²)	3x(1x6mm²)
Perda (ΔV)	0,22%	0,28%	0,58%	0,13%	0,58%
Média (ΔV)	0,36%				

Devem ser utilizados cabos com cores distintos para identificação dos condutores fase, neutro e de aterramentos (preto, azul e verde) e devidamente identificados por circuitos.

O encaminhamento dos cabos CA de baixa tensão será feito por eletrocalhas suspensas no teto.

Os condutores CA BT que conectam o quadro de paralelismo ao transformador da SE terão as mesmas características descritas acima. As bitolas devem ser de 240mm² com 4 condutores por fase (3x(4x240mm²) em uma distância de aproximadamente 5 metros, resultando assim em perdas de 0,07%. Portanto, a queda de tensão CA total do sistema é igual 0,43%.

B.2.7 Serviços de aquisição de dados

A UFV será equipada com um sistema automatizado de monitoramento e controle, com comunicação remota permitindo a operação e controle da usina por qualquer unidade de operação da empresa ou empresa terceirizada. Este será composto por:

- Sistema de aquisição de dados / Data Logger – No quadro de comunicação localizado na sala dos inversores, um sistema de aquisição de dados / data logger recolherá e armazenará os dados operacionais obtidos dos inversores, string boxes, estação meteorológica e do medidor de energia. O Data Logger deve ser equipado com no-break, garantindo sua alimentação em caso de falha da rede da distribuidora.
- Unidade para transmissão de dados. Devido à dificuldade de transmissão de dados no local, o sistema deve conter um sistema de transmissão GPRS, equipado com torre de aço zincada a fogo com no mínimo 25 micras e média mínima de 75 micras, de 15m de altura livre, estaiada, com dispositivo de acionamento manual para instalação, içamento e retirada da antena de transmissão e os devidos equipamentos para conversão do sinal. A torre poderá ser instalada na cobertura ou junto a uma das colunas no eletrocentro.

B.2.8 Proteção externa e interna das UFV – SPDA e DPS

Dependendo da densidade de descargas atmosféricas será necessária uma análise de risco para avaliar a necessidade de SPDA para o sistema fotovoltaicos. Essa análise deverá ser feita junto ao projeto executivo. Na estimativa de custo do projeto básico não é prevista uma proteção externa contra descargas atmosféricas (SPDA) para o arranjo fotovoltaico.

O eletrocentro e a subestação de energia receberão SPDA como dispõe as normas ABNT-NBR aplicáveis.

A proteção interna da planta será composta por DPS do tipo 2 corrente contínua instalado na caixa de junção das séries fotovoltaicas e na entrada CC do inversor (integrado no inversor centralizado).

A saída CA dos inversores terá um DPS combinado tipo 1+2 corrente alternada.

Os níveis de proteção (Up) e as demais caraterísticas dos DPS serão definidos no projeto executivo.

B.2.9 Malha de Aterramento e Ligação Equipotencial do Sistema Fotovoltaico

A malha de aterramento do eletrocentro será constituída por condutores de cobre nu 50 mm² diretamente enterrados, formando uma malha reticulada com espaçamento entre as hastes de 3m. A malha será interligada às malhas de aterramento dos inversores (subestações unitárias) e à malha da subestação de energia, como também à da cerca no perímetro do empreendimento. A resistência da malha de aterramento deve ser inferior a 10 Ω, caso contrário a malha deve ser aumentada até que se alcance os 10 Ω

A ligação equipotencial do gerador fotovoltaico será realizada através da interligação por condutor de 16 mm² cobre nu de todos os módulos fotovoltaicos. Cada bloco de módulos será interligado a uma barra de equipotencialização presente nas estruturas flutuantes de fixação das string boxes. Essas por sua vez serão conectadas a malha de aterramento em solo através de cabo de cobre isolado de 35mm² que será seguirá o mesmo percurso dos cabos de potência, porém em eletroduto separado.

B.3 Subestação de energia

B.3.1 Características da subestação de medição

A subestação de medição estará localizada próxima ao acesso principal do sistema flutuante, respeitando a distância máxima de 5m do perímetro da usina. A subestação contemplará: Chave seccionadora, para-raios, disjuntor de média tensão, nobreak com tempo de operação mínimo de 2 horas, transformadores de corrente e potencial para os relés de proteção e de medição (instalados em cavalete específico para tal).

B.3.2 Características da subestação elevadora

A subestação de energia (SE) das UFV será preparada para receber um circuito de rede MT de 13,8 kV independente. Será dotada de painéis de entrada com as devidas proteções.

A SE possuirá dois transformadores de capacidade de 750 kVA com suas respectivas chaves seccionadoras, conforme o diagrama unifilar no Anexo F.2 (referente ao DU Geral). As características do transformador são demonstradas na Tabela B-14.

Tabela B-14: Características dos transformadores de potência 0,38/13,8 kV

Item	Característica
Tipo de transformador	Elevador, trifásico a seco
Classe de tensão	13,8 kV
Potência nominal	2x750 kVA
Tensão primária nominal F-F / secundária nominal	380 V / 13,8 kV
Frequência	60 Hz
Perda de magnetização do núcleo (perda em vazio)	≤0,1% da potência nominal
Perdas devido à indução e perdas ôhmicas (perdas variáveis)	≤1,0% da potência atual

Obs: Os enrolamentos do transformador devem ser conectados em estrela solidamente aterrado do lado de média tensão (lado CEMIG) e secundário em delta (lado acessante), conforme ND5.31 da CEMIG.

B.3.3 Descritivo da conexão do empreendimento na rede de distribuição

Para conexão do sistema fotovoltaica a rede da concessionária, está previsto a construção de uma Rede de Distribuição Rural (RDR) em 13,8kV, trifásica (3#53mm² 1/0 CAA) de aproximadamente 1,2km entre as coordenadas [680.578/8.161.101-23K] e [680.803/81.60.778-23K], conforme Informação de Acesso 3099480863 / NS 1116510223 (Referência Cemig / Referência Cliente) de 06 de julho de 2018.

A conexão do sistema fotovoltaico a rede de distribuição deve ser realizada conforme padrão da concessionária, contemplando religador microprocessado trifásico 13,8kV, chave seccionadora e para-raios. As especificações do documento ED/CE-2087 da concessionária (Instalação de Religador em Rede de Distribuição Rural de 15kV) deve ser seguido. A especificações da estrutura que comporta o religador e a derivação da conexão presentes na ND-2.2 também devem ser seguidas.

Tabela B-15: Características da rede

Item	Característica
Tipo de rede	Rede aérea convencional
Classe de tensão	13,8 kV
Corrente máxima	50,2 A
Cabeamento	Cabo de Alumínio com alma de aço 1/0 CAA
Extensão da rede	1,2km

A conexão do sistema fotovoltaico a rede de distribuição deve ser realizada conforme padrão da concessionária, contemplando religador microprocessado trifásico 13,8kV, chave seccionadora e para-raios. As especificações do documento ED/CE-2087 da concessionária (Instalação de Religador em Rede de Distribuição Rural de 15kV) deve ser seguido. A especificações da estrutura que comporta o religador e a derivação da conexão presentes na ND-2.2 também devem ser seguidas.

C. Estudo de Produção de Energia

As simulações foram baseadas nos equipamentos, layout e diagrama unifilar de cada subsistema de acordo com os documentos contidos nos anexos F.1 e F.2.

C.1 Metodologia

A estimativa de produção de energia é calculada utilizando o *software* PVSYST versão 6.70, o *software* mais difundido mundialmente para dimensionar sistemas e usinas fotovoltaicas, e avaliar a produção de energia dos mesmos.

O programa foi validado em diversos estudos, por autores independentes, e com configurações de sistemas e tecnologias distintas. Pode-se concluir que, com exceção de módulos de silício amorfo, o *software* PVSYST é capaz de simular um grande número de diferentes sistemas conectados à rede com excelente precisão. Através de testes de forma independente de cada um dos algoritmos utilizados, foram identificadas as incertezas relacionadas à modelagem.

Pode-se afirmar que a **incerteza padrão** da simulação é da ordem de **2 - 3%**, considerando as incertezas do cálculo de perdas: sombreamento, angulares e espectrais, sujeira, nível de irradiância, temperatura, tolerância de potência dos módulos, incompatibilidade elétrica (*mismatch*), ôhmicas em corrente contínua e as eficiências do inversor (ajuste MPPT e conversão).

C.2 Premissas de simulação

C.2.1 Albedo

Refere-se à refletividade das superfícies do entorno e dentro da UFV. Dependendo do material que compõe a superfície ou do tipo de paisagem há um valor de albedo associado.

A refletividade das superfícies do entorno e dentro da UFV foi estimada para um valor médio de refletividade (Albedo) de 5% – o valor máximo para água fornecido pelo fabricante de módulo Jinko Solar no documento "CTDW9 Jinko LATAM_2018_Nuevas Tecnologías_Bifacial advantages and design.pdf". Este valor de Albedo foi considerado constante durante o ano.

C.2.2 Perdas térmicas do arranjo

Os parâmetros do comportamento térmico do arranjo são definidos no software PVSyst e este influencia fortemente o desempenho elétrico. O comportamento térmico é determinado por um balanço de energia entre a temperatura ambiente e o aquecimento da célula devido à irradiação incidente:

$$Tcel = Tamb + 1/U \,.\, (Alpha \,.\, Ginc \,.\, (1\text{-}Efic)$$

Onde:

Tamb é a temperatura ambiente;

Ginc é a irradiância incidente no plano do módulo;

Alpha é o coeficiente de absorção da irradiação solar, i.e. (1-reflexão);

Efic é a eficiência do módulo;

Valor U: o comportamento térmico é caracterizado por um fator de perda térmica chamado de U. Ele pode ser dividido em um componente constante Uc e um fator proporcional à velocidade do vento Uv:

$$U = Uc + Uv \cdot v$$

Esses fatores U dependem do modo de montagem dos módulos. Para livre circulação, este coeficiente refere-se a ambas as faces, isto é, o dobro da área do módulo. Se a parte de trás dos módulos estiver mais ou menos isolada termicamente, ele deve ser reduzido, teoricamente até metade do valor (ou seja, o lado traseiro não participa mais da convecção térmica e da transferência de radiação).

Na ausência de dados medidos confiáveis, o PVsyst propõe valores padrão sem dependência do vento (isto é, assumindo uma velocidade média do vento). Para sistemas em solo (com circulação de ar ao redor dos coletores), de acordo com medições em várias instalações, o PVSyst adota Uc = 29 W/m²·k, Uv = 0 W/m²·k / m/s.

Entretanto, o projeto em questão se refere a um sistema fotovoltaico flutuante. Baseado em referências bibliográficas encontradas, que informam uma temperatura média anual da célula 4°C inferior à média anual da temperatura da célula para sistemas montados em solo, o valor Uc foi ajustado.

O valor Uc foi incrementado em cada subsistema até que a temperatura média anual da célula comparada com a mesma temperatura considerando UC= 29 W/m²·k fosse 4°C inferior. Consequentemente as perdas por temperatura serão menores no sistema fotovoltaico flutuante e a produção de energia será maior.

C.2.3 Sujeira

De acordo com *IEA PVPS Task 7* (2007) o impacto médio da sujeira na produção de energia é relativamente pequeno, menor do que 2%, mas para os módulos com uma inclinação de 30° ou menos, molduras horizontais altas ou perfis de cobertura, a perda pode variar de 2 a 6% na base anual.

Segundo *Kimber et al.* (2006) a sujeira é uma complexa interação entre poeira e chuva. Há uma evidente diminuição da eficiência do módulo durante a estação seca. A perda média anual de acordo com o modelo desenvolvido pelos autores varia de 1,5 a 6,2%.

Deve-se adotar no plano de O&M um calendário de limpeza dos módulos FV, que é capaz de reduzir as perdas na média (durante o ano) em cerca de 50% do valor sem limpeza, segundo *N. Martín et al.* (2010).

A Figura C-1 ilustra os cálculos e mostra a porcentagem ótima de perda, assim como a quantidade de limpezas anuais para se chegar a este valor de perda.

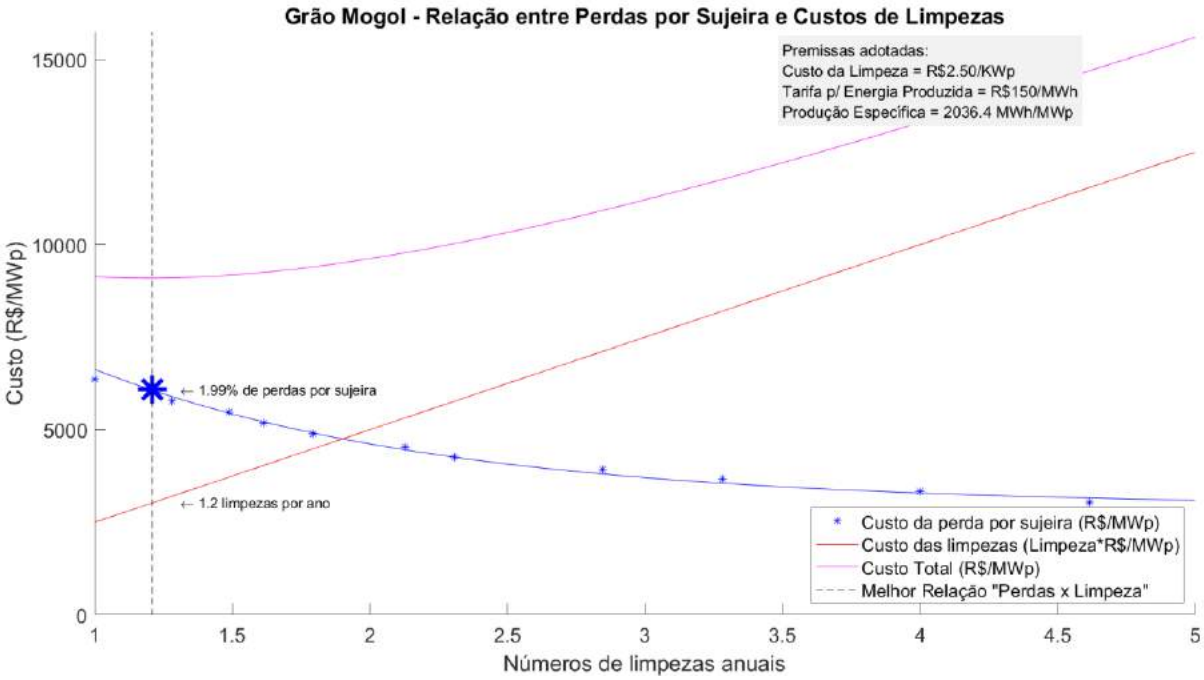


Figura C-1: Relação entre os Custos da perda por sujeira e os custos de limpeza dos módulos

A tendência é que meses mais secos apresentem maior perda, também vai ser durante períodos mais longos de estiagem que vão acontecer as limpezas. A Figura C-1 mostra valores médios anuais de perdas e limpezas. A Tabela C-1 indica as perdas médias mensais por sujeira.

Tabela C-1: Perdas mensais por sujeira (%)

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
0,54	0,87	0,77	1,31	2,67	4,25	3,93	3,64	3,64	1,68	0,37	0,29	1,99

Para estes cálculos adotou-se como premissas:

- Produção Específica: 2036 MWh/MWp;
- Preço de venda da energia: 150 R$/MWh;
- Custo de limpeza: 2,50 R$/MWp.

C.2.4 Sombreamento externo – Avaliação do Horizonte Geográfico

O sombreamento devido às caraterísticas do terreno e seu entorno (ondulações e montanhas) é avaliado calculando-se a altura do horizonte (elevação em graus) de pontos representativos, com o emprego do modelo digital de elevação SRTM-3. Utiliza-se o método de Ruiz-Arias et al[10].

[10] Ruiz-Arias J. A., Cebecauer T., Tovar-Pescador J., Šúri M., Spatial disaggregation of satellite-derived irradiance using a high-resolution digital elevation model. Solar Energy, 84, 1644-1657, 2010.

O resultado numérico é inserido no *software* PVSyst que calcula as perdas por sombreamento externo utilizando-se a linha do horizonte para cada intervalo de simulação (hora em hora).

A Figura C-2 mostra a trajetória solar durante o ano (em amarelo) e o horizonte topográfico (em cinza) para o local de implantação da usina fotovoltaica, onde existe uma elevação significante do horizonte tanto a Leste quanto a Oeste.

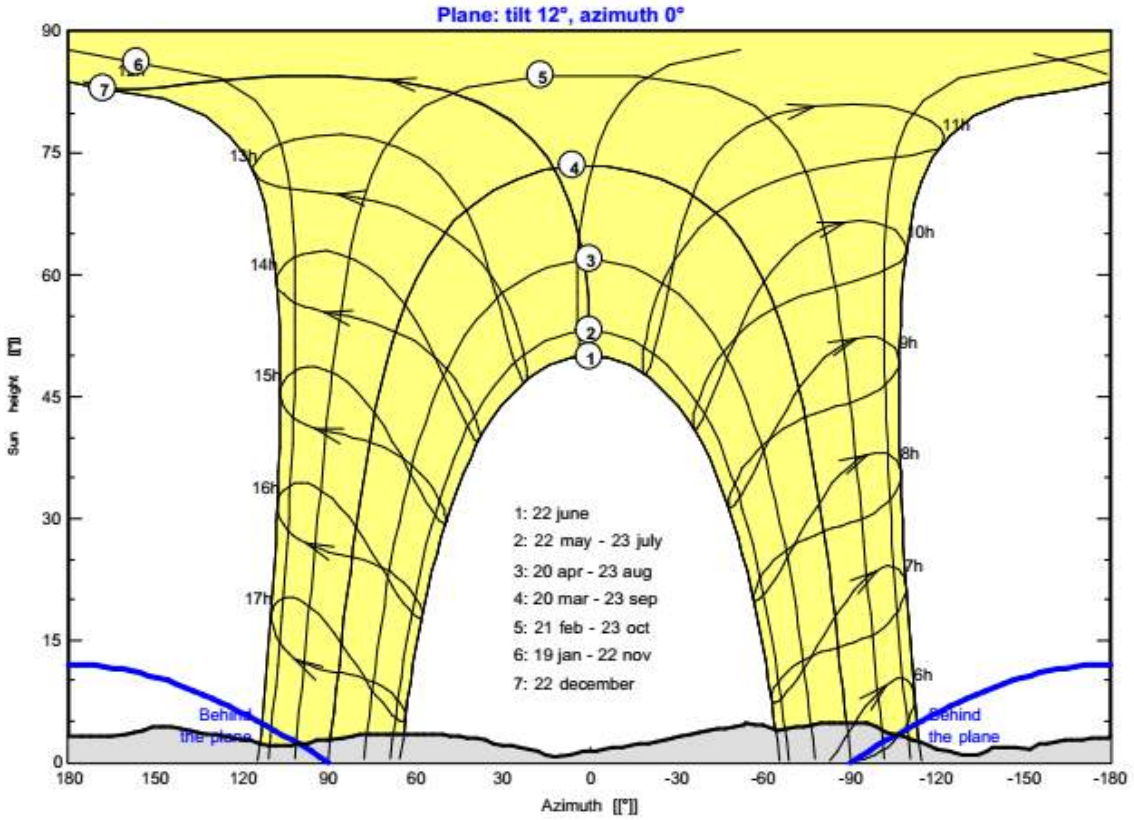


Figura C-2: Trajetória solar anual e linha do horizonte no local de implantação da usina fotovoltaica

O resultado numérico do horizonte geográfico foi inserido no software PVSyst e observou-se que o efeito de sombreamento neste caso causa perda de produção de energia.

C.3 Resultados da Produção Anual de Energia

Os equipamentos utilizados, perdas consideradas/calculadas e os resultados de produção anual de energia para cada subsistema podem ser consultados nos documentos:

- Módulo Monocristalino: “FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.PAE.mSi.R02.xlsx”
- Módulo Double Glass: “FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.PAE.DG.R01.xlsx”
- Módulo Filme Fino CdTe: “FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.PAE.CdTe.R01.xlsx”
- Módulo Filme Fino CIS: “FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.PAE.CIS.R01.xlsx”

D. Impactos Socioambientais decorrentes da Construção e Operação da UFV

D.1 Principais Impactos

Os principais impactos socioambientais na construção e operação de um empreendimento de geração de energia solar podem ser classificados como:

D.1.1 Positivos

O empreendimento terá os seguintes impactos positivos principais:

- Não há interferência na condição de solo, devido ao uso de maquinário muito leve e as instalações estarão apenas distribuídas no reservatório. As fundações de concreto serão limitadas somente às casas de comando, o que representa um impacto mínimo;
- Não haverá efluentes industriais, nem sanitários na fase de operação. O mesmo é valido para a fase de construção e desmontagem, pois para este projeto não há necessidade de alojamento, cantina, lavanderia etc. no canteiro de obra, pois estes serviços serão prestados na vila de operários;
- Não haverá resíduos tóxicos durante a montagem da UFV. Os principiais resíduos (papelão, tábuas de madeira, filmes e espumas de polímeros, óleos lubrificantes, graxas, solventes, tintas, restos / cortes de cabos e condutores, etc.) serão recolhidos e armazenados em tanques / tabuleiros distintos para cada resíduo, numa área separada do restante das instalações e protegida contra o acesso indevido. Esta área não deve trazer efeitos negativos ao solo e à água subterrânea;
- Devido aos princípios construtivos das UFV, no final da vida útil podem ser removidos 100% dos materiais utilizados (extração mecânica dos flutuadores e cabeamentos) e o reservatório e terreno poderão ser utilizados sem restrições para qualquer outra finalidade;
- Na fase de desmontagem os materiais da planta serão reaproveitados:
    - Flutuadores serão retirados do reservatório. E o material de polietileno poderão ser reciclados ou reaproveitados;
    - Cabos de cobre e alumínio, transformadores: receberão reciclagem;
    - Módulos fotovoltaicos: nos mercados maduros de energia fotovoltaica (em países como Alemanha, Itália, Espanha), já se estabeleceu uma indústria comercial de reciclagem de módulos fotovoltaicos. Os mesmos são triturados e os materiais (vidro, silício, alumínio, cobre, entre outros) são reaproveitados em grandes partes[11].
- A instalação sobre o reservatório pode afetar o ciclo da água, contribuindo para a redução dos níveis de evaporação da água, o que auxilia a manter o nível do reservatório;

[11] A organização "PVCycle" (www.pvcycle.org), na qual os principais fabricantes pertencem, promove essa reciclagem, organiza e promove o retorno dos módulos no final da vida útil na Europa. Acredita-se que com o desenvolvimento de mercado e aumento das quantidades de módulos instalados, um sistema similar se estabelecerá no Brasil.

- Não há necessidade de remoção de comunidades próximas à área destinada ao empreendimento;
- A área escolhida para implantação das UFV localizada junto a uma PCH é muito favorável visto que já existe no local condições para conexão da geração e capacidade de escoamento da produção adicional de energia. Portanto, evitando a construção de longas linhas de transmissão e cria uma geração hibrida do local;
- A fonte de energia solar é complementar à fonte de energia hídrica, pois há um aumento de geração de energia exatamente nos anos com menor produção de energia hidrelétrica – nos anos com menor pluviosidade, com menos nebulosidade e índice de nuvens mais baixo;
- Contribui para a redução do aquecimento global;
- Há a produção de energia limpa e a inserção do município no contexto global de produção de energia limpa;
- Utilização de mão-de-obra local e externa durante a fase de implantação das UFV;
- Aumento da empregabilidade dos trabalhadores envolvidos nas obras, uma vez que poderão ser reaproveitados em outros empreendimentos semelhantes;
- Contratos de prestação de serviço local como: hotéis / pousadas (acomodação, refeição, internet, lavanderia), aluguel de veículos (comuns, retroescavadeira, empilhadeira, ônibus/van para deslocamento operacional das equipes), manutenção de maquinaria e equipamentos, aluguel de banheiro químico, retirada de resíduos, segurança patrimonial, execução dos planos ambientais, sondagem, levantamentos topográficos, execução das obras civis (casa de comando, cercas, vias de acesso), etc.

D.1.2 Negativos

- Supressão parcial da cobertura vegetal: arbustos serão removidos. Apenas na área do eletrocentro, subestação, local de montagem dos flutuadores e demais áreas que podem ou não ser utilizadas, dependendo da necessidade da obra (estacionamento, escritório, etc.), conforme tabela abaixo – área estimada em solo de 1.015m²;

Tabela D-1: Tabela de áreas da usina

Tabela de Áreas dos Componentes da Usina	
Elementos em solo	Área
Subestação de entrada	68 m²
Subestação elevadora	26 m²
Sala elétrica (Eletrocentro)	21 m²
Local de montagem dos flutuadores	400 m²
Vias	130 m²
Demais áreas que podem ser utilizadas	370 m²
SUBTOTAL*	**1.015 m²**
Elementos no reservatório	Área
Flutuadores/Módulos	12.035 m²
Encaminhamento dos cabos	169 m²
SUBTOTAL	**12.204 m²**
ÁREA TOTAL	**13.219 m²**

*A área total da usina em solo está delimitada pela cerca no layout.

- Afugentamento da fauna durante a fase de implantação.
- Utilização de cerca de 1,67% da área total do espelho d'água (área do reservatório de aproximadamente 71,9 ha no NA máximo normal, conforme documento IO-PO/PE.01.027).
- Possíveis impactos sobre a ictiofauna, microbiologia e físico químico da água do reservatório devido a instalação do sistema flutuante na superfície da água e dos blocos de concreto para ancoragem no fundo do reservatório.

Os impactos socioambientais decorrentes da construção e operação das UFV serão descritos nos Programas Básicos Ambientais, apresentados em relatório específico, abordando o processo do licenciamento ambiental do empreendimento.

E. Índices de Indisponibilidade (TEIF e IP)

Os índices de indisponibilidade utilizados para a determinação da energia disponível para comercialização foram estimados de acordo com os valores médios praticados em projetos similares.

E.1 Indisponibilidade Programada – IP

A Indisponibilidade Programada (IP) corresponde ao tempo em que a operação da UFV é interrompida, devido à execução de manutenção programada. A IP compõe uma componente da rede em que a UFV é conectada e outra componente de indisponibilidade da própria UFV.

A conexão da UFV se dá via linha de distribuição de 13,8 kV. Considerando que as manutenções preventivas nesse nível de tensão geralmente são realizadas em linhas vivas, presume-se um valor de IP_rede baixo, de somente 5 horas diurnas por ano.

De acordo com minuta de resolução da ANEEL (2001) e nota técnica de 23 e 29/01/2001[12], a Indisponibilidade Programada é calculada da seguinte forma:

$$IP_{rede} = \frac{HDP}{HPxUAR} x100 = \frac{5}{4380x1} x100 = 0{,}11\%$$

Onde:

HDP = Horas de Desligamento Programado

HP = Horas do Período Considerado

UAR = Unidade-ano reportada. É o tempo, em anos, em que a(s) unidade(s) de geração esteve (estiveram) instalada(s)

A principal fonte de paradas da UFV para manutenção são os inversores.

As atividades de manutenção anual são: troca de filtros, entradas de ar, verificação das conexões/terminais e inspeção visual. O tempo estimado para execução destas atividades é de 1 a 2 horas.

As manutenções a cada 6 anos envolvem a troca de partes móveis, como ventiladores; inspeção visual, backup da memória do datalogger, além de outras atividades fora do inversor. Estas atividades duram de 4 a 6 horas por inversor.

Já nas manutenções a cada 12 anos ocorrem a troca de flat cables, cabos de comunicação ressecados, ou que perderam a isolação, e duram de 4 a 6 horas. Esta manutenção pode coincidir com a manutenção a cada 6 anos e o tempo é suficiente para a execução de ambas.

Observa-se que 6 horas contínuas no período noturno são suficientes para executar todas as atividades. Portanto, a indisponibilidade programada dos inversores é de 0%.

[12] http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/Audiencia_Publica/audiencia_proton/2001/ap001/ap001_2001_copel.pdf

Entretanto, existem manutenções no transformador da subestação, cubículo de MT, e linha MT. Considerando um cenário conservador, estima-se uma parada diurna de 6h/ano, considerando que grande parte das manutenções é realizada fora do horário de produção de energia (i.e. no período noturno).

Para uma UFV de 1 MW CA, se dá o seguinte resultado:

$$IP_{UFV} = \frac{HDP}{HPxUAR} x100 = \frac{6}{4380x1} x100 = 0{,}14\%$$

Em soma obtém-se um valor de indisponibilidade IP de 0,25%.

E.2 Indisponibilidade Equivalente por Interrupção Forçada – TEIF

A Taxa Equivalente de Indisponibilidade Forçada (TEIF) representa o percentual do tempo em que a usina não está apta a operar, devido à ocorrência de falha ou interrupção de emergência, em condições não programadas, abatidas as paradas programadas. De acordo com a ANEEL, a taxa é determinada pela expressão:

$$TEIF = \frac{HDF + HEDF}{HS + HDF} x100$$

Onde:

HDF = horas de desligamento forçado;

HEDF = horas equivalentes de desligamento forçado – a unidade geradora opera com potência nominal limitada, associada a uma condição forçada;

HS = horas de serviço – a unidade geradora opera sincronizada ao sistema.

A HDF compõe horas de desligamento da rede em que a UFV está conectada e as horas de desligamento da UFV.

Uma linha de distribuição de uso restrito conectada à SE, apresenta índices de indisponibilidade muito baixos. Presume-se um tempo de falhas da linha e rede de 5 horas diurna a cada 5 anos, equivalente às 1h diurna/ano.

A principal causa de paradas na geração FV são os inversores. A experiência internacional demonstra que tipicamente a cada 4 anos um inversor para. Considerando um eventual envio de peças via aérea, estima-se que a parada terá uma duração típica de 3 dias, o que corresponde a 36 horas diurnas a cada 4 anos, equivalente a 9 horas diurnas por ano.

Reduções de potência em UFV são frequentes e têm a sua origem em indisponibilidade de séries fotovoltaicas (defeito de fusíveis ou cabeamento), falhas no controle MPPT do inversor e defeitos parciais em módulos de potência. Presume-se uma indisponibilidade de séries fotovoltaicas de 0,08%, correspondendo a 3,5 h diurnas por ano e uma operação do inversor limitada a 75% durante 2 dias por ano (equivalente há 6 horas diurnas por ano).

Em soma resulta:

$$TEIF = \frac{1 + 9 + 3{,}5 + 6}{4380} x100 = 0{,}45\%$$

Tabela E-1: Taxas de indisponibilidade

Item	Premissa / Ajuste
Indisponibilidade Programada (IP)	0,25%
Taxa Equivalente de Indisponibilidade Forçada (TEIF)	0,45%

F. ANEXOS

F.1 Layout da Usina Fotovoltaica Flutuante

Referir-se aos desenhos FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.Layout.R04.pdf

F.2 Diagramas Unifilares

Os Diagramas Unifilares das UFV até o ponto de conexão da rede da concessionária, incluindo a subestação do empreendimento e a linha de transmissão, assim como o detalhamento das séries e arranjos fotovoltaicos típicos e inversores:

Referir-se aos desenhos FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.DU.R03.pdf

F.3 Cronograma de obra

Referir-se ao arquivo FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.CRON.R01.pdf

F.4 Cronograma Físico Financeiro de obra

Referir-se ao arquivo FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.CRON.FIN.R04.pdf

F.5 Histograma de funcionários

Referir-se ao arquivo FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.HIST.R04.pdf

F.6 Composição de custos e orçamentos

Referir-se a planilha FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.PCO.R05.xlsx

F.7 Análise da produção de energia

Referir-se as planilhas:

Módulo Monocristalino: “FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.PAE.mSi.R02.xlsx”

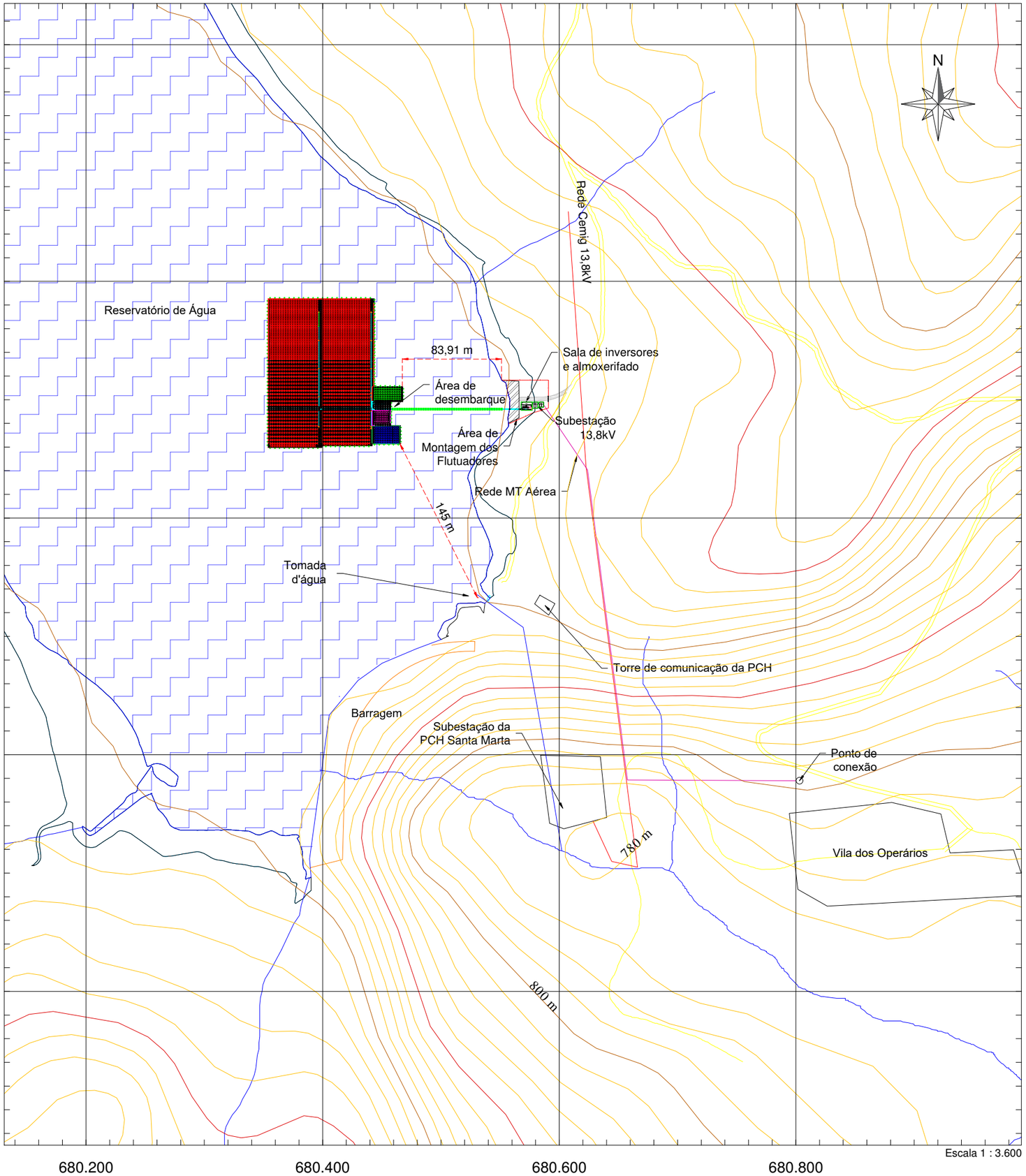
Módulo Double Glass: “FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.PAE.DG.R01.xlsx”

Módulo Filme Fino CdTe: “FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.PAE.CdTe.R01.xlsx”

Módulo Filme Fino CIS: “FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.PAE.CIS.R01.xlsx”

ANEXOS

F.1 Layout da Usina Fotovoltaica Flutuante



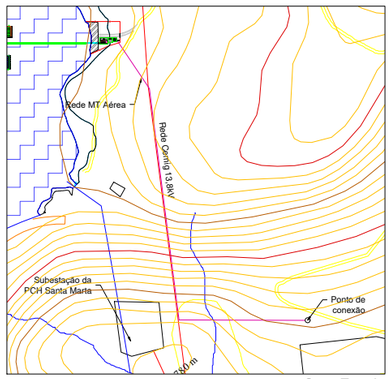
Localização da UFV pelo mapa regional de satélite

Sem Escala

Localização da UFV a nível de Brasil

Sem Escala

Ponto de Conexão



Sem Escala

Legenda
Cerca
Rede MT
Área do reservatório
APP
Hidrografia
Curvas de Nível Maiores
Curvas de Nível Intermediárias
Curvas de Nível Menores
Estradas
Flutuador
Passarela Flutuante
Módulos fotovoltaicos m-Si
Módulos fotovoltaicos Double Glass
Módulos fotovoltaicos CdTe
Módulos fotovoltaicos CIS
Módulos fotovoltaicos OPV
Boias de encaminhamento CC

Dados da UFV	
Potência nominal de módulos instalados	1.201,09 kWp
Potência nominal de Inversores instalados	1.038,8 kW
Tipo de estrutura	Flutuante
N° de módulos / Potência unitária / Jinko Solar 355 Wp	3.260 @ 355 Wp
N° de módulos / Potência unitária / Canadian Solar 325Wp	100 @ 325 Wp
N° de módulos / Potência unitária / First Solar 115 Wp	48 @ 115 Wp
N° de módulos / Potência unitária / Solar Frontier 175 Wp	5 @ 175 Wp
N° de módulos / Potência unitária / Sunew 55,6 Wp	88 @ 55,6 Wp
Número de Inversores / Potência unitária	10 @ 100 kW 1 @ 27,6 kW 2 @ 5 kW 1 @ 1,2 kW
Orientação dos módulos	0° (Norte)
Inclinação	12°
Área total de módulos	6.631,7 m²
Área total da usina	13.024 m²
Coordenadas da UFV	
Latitude	8.161.145 m S
Longitude	680.335 m E
Fuso	23K

R04	26/09/2018	Aumento do número de módulos m-Si	LT
R03	25/09/2018	Correção número de módulos OPV	LT
R02	27/08/2018	Redução de módulos OPV	AO
R01	24/07/2018	Revisão conforme comentários enviados em 19/07	JL
R00	19/06/2018	Versão Preliminar	JL
REV.	DATA	PROPÓSITO	DES

REFERÊNCIAS:
Projeção Universal Transversal de Mercator (UTM)
DATUM Horizontal: SIRGAS 2000
Meridiano Central Fuso: 24L

NOTAS:

TÍTULO:
Projeto Básico

NOME DO ARQUIVO:
FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.Layout.R04

EMPREENDIMENTO:
UFV Veredas Solares

LOCAL
Grão Mogol - MG

CLIENTE:
AEDAS MG

AEDAS

FOTOVOLTEC Solar Engineering

DIRETOR TÉCNICO:
Werner Klaus
Físico (M.Sc)

DATA:
26/09/2018

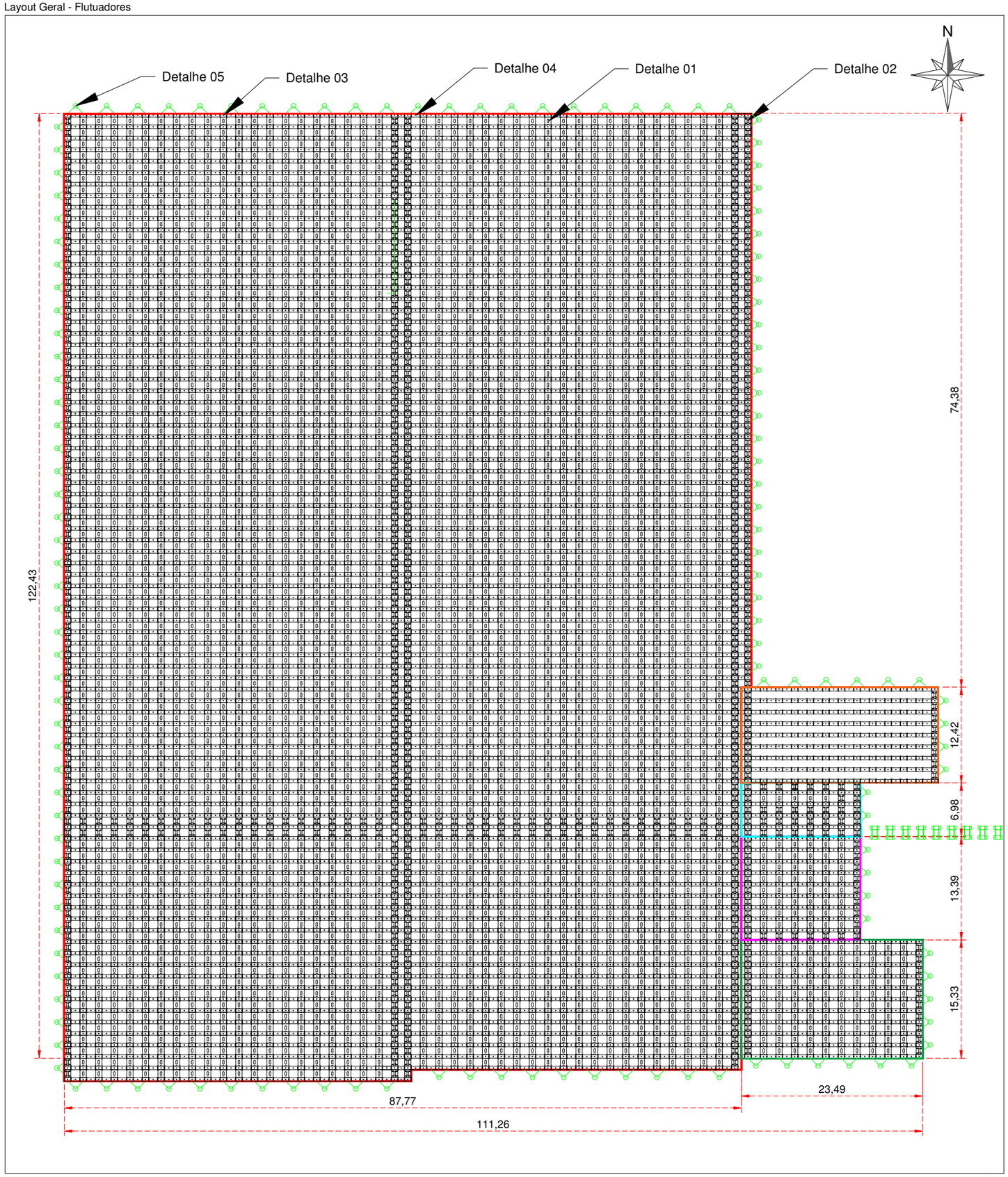
ESCALA:
Indicada

DIM. FOLHA:
A3-420 X 297 mm

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
Gustavo Garcia dos Reis
Engº. Eletricista - CREA 124414/D - PR

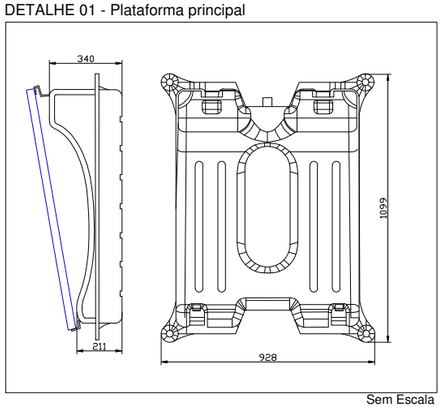
FOLHA:
01 /04

Layout Geral - Flutuadores



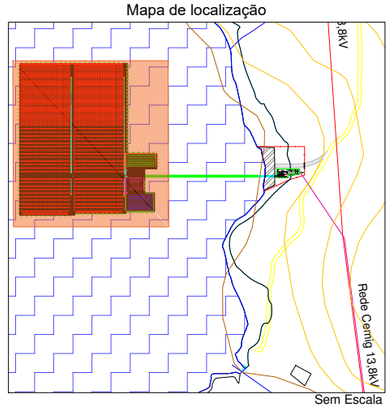
Escala 1 : 550

DETALHE 01 - Plataforma principal



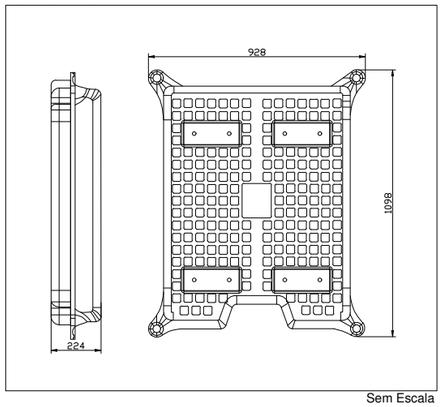
Sem Escala

Mapa de localização



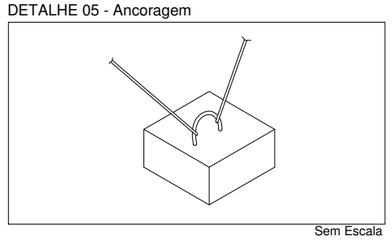
Sem Escala

DETALHE 02 - Plataforma secundária



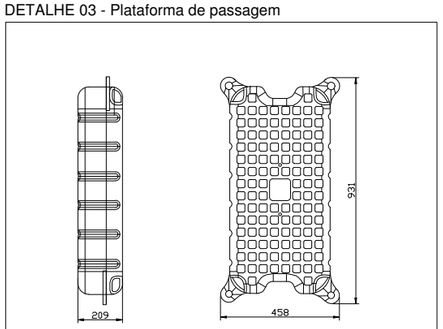
Sem Escala

DETALHE 05 - Ancoragem



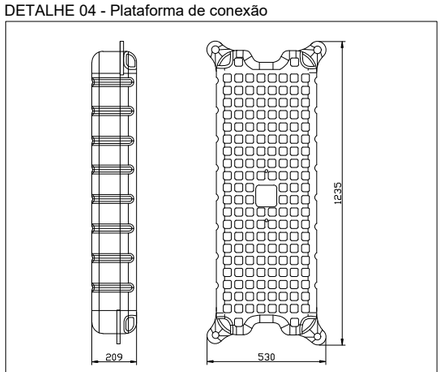
Sem Escala

DETALHE 03 - Plataforma de passagem



Sem Escala

DETALHE 04 - Plataforma de conexão



Sem Escala

REV.	DATA	PROPÓSITO	DES
R03	26/09/2018	Aumento do número de módulos m-Si	LT
R02	27/08/2018	Redução de módulos OPV	AO
R01	24/07/2018	Revisão conforme comentários enviados em 19/07	JL
R00	19/06/2018	Versão Inicial	JL

REFERÊNCIAS:
Projeção Universal Transversal de Mercator (UTM)
DATUM Horizontal: SIRGAS 2000
Meridiano Central Fuso: 24L

NOTAS:

TÍTULO:
Estrutura Flutuante

NOME DO ARQUIVO:
FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.Layout.R03

EMPREENDIMENTO:
UFV Veredas Solares

LOCAL
Grão Mogol - MG

CLIENTE:
AEDAS MG

AEDAS

FOTOVOLTEC Solar Engineering

DIRETOR TÉCNICO:
Werner Klaus
Físico (M.Sc)

DATA:
26/09/2018

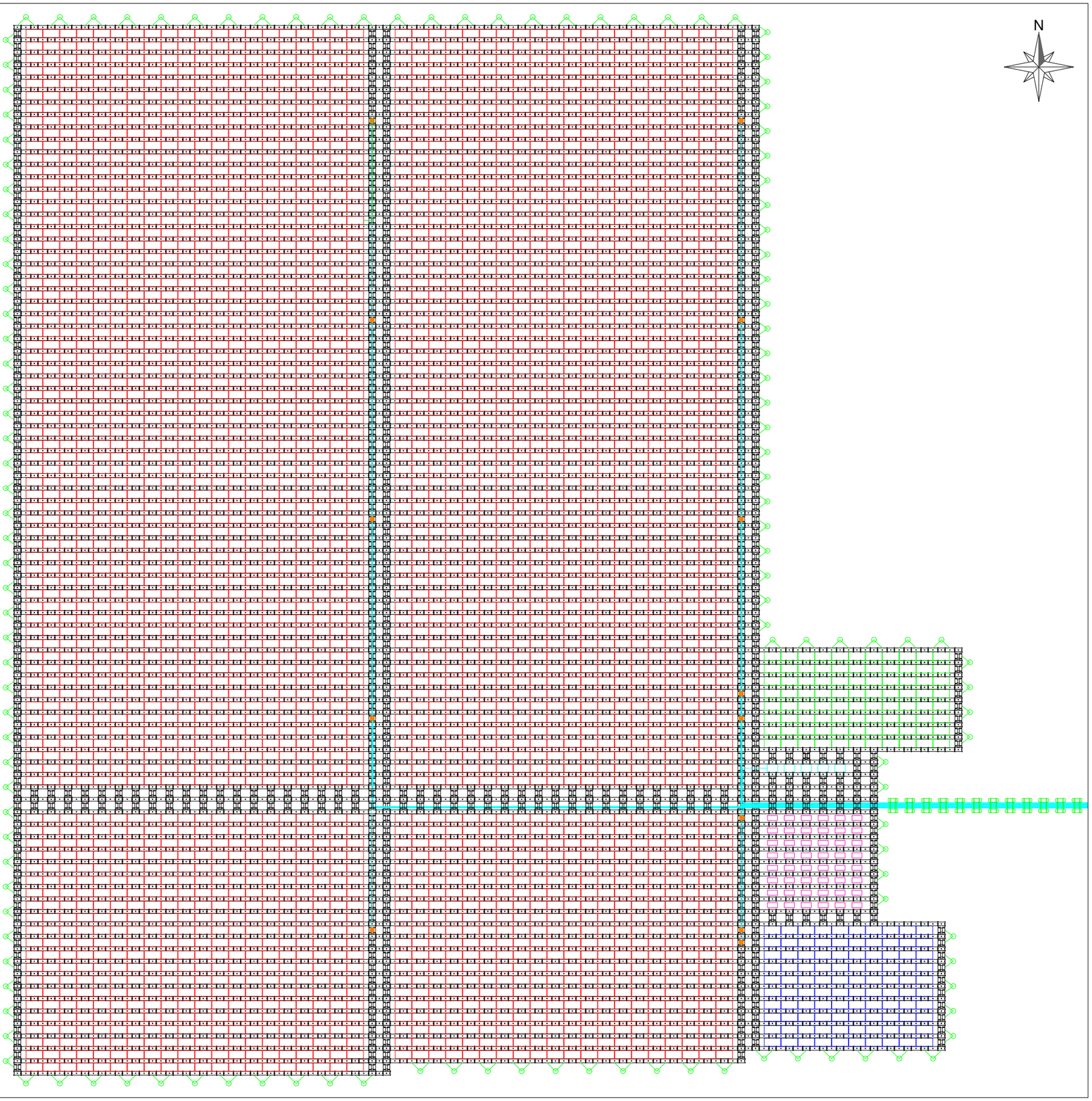
ESCALA:
Indicada

DIM. FOLHA:
A3-420 X 297 mm

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
Gustavo Garcia dos Reis
Engº. Eletricista - CREA 124414/D - PR

FOLHA:
02/04

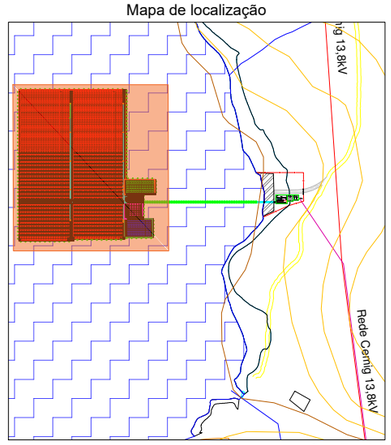
Layout Geral - Módulos



1 : 450

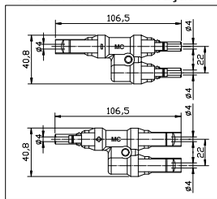
N

Mapa de localização



Sem Escala

Conector MC4 de derivação



OBS: Serão utilizados conectores MC4 de derivação para junção a cada duas strings dos módulos OPV com o intuito de reduzir o número de entradas da string box.

Sem Escala

Legenda
Módulo m-Si
Módulo Double Glass
Módulo CdTe
Módulo CIS
Módulo OPV
String Box
Cabeamento CC Secundário
Plataforma de passagem
Plataforma de conexão
Plataforma secundária
Ancoragem
Bóias para encaminhamento dos cabos

REV.	DATA	PROPÓSITO	DES
R03	26/09/2018	Aumento do número de módulos m-Si	LT
R02	27/08/2018	Redução de módulos OPV	AO
R01	24/07/2018	Revisão conforme comentários enviados em 19/07	JL
R00	19/06/2018	Versão Inicial	JL

REFERÊNCIAS:
Projeção Universal Transversal de Mercator (UTM)
DATUM Horizontal: SIRGAS 2000
Meridiano Central Fuso: 24L

NOTAS:

TÍTULO:
Layout dos Arranjos Fotovoltaicos

NOME DO ARQUIVO:
FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.Layout.R03

EMPREENDIMENTO:
UFV Veredas Solares

LOCAL
Grão Mogol - MG

CLIENTE:
AEDAS MG

AEDAS

FOTOVOLTEC
Solar Engineering

DIRETOR TÉCNICO:
Werner Klaus
Físico (M.Sc)

DATA:
26/09/2018

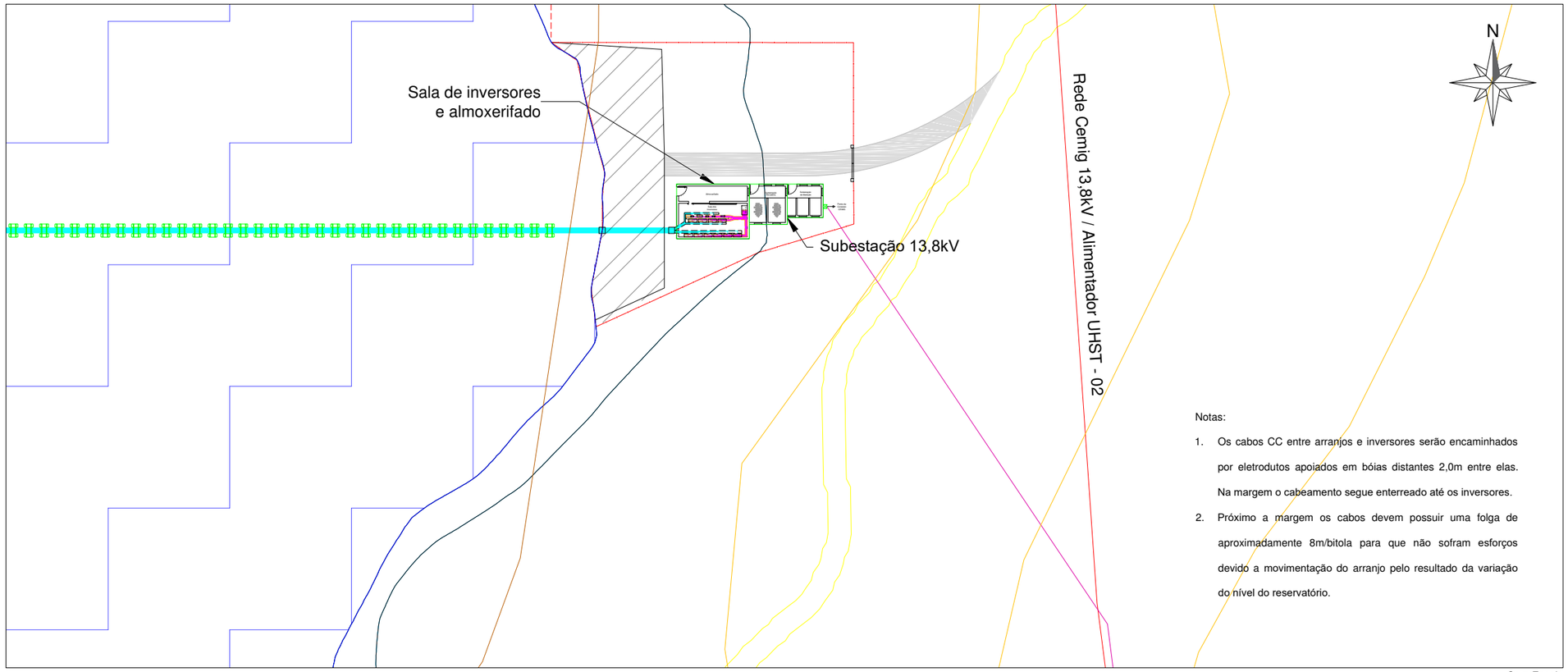
ESCALA:
Indicada

DIM. FOLHA:
A3-420 X 297 mm

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
Gustavo Garcia dos Reis
Engº. Eletricista - CREA 124414/D - PR

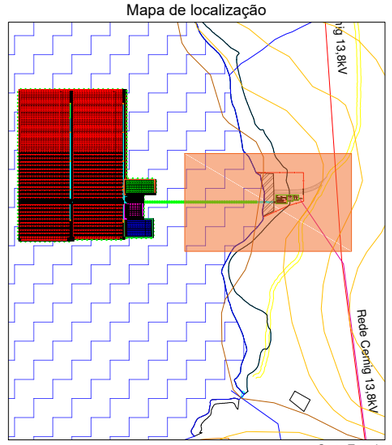
FOLHA:
03/04

Eletrocentro e Ponto de Conexão



Sem Escala

Mapa de localização



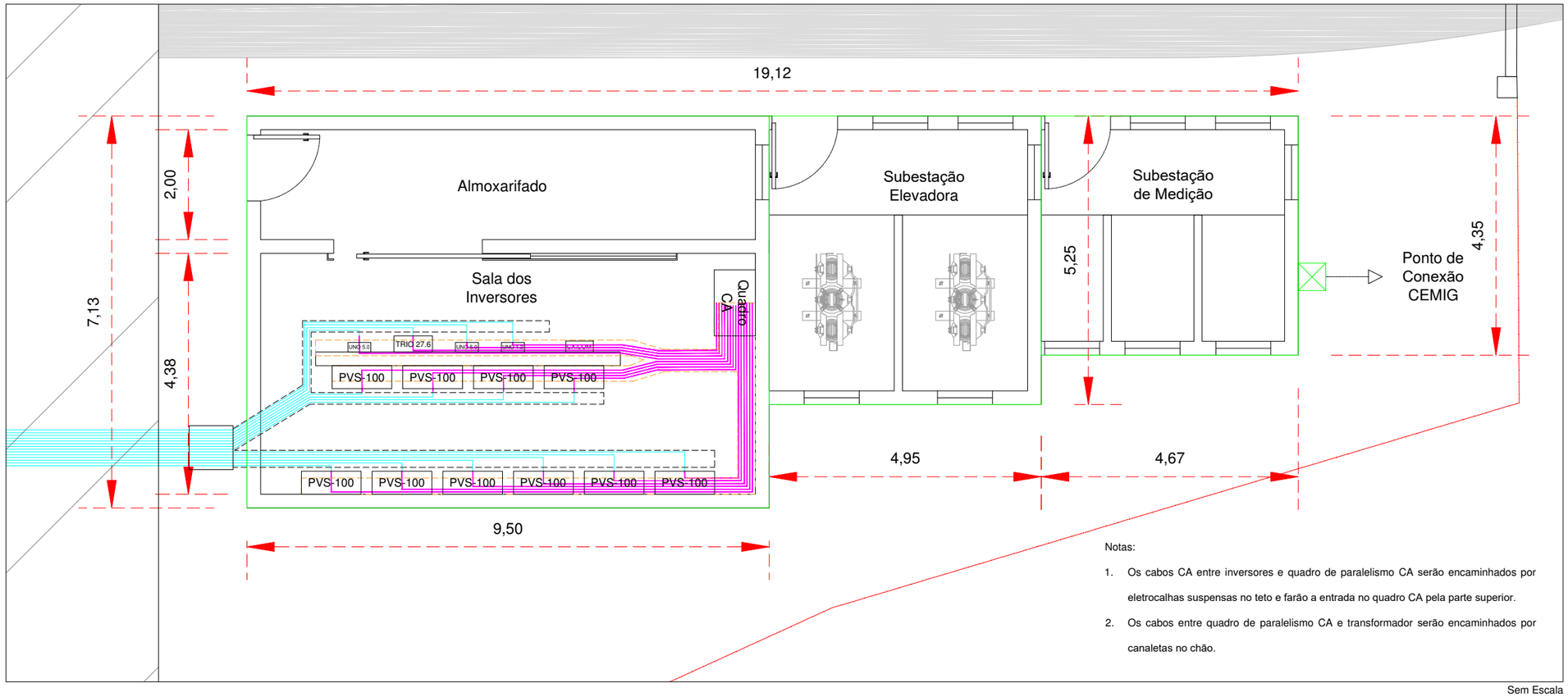
Sem Escala

Notas:

1. Os cabos CC entre arranjos e inversores serão encaminhados por eletrodutos apoiados em bóias distantes 2,0m entre elas. Na margem o cabeamento segue enterreado até os inversores.
2. Próximo a margem os cabos devem possuir uma folga de aproximadamente 8m/bitola para que não sofram esforços devido a movimentação do arranjo pelo resultado da variação do nível do reservatório.

Legenda	
	Módulo m-Si
	Módulo Double Glass
	Módulo CdTe
	Módulo CIS
	String Box
	Elatrocalhas
	Cabeamento CC Secundário
	Cabeamento CA
	Plataforma de passagem
	Plataforma de conexão
	Plataforma secundária
	Ancoragem
	Bóias para encaminhamento dos cabos

Detalhe Eletrocentro



Sem Escala

Notas:

1. Os cabos CA entre inversores e quadro de paralelismo CA serão encaminhados por eletrocalhas suspensas no teto e farão a entrada no quadro CA pela parte superior.
2. Os cabos entre quadro de paralelismo CA e transformador serão encaminhados por canaletas no chão.

REV.	DATA	PROPÓSITO	DES
R02	27/08/2018	Inserido subestação de medição	AO
R01	24/07/2018	Revisão conforme comentários enviados em 19/07	JL
R00	19/06/2018	Versão Inicial	JL

REFERÊNCIAS:
Projeção Universal Transversal de Mercator (UTM)
DATUM Horizontal: SIRGAS 2000
Meridiano Central Fuso: 24L

NOTAS:

TÍTULO:
Eletrocentro e Subestação de Energia

NOME DO ARQUIVO:
FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.Layout.R02

EMPREENDIMENTO:
UFV Veredas Solares

LOCAL
Grão Mogol - MG

CLIENTE:
AEDAS MG

AEDAS

FOTOVOLTEC
Solar Engineering

DIRETOR TÉCNICO:
Werner Klaus
Físico (M.Sc)

DATA:
27/07/2018

ESCALA:
Indicada

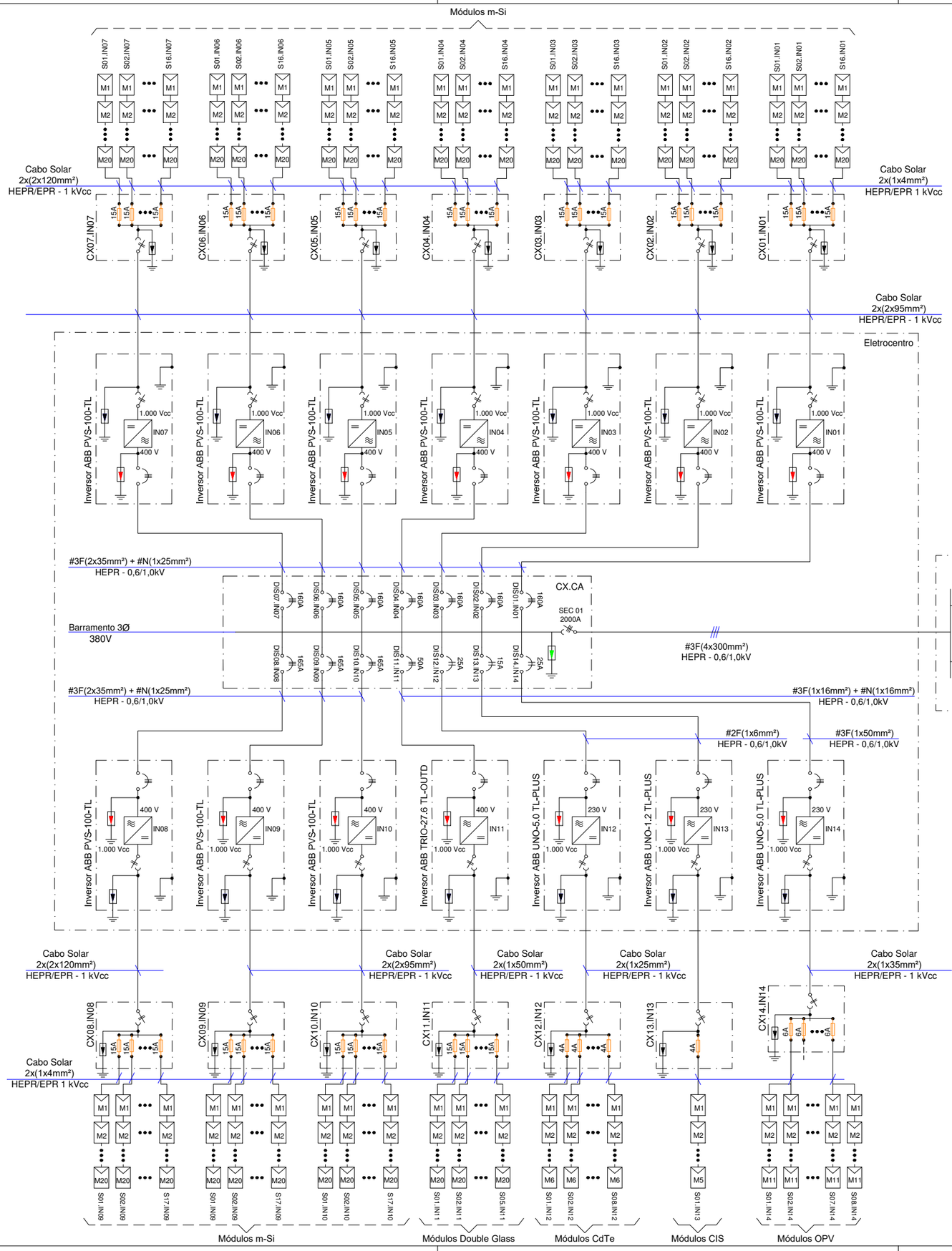
DIM. FOLHA:
A3-420 X 297 mm

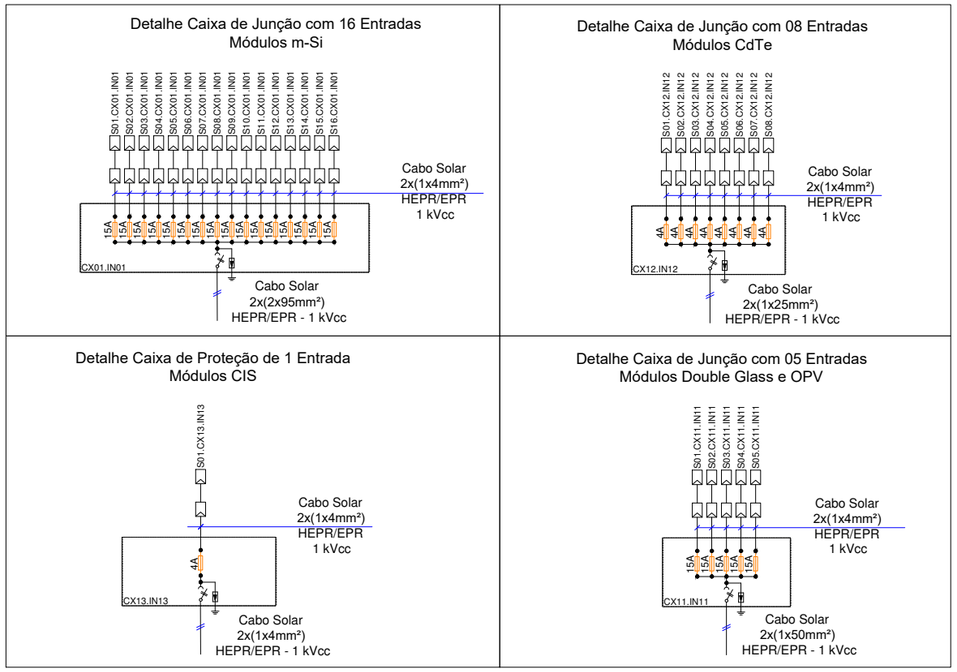
RESPONSÁVEL TÉCNICO:
Gustavo Garcia dos Reis
Engº. Eletricista - CREA 124414/D - PR

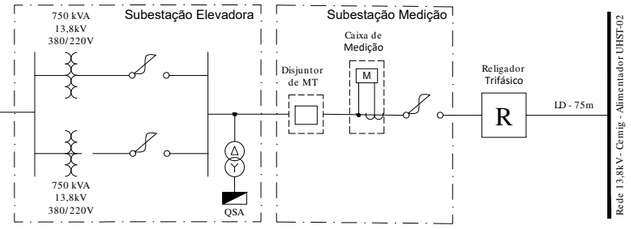
FOLHA:
04/04

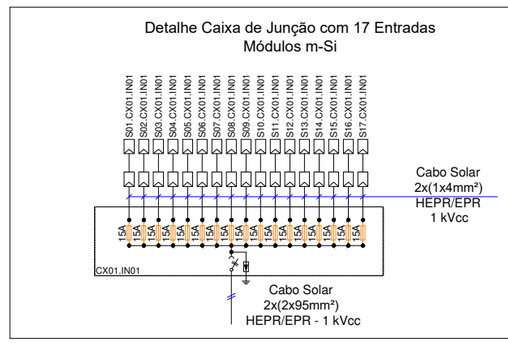
ANEXOS

F.2 Diagramas Unifilares









Legenda			
	Inversor de Frequência		Transformador Trifásico 1200 kVA; 0,38/13,8kV
	Chave seccionadora sob carga		Módulo Fotovoltaico
	DPS CC Fotovoltaico - Tipo II Interno ao Inversor		Disjuntor Tripolar Associado ao Inversor
	DPS CA - Tipo II Interno ao Inversor		Transformador para Serviços Auxiliares (TSA)
	DPS CA - Tipo I		Continuação
	Aterramento		Chave
	Fusível		Quadro de Serviços Auxiliares

Notas:

1. As caixas de junção correspondentes aos inversores IN02 a IN10 são idênticas a caixa correspondente do inversor IN01 (Ver detalhe - Caixa de Junção com 16 Entradas).

REV.	DATA	PROPÓSITO	DES
R03	26/09/2018	Aumento dos módulos m-Si	LT
R02	27/08/2018	Redução dos módulos OPV	AO
R01	24/07/2018	Revisão conforme comentários enviados em 19/07	AO
R00	19/06/2018	Versão inicial	AO

REFERÊNCIAS:

NOTAS:

TÍTULO: Diagrama Unifilar Detalhado

NOME DO ARQUIVO: FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.DU.R04

EMPREENDIMENTO: UFV Veredas Solares

LOCAL: Grão Mogol / MG

CLIENTE: AEDAS MG

DIRETOR TÉCNICO: Werner Klaus, Físico (M.Sc)

DATA: 26/09/2018

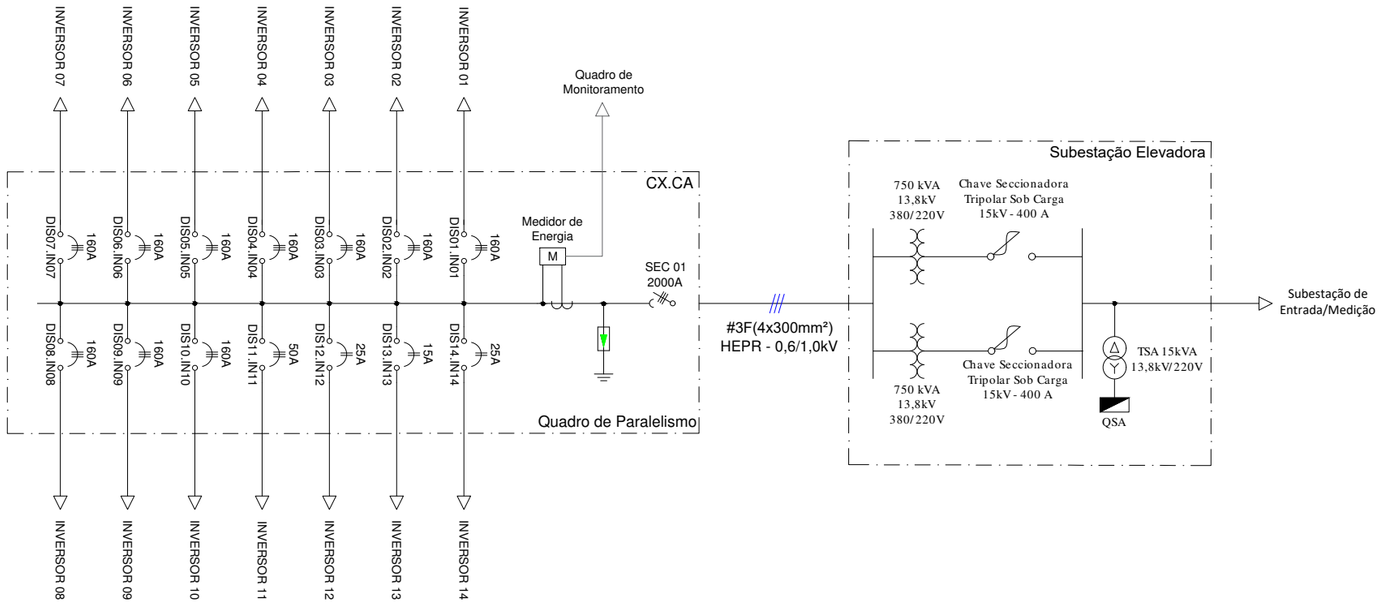
ESCALA: SE

DIM. FOLHA: A3-420 X 297 mm

RESPONSÁVEL TÉCNICO: Gustavo Garcia dos Reis, Engº. Eletricista - CREA 124414/D - PR

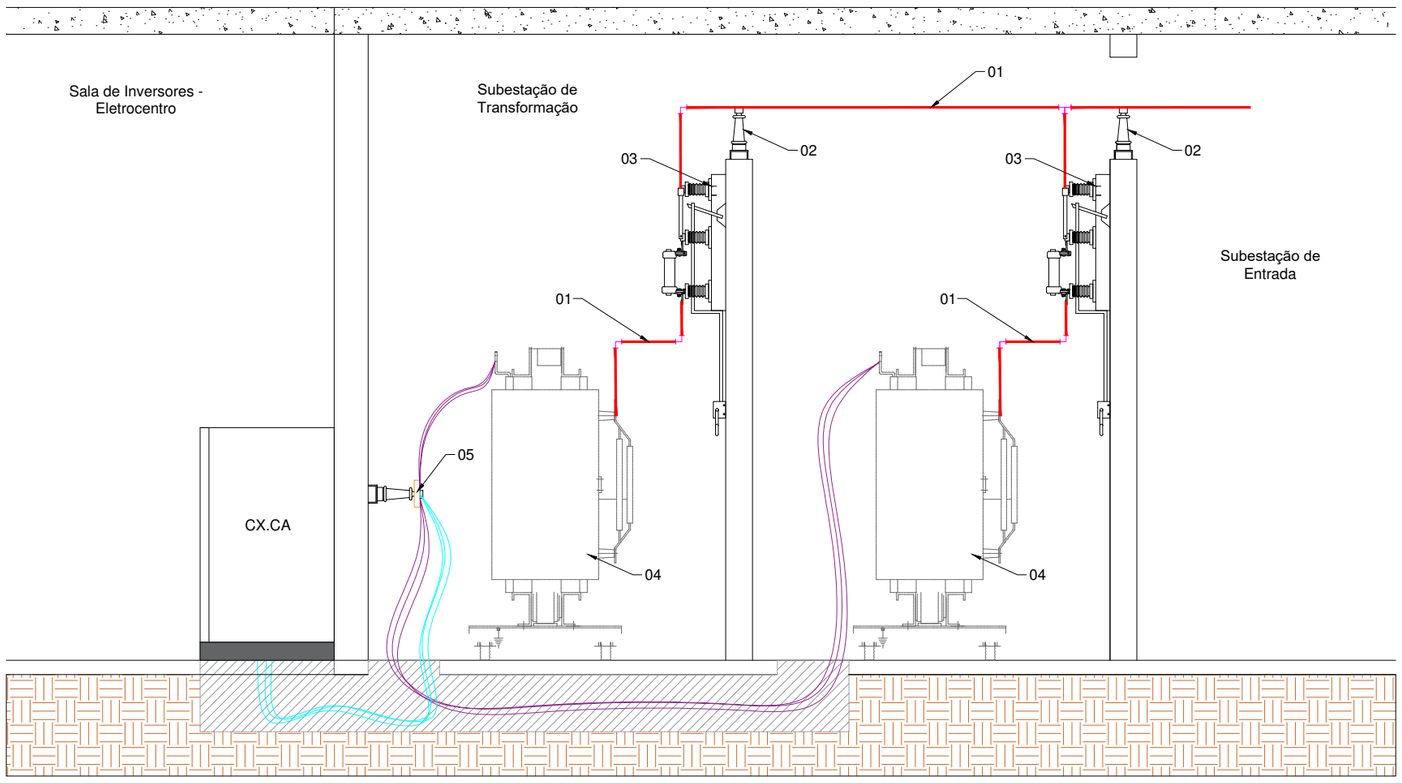
FOLHA: 01/03

DIAGRAMA UNIFIAR - SE DE TRANSFORMAÇÃO E CX.CA



Legenda	
	Chave seccionadora sob carga
	DPS CA - Tipo I
	Transformador Trifásico 750 kVA; 0,38/13,8kV
	Transformador para Serviços Auxiliares (TSA)
	Chave Seccionadora
	Quadro de Serviços Auxiliares
	Disjuntor Bipolar
	Disjuntor Tripolar
	Aterramento

ESQUEMA E LIGAÇÃO DA SE DE TRANSFORMAÇÃO E CX.CA



Equipamentos:

1. Vergalhão de cobre;
2. Isolador Pilar 15kV;
3. Chave seccionadora 15kV;
4. Transformador 750kVA trifásico a seco;
5. Barramento de cobre BT;

REV.	DATA	PROPÓSITO	DES
R02	14/09/2018	Adicionado esquema da SE de Transformação	AO
R01	24/07/2018	Revisão conforme comentários enviados em 19/07	AO
R00	19/06/2018	Versão inicial	AO

REFERÊNCIAS:

NOTAS:

TÍTULO:
Diagrama Unifilar - SE de Transformação

NOME DO ARQUIVO:
FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.DU.R02

EMPREENDIMENTO:
UFV Veredas Solares

LOCAL
Grão Mogol / MG

CLIENTE:
AEDAS MG

AEDAS

FOTOVOLTEC
Solar Engineering

DIRETOR TÉCNICO:
Werner Klaus
Físico (M.Sc)

DATA:
14/09/2018

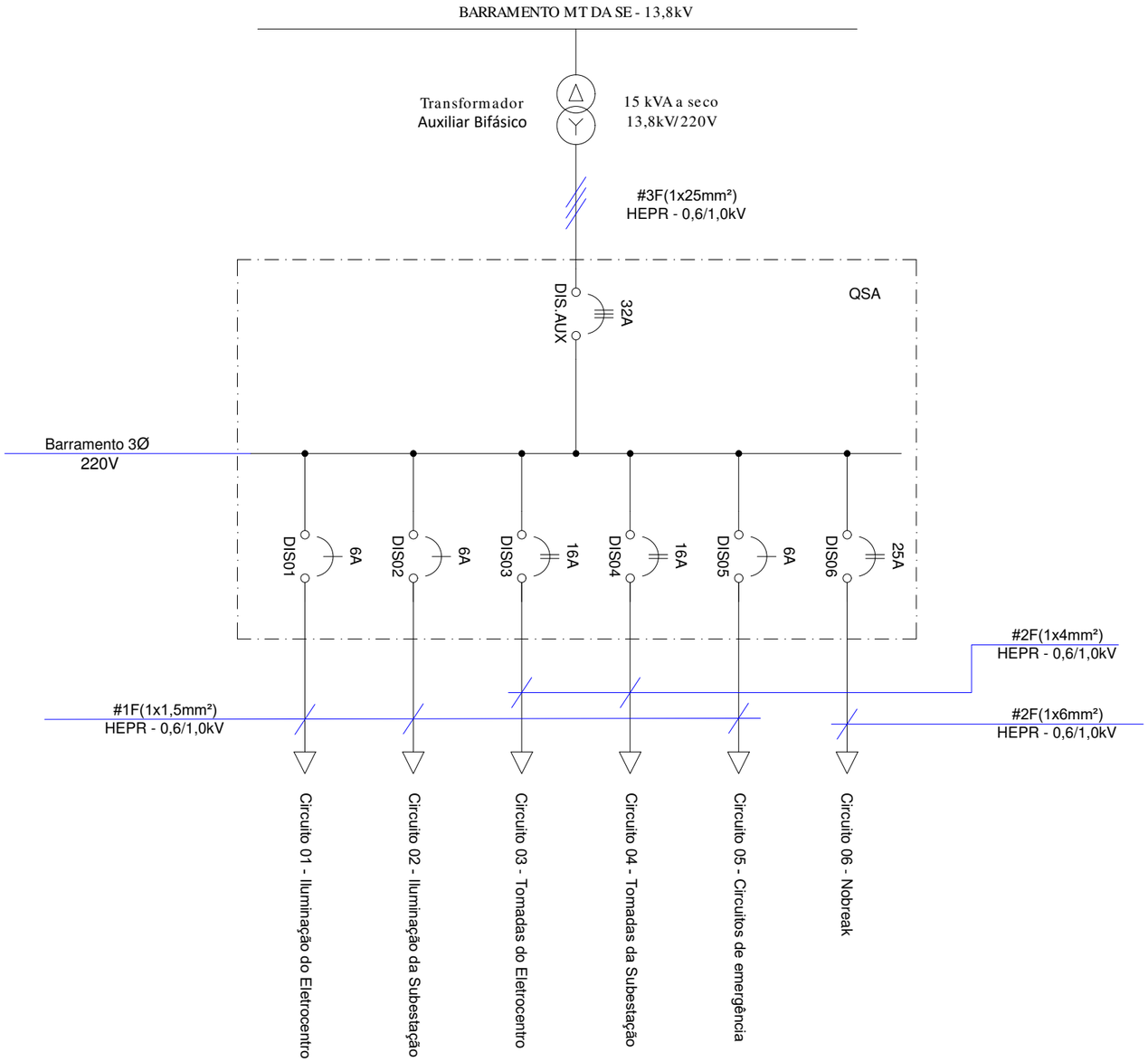
ESCALA:
SE

DIM. FOLHA:
A3-420 X 297 mm

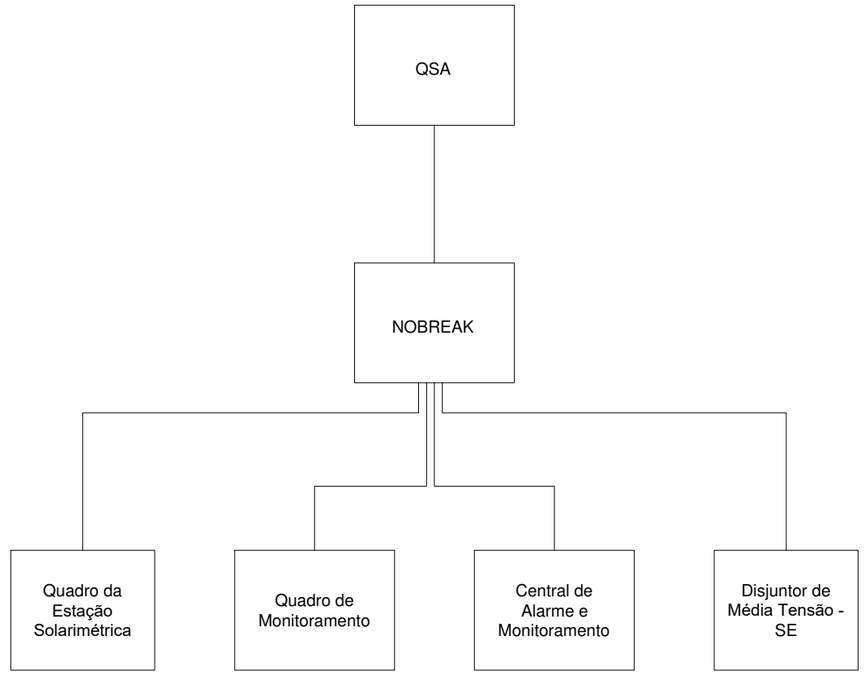
RESPONSÁVEL TÉCNICO:
Gustavo Garcia dos Reis
Engº. Eletricista - CREA 124414/D - PR

FOLHA:
02/03

DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA AUXILIAR



EQUIPAMENTOS LIGADOS AO NOBREAK



Legenda	
	Disjuntor Monopolar
	Disjuntor Bipolar
	Disjuntor Tripolar
	Transformador para Serviços Auxiliares (TSA)

Notas:

1. Autonomia mínima do nobreak deve ser de pelo menos 2 horas.

Tabela de Carga	
Circuito	Potência Total
Circuito 01 - Iluminação do Eletrocentro (6x(2x18W))	220 W
Circuito 02 - Iluminação da Subestação (2x(2x18W))+(5x40W)	280 W
Circuito 03 - Tomadas do Eletrocentro (5x600W)	3.000 W
Circuito 04 - Tomadas da Subestação (4x600W)	2.400 W
Circuito 05 - Circuito de Emergência (5x20W)	100 W
Circuito 06 - Nobreak (1x6.500W)	6.500 W
TOTAL	**12.250 W**

REV.	DATA	PROPÓSITO	
R02	14/09/2018	Adicionado circuitos auxiliares	AO
R01	24/07/2018	Revisão conforme comentários enviados em 19/07	AO
R00	19/06/2018	Versão inicial	AO

REFERÊNCIAS:

NOTAS:

TÍTULO:
Diagrama Unifilar - Sistemas Auxiliares

NOME DO ARQUIVO:
FVT.2018.079.MG.AEDAS.Flutuador.DU.R02

EMPREENDIMENTO:
UFV Veredas Solares

LOCAL
Grão Mogol / MG

CLIENTE:
AEDAS MG

AEDAS

FOTOVOLTEC Solar Engineering

DIRETOR TÉCNICO:
Werner Klaus
Físico (M.Sc)

DATA:
14/09/2018

ESCALA:
SE

DIM. FOLHA:
A3-420 X 297 mm

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
Gustavo Garcia dos Reis
Engº. Eletricista - CREA 124414/D - PR

FOLHA:
03/03

ANEXOS

F.3 Cronograma de Obras

F.4 Cronograma Físico Financeiro

(Verificar Anexo C da Chamada Pública AEDAS P&D 01/2018)

ANEXOS

F.6 Composição de custos e orçamentos

Análise Econômica - UFV Veredas Sol e Lares

FOTOVOLTEC Solar Engineering

Consultor	UFV Veredas Sol e Lares - MG	Tipo de Sistema	Potência CC [kWp]	Potência CA [kW]	Módulos FV	Revisão	Data
Fotovoltec Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda.		Sistema Fixo Flutuante com Módulos diversos	1.196,2	1.039	3.413	R06	29/11/2018

As características técnicas e os quantitativos de equipamentos foram estimadas tomando como base a documentação da UFV, dados fornecidos pelo cliente e visita técnica ao local.

Item	Característica	Descrição	Serviço	Unid.	Quant.		Quatidade Considerada	Custo Unitário (USD/EUR)	Custo unitário (R$)	Taxa de nacionalização	Custo Unitário Considerado	Custo Mão-de-Obra	Custo Unitário Leis Sociais	BDI unitário	CUB	Custo material	Custo Total Novo	Obs.
1	*Equipamento e Material*																	
1.1	Módulos fotovoltaicos				un.	Wp total					Custo/Wp					R$ 1.781.590,92	R$ 1.781.590,92	
1.1.1	Módulos fotovoltaicos monocristalinos	Módulo fotovoltaico de silício monocristalino com 355 Wp, 72 células (6x12), dimensões 1,956x0,992x0,040 m. Referência comercial: JKM355M-72	Montagem mecânica dos módulos fotovoltaicos.	un.	3.260	1.157.300	1.157.300	$ 0,30	R$ 1,14	30%	R$ 1,48	R$ -	R$ -	R$ -	R$ 1,48	R$ 1.715.118,60	R$ 1.715.118,60	
1.1.2	Módulos fotovoltaicos policristalinos dual glass	Módulo fotovoltaico de silício policristalino com 325 Wp, 72 células (6x12), dimensões 1,968x0,992x0,006 m. Referência comercial: CS6X-325P-FG	Montagem mecânica dos módulos fotovoltaicos.	un.	100	32.500	32.500	$ 0,33	R$ 1,24	30%	R$ 1,61	R$ -	R$ -	R$ -	R$ 1,61	R$ 52.178,75	R$ 52.178,75	
1.1.3	Módulos fotovoltaicos de filme fino CdTe	Módulo fotovoltaico de filme fino CdTe com 115 Wp, 216 células, dimensões 1,200x0,600x0,0068 m. Referência comercial: FS-4115-3	Montagem mecânica dos módulos fotovoltaicos.	un.	48	5.520	5.520	$ 0,42	R$ 1,60	30%	R$ 2,07	R$ -	R$ -	R$ -	R$ 2,07	R$ 11.452,90	R$ 11.452,90	*Tempo de instalação do módulo incluso ao tempo de montagem do flutuador*
1.1.4	Módulos fotovoltaicos de filme fino CIS	Módulo fotovoltaico de filme fino CIS com 175 Wp, dimensões 1,257x0,997x0,035 m. Referência comercial: SF-175-S	Montagem mecânica dos módulos fotovoltaicos.	un.	5	875	875	€ 0,57	R$ 2,50	30%	R$ 3,25	R$ -	R$ -	R$ -	R$ 3,25	R$ 2.840,68	R$ 2.840,68	
1.1.5	Módulos orgânicos de filme fino OPV	Módulo orgânico de filme fino OPV com 55,6 Wp, dimensões 1,955x1,085x0,006 m. Referência comercial: Sunew	Montagem mecânica dos módulos fotovoltaicos.	un.	-	-	-	-	R$ -	0%	R$ -	R$ -	R$ -	R$ -	R$ -	R$ -	R$ -	
1.2	Subestação Unitária ou Centro de Transformação (Conversão, transformação e proteção)				un.	W Total										R$ 1.036.790,44	R$ 1.313.459,48	
1.2.1	Quadro de baixa tesão / QGBT-FV	Quadro de baixa tensão para efetuar o paralelismo entre inversores. Tensão de 380V com 14 disjuntores termomagnéticos um para cada inversor, um disjuntor geral e um DPS tipo II. Barramento de cobre com capacidade de condução > 2.000 A	Montagem e instalação do quadro	un.	1		1	-	R$ 18.363,39	0%	R$ 18.363,39	R$ 9,53	R$ 11,49	R$ 4.596,10	R$ 22.980,51	R$ 18.363,39	R$ 22.980,51	*Tempo em hora/unidade, considerando que a equipe com 1 eletricista, 1 auxiliar, demoram cerca de meia hora para instalação do quadro*
1.2.2	Quadro de comunicação	Quadro de comunicação, Data logger, ABB VSN700	Montagem e instalação do quadro	un.	1		1	-	R$ 5.300,00	0%	R$ 5.300,00	R$ 13,95	R$ 16,81	R$ 1.332,69	R$ 6.663,44	R$ 5.300,00	R$ 6.663,44	
1.2.3	Subestação de Entrada 13,8 kV	Subestação 0,38/13,8 kV abrigada contemplando proteções e equipamentos de medição.	Montagem mecânica e conexão do cabeamento de entrada e de saída da Subestação unitária.	un.	1		1	-	R$ 75.750,00	0%	R$ 75.750,00	R$ 1.959,04	R$ 2.360,44	R$ 20.017,37	R$ 100.086,85	R$ 75.750,00	R$ 100.086,85	*Tempo em hora/unidade, considerando que a equipe com 2 eletricista, 2 auxiliares e operador de máquina, demoram cerca de 3 horas para instalação do transformador*
1.2.3	Subestação de transformação 0,380/13,8 kV	Subestação 0,38/13,8 kV abrigada contemplando 2 transformadores de 750 kVA cada, proteções e todos os serviços auxiliares e alimentação auxiliar	Montagem mecânica e conexão do cabeamento de entrada e de saída da Subestação unitária.	un.	1		1	-	R$ 100.000,00	0%	R$ 100.000,00	R$ 1.959,04	R$ 2.360,44	R$ 26.079,87	R$ 130.399,35	R$ 100.000,00	R$ 130.399,35	*Tempo em hora/unidade, considerando que a equipe com 2 eletricista, 2 auxiliares e operador de máquina, demoram cerca de 3 horas para instalacão do transformador*
1.2.4	Linha de distribuição 13,8kV	Rede de Distribuição Aérea em cabo 1/0 CAA com aproximadamente 1,2km conforme especificações da informação de acesso. Contempla religador microprocessado 15kV no poste próximo a SE de entrada.	Construção da RDR	un.	1		1	-	R$ 148.650,00	0%	R$ 148.650,00	R$ 1.959,04	R$ 2.360,44	R$ 38.242,37	R$ 191.211,85	R$ 148.650,00	R$ 191.211,85	
1.2.5	Capacitores	Capacitor para compensação de reativos de 10 KVAr, incluindo painel de comando, disjuntor, contator, e relé (Ref. Siemens)	Instalação do banco de capacitores	un.	2		2	-	R$ 1.298,04	0%	R$ 1.298,04	R$ 152,53	R$ 183,79	R$ 408,59	R$ 2.042,96	R$ 2.596,09	R$ 4.085,92	
1.2.6	Inversor fotovoltaico 100kW	Inversor de string ABB 100kW PVS-100-TL com acessório para uma entrada MPPT	Montagem mecânica e conexão do cabeamento de entrada e de saída da Subestação unitária.	un.	10	1.000.000	10	-	R$ 64.456,70	0%	R$ 64.456,70	R$ 9,53	R$ 11,49	R$ 16.119,43	R$ 80.597,15	R$ 644.567,00	R$ 805.971,50	
1.2.7	Inversor fotovoltaico 27,6kW	Inversor de string ABB 27,6kW TRIO-27.6-TL-OUTD com acessório para uma entrada MPPT (standard)	Montagem mecânica e conexão do cabeamento de entrada e de saída da Subestação unitária.	un.	1	27.600	1	-	R$ 23.507,67	0%	R$ 23.507,67	R$ 9,53	R$ 11,49	R$ 5.882,17	R$ 29.410,86	R$ 23.507,67	R$ 29.410,86	*Tempo em hora/unidades, considerando que a equipe com 1 eletricista, e 2 auxiliares que demoram cerca de meia hora para instalação de um inversor*
1.2.8	Inversor fotovoltaico 5kW	Inversor de string ABB 5kW UNO-5.0-TL-PLUS	Montagem mecânica e conexão do cabeamento de entrada e de saída da Subestação unitária.	un.	2	10.000	2	-	R$ 6.931,30	0%	R$ 6.931,30	R$ 9,53	R$ 11,49	R$ 1.738,08	R$ 8.690,40	R$ 13.862,60	R$ 17.380,80	
1.2.9	Inversor fotovoltaico 1,2kW	Inversor ABB 1,2kW UNO-DM-1,2-TL-PLUS-SB com wi-fi	Montagem mecânica e conexão do cabeamento de entrada e de saída da Subestação unitária.	un.	1	1.200	1	-	R$ 4.193,69	0%	R$ 4.193,69	R$ 9,53	R$ 11,49	R$ 1.053,68	R$ 5.268,39	R$ 4.193,69	R$ 5.268,39	
1.3	Equipamentos elétricos					Wp total										R$ 556.372,31	R$ 733.890,72	
1.3.1	String Box para 17 entradas	String box com 17entradas 1000V, contendo: fusíveis 15A e porta fusíveis, chave seccionadora, DPS, prensa cabos, grau de proteção IP 65 ou superior	Instalação da string box	un.	3		3	-	R$ 5.039,31	0%	R$ 5.039,31	R$ 9,53	R$ 11,49	R$ 1.265,08	R$ 6.325,41	R$ 15.117,93	R$ 18.976,24	
1.3.2	String Box para 16 entradas	String box com 16 entradas 1000V, contendo: fusíveis 15A e porta fusíveis, chave seccionadora, DPS, prensa cabos, grau de proteção IP 65 ou superior	Instalação da string box	un.	7		7	-	R$ 4.736,41	0%	R$ 4.736,41	R$ 9,53	R$ 11,49	R$ 1.189,36	R$ 5.946,79	R$ 33.154,87	R$ 41.627,51	*Tempo em un/h, considerando que uma equipe com um eletricista e um auxiliar demora cerca de 0,5 horas*
1.3.3	String Box para 5 entradas	String box com 5 entradas 1000V, contendo: fusíveis 15A e porta fusíveis, chave seccionadora, DPS, prensa cabos, grau de proteção IP 65 ou superior	Instalação da string box	un.	2		2	-	R$ 3.693,40	0%	R$ 3.693,40	R$ 9,53	R$ 11,49	R$ 928,61	R$ 4.643,03	R$ 7.386,80	R$ 9.286,05	
1.3.4	String Box para 8 entradas	String box com 8 entradas 1000V/1500V, contendo: fusíveis 4A e porta fusíveis, chave seccionadora, DPS, prensa cabos, grau de proteção IP 65 ou superior	Instalação da string box	un.	1		1	-	R$ 3.997,80	0%	R$ 3.997,80	R$ 9,53	R$ 11,49	R$ 1.004,71	R$ 5.023,53	R$ 3.997,80	R$ 5.023,53	
1.3.5	String Box para 1 entrada	String box com 1 entrada 1000V/1500V, contendo: fusível 6A e porta fusíveis, chave seccionadora, DPS, prensa cabos, grau de proteção IP 65 ou superior.	Instalação da string box	un.	1		1	-	R$ 716,30	0%	R$ 716,30	R$ 9,53	R$ 11,49	R$ 184,33	R$ 921,65	R$ 716,30	R$ 921,65	
1.3.6	Cabo solar 4mm²	Cobre estanhado encordoamento com dupla isolação Tensão 1,0kV VCC. Resistente ao contato direto com água (submerso) Normas UL4703 e TUV 2 Pfg 1169/08.2007	Instalação dos cabos	m	15.022		15.500	-	R$ 1,50	0%	R$ 1,50	R$ 0,32	R$ 0,38	R$ 0,55	R$ 2,75	R$ 23.250,00	R$ 42.638,05	
1.3.7	Cabo solar 25mm²	Cobre estanhado encordoamento com dupla isolação Tensão 1,0kV VCC. Resistente ao contato direto com água (submerso) Normas UL4703 e TUV 2 Pfg 1169/08.2006	Instalação dos cabos	m	268		300	-	R$ 12,26	0%	R$ 12,26	R$ 0,32	R$ 0,38	R$ 3,24	R$ 16,20	R$ 3.678,00	R$ 4.860,25	
1.3.8	Cabo solar 35mm²	Cobre estanhado encordoamento com dupla isolação Tensão 1,0kV VCC. Resistente ao contato direto com água (submerso) Normas UL4703 e TUV 2 Pfg 1169/08.2007	Instalação dos cabos	m	290		300	-	R$ 16,99	0%	R$ 16,99	R$ 0,32	R$ 0,38	R$ 4,42	R$ 22,11	R$ 5.097,00	R$ 6.634,00	
1.3.9	Cabo solar 50mm²	Cobre estanhado encordoamento com dupla isolação Tensão 1,0kV VCC. Resistente ao contato direto com água (submerso) Normas UL4703 e TUV 2 Pfg 1169/08.2006	Instalação dos cabos	m	346		400	-	R$ 23,44	0%	R$ 23,44	R$ 0,32	R$ 0,38	R$ 6,04	R$ 30,18	R$ 9.376,00	R$ 12.070,34	
1.3.10	Cabo solar 95mm²	Cobre estanhado encordoamento com dupla isolação Tensão 1,0kV VCC. Resistente ao contato direto com água (submerso) Normas UL4703 e TUV 2 Pfg 1169/08.2007	Instalação dos cabos	m	3.316		3.500	-	R$ 40,98	0%	R$ 40,98	R$ 0,32	R$ 0,38	R$ 10,42	R$ 52,10	R$ 143.430,00	R$ 182.352,95	*Tempo em m/h, considerando que uma equipe com um eletricista e um auxiliar demora cerca de 1 minuto por metro de cabo*
1.3.11	Cabo solar 120mm²	Cobre estanhado encordoamento com dupla isolação Tensão 1,0kV VCC. Resistente ao contato direto com água (submerso) Normas UL4703 e TUV 2 Pfg 1169/08.2008	Instalação dos cabos	m	4.416		4.600	-	R$ 54,46	0%	R$ 54,46	R$ 0,32	R$ 0,38	R$ 13,79	R$ 68,95	R$ 250.516,00	R$ 317.173,87	
1.3.12	Cabo 6mm²	Condutor de Cobre, encordoamento flexível. Isolação HEPR/EPR. Próprio para ambientes externos Tensão 0,6/1kV, Normas: NBR 7285	Instalação dos cabos	m	22		30	-	R$ 2,73	0%	R$ 2,73	R$ 0,32	R$ 0,38	R$ 0,86	R$ 4,29	R$ 81,99	R$ 128,76	
1.3.13	Cabo 16mm²	Condutor de Cobre, encordoamento flexível. Isolação HEPR/EPR. Próprio para ambientes externos Tensão 0,6/1kV, Normas: NBR 7285	Instalação dos cabos	m	26		30	-	R$ 7,41	0%	R$ 7,41	R$ 0,32	R$ 0,38	R$ 2,03	R$ 10,14	R$ 222,42	R$ 304,30	
1.3.14	Cabo 25mm²	Condutor de Cobre, encordoamento flexível. Isolação HEPR/EPR. Próprio para ambientes externos Tensão 0,6/1kV, Normas: NBR 7285	Instalação dos cabos	m	10		20	-	R$ 10,46	0%	R$ 10,46	R$ 0,32	R$ 0,38	R$ 2,79	R$ 13,95	R$ 209,20	R$ 279,02	

Análise Econômica - UFV Veredas Sol e Lares

FOTOVOLTEC Solar Engineering

Consultor	UFV Veredas Sol e Lares - MG	Tipo de Sistema	Potência CC [kWp]	Potência CA [kW]	Módulos FV	Revisão
Fotovoltec Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda.		Sistema Fixo Flutuante com Módulos diversos	1.196,2	1.039	3.413	R06

As características técnicas e os quantitativos de equipamentos foram estimadas tomando como base a documentação da UFV, dados fornecidos pelo cliente e visita técnica ao local.

Item	Característica	Descrição	Serviço	Unid.	Quant.		Quatidade Considerada	Custo Unitário (USD/EUR)	Custo unitário (R$)	Taxa de nacionalização	Custo Unitário Considerado	Custo Mão-de-Obra	Custo Unitário Leis Sociais	BDI unitário	CUB	Custo material	Custo Total Novo	Obs.
1	***Equipamento e Material***																	
1.3.15	Cabo 35mm²	Condutor de Cobre, encordoamento flexível. Isolação HEPR/EPR. Próprio para ambientes externos Tensão 0,6/1kV, Normas: NBR 7285	Instalação dos cabos	m	525		600	-	R$ 10,06	0%	R$ 10,06	R$ 0,32	R$ 0,38	R$ 2,69	R$ 13,46	R$ 6.038,40	R$ 8.073,51	
1.3.16	Cabo 50mm²	Condutor de Cobre, encordoamento flexível. Isolação HEPR/EPR. Próprio para ambientes externos Tensão 0,6/1kV, Normas: NBR 7285	Instalação dos cabos	m	30		40	-	R$ 14,13	0%	R$ 14,13	R$ 0,32	R$ 0,38	R$ 3,71	R$ 18,54	R$ 565,20	R$ 741,53	
1.3.17	Cabo 300mm²	Condutor de Cobre, encordoamento flexível. Isolação HEPR/EPR. Próprio para ambientes externos Tensão 0,6/1kV, Normas: NBR 7285	Instalação dos cabos	m	60		100	-	R$ 139,56	0%	R$ 139,56	R$ 0,32	R$ 0,38	R$ 35,07	R$ 175,33	R$ 13.956,00	R$ 17.532,58	
1.3.18	Conector FV para final de séries fotovoltaicas	Conectores "macho" de engate tipo MC4 - p/ cabo 4 mm², ≥ IP66, mesmo fabricante e modelo dos conectores dos módulos: Referência comercial Multicontact MC4.	Decapamento dos cabos strings de 4 mm², montagem dos conectores com alicate de crimpagem e interconexão com as pontas dos cabos dos módulos.	un.	3.675		4.050	-	R$ 4,85	0%	R$ 4,85	R$ 0,71	R$ 0,85	R$ 1,60	R$ 8,01	R$ 19.642,50	R$ 32.438,23	***Tempo em m/h, considerando que uma equipe com um eletricista e um auxiliar demora cerca de 1 minuto por metro de cabo***
1.3.19	Conector FV para final de séries fotovoltaicas	Conectores "fêmea" de engate tipo MC4 - p/ cabo 4 mm², ≥ IP66, mesmo fabricante e modelo dos conectores dos módulos: Referência comercial Multicontact MC4.	Decapamento dos cabos strings de 4 mm², montagem dos conectores com alicate de crimpagem e interconexão com as pontas dos cabos dos módulos.	un.	3.675		4.050	-	R$ 4,85	0%	R$ 4,85	R$ 0,71	R$ 0,85	R$ 1,60	R$ 8,01	R$ 19.642,50	R$ 32.438,23	
1.3.20	Conector FV para junção de duas séries fotovoltaicas	Conectores de derivação "macho" de engate tipo MC4 - p/ cabo 4 mm², ≥ IP66, mesmo fabricante e modelo dos conectores dos módulos: Referência comercial Multicontact MC4.	Decapamento dos cabos strings de 4 mm², montagem dos conectores com alicate de crimpagem e interconexão com as pontas dos cabos dos módulos.	un.	4		6	-	R$ 24,45	0%	R$ 24,45	R$ 0,71	R$ 0,85	R$ 6,50	R$ 32,51	R$ 146,70	R$ 195,06	
1.3.21	Conector FV para junção de duas séries fotovoltaicas	Conectores de derivação "macho" de engate tipo MC4 - p/ cabo 4 mm², ≥ IP66, mesmo fabricante e modelo dos conectores dos módulos: Referência comercial Multicontact MC4.	Decapamento dos cabos strings de 4 mm², montagem dos conectores com alicate de crimpagem e interconexão com as pontas dos cabos dos módulos.	un.	4		6	-	R$ 24,45	0%	R$ 24,45	R$ 0,71	R$ 0,85	R$ 6,50	R$ 32,51	R$ 146,70	R$ 195,06	
1.4	Estruturas de montagem: Flutuador				un.	Wp										**R$ 2.129.316,09**	**R$ 2.807.429,62**	
1.4.1	Estrutura Flutuante para suporte de módulos	Estrutura flutuante para fixação dos módulos incluindo plataformas principais, de passagem, de conexão, e estrutural em PEAD, incluindo também porcas e parafusos para fixação, suporte traseiro e dianteiro, trilho de guia, base de borracha e clipes de fixação para ajustes dos módulos dual glass e de filmes finos. Valor contempla taxas e desembaraço com importação e fretes desde a importação até MG	Montagem da plataforma, posicionamento dos módulos.	un.	3.413	1.196	3.413	$ 82,09	R$ 311,94	100%	R$ 623,88	R$ 15,50	R$ 18,67	R$ 164,51	R$ 822,57	R$ 2.129.316,09	R$ 2.807.429,62	***Tempo em unidade/hora considerando que 1 montador de estrutura demora 1 hora para instalar 3 módulos/flutuadores. E a equipe composta de 5 montadores de flutuador***
1.5	Ancoragem															**R$ 162.636,96**	**R$ 208.497,27**	
1.5.1	Sistema de ancoragem com Bloco	Ancoragem com blocos de 0,4*0,4*0,40 metros em concreto armado C30, contendo também anel de arame e aros em aço inoxidável, cabo de aço Ø10, braçadeiras para o cabo de aço, purlin de aço galvanizado, parafusos e porcas de ligação. Canecta 1 panéis / bloco dos flutuadores no perimetro da instalação	Montagem do sistema.	un.	408		408	-	R$ 398,62	0%	R$ 398,62	R$ 4,63	R$ 5,57	R$ 102,20	R$ 511,02	R$ 162.636,96	R$ 208.497,27	***Tempo em unidade/hora, considerando que 1 pedreiro 2 auxiliares e um motorista de embarcação podem demorar até 56 horas para instalar o sistema de ancoragem***
1.6	Encaminhamentos															**R$ 26.143,16**	**R$ 36.789,37**	
1.6.1	Eletroduto corrugado de PEAD 3"	Eletroduto fabricado em polietileno de alta densidade (PEAD) de diâmetro nominal de 3", para encaminhamento dos cabos CC até os inversores PVS 100, resistênte a UV e ao contato constante com a água	Instalação do eletroduto sobre bóias e aterrado em vala	m	1.118		1.230	-	R$ 5,38	0%	R$ 5,38	R$ 0,74	R$ 0,89	R$ 1,75	R$ 8,75	R$ 6.617,40	R$ 10.766,27	
1.6.2	Eletroduto corrugado de PEAD 2"	Eletroduto fabricado em polietileno de alta densidade (PEAD) de diâmetro nominal de 2", para encaminhamento dos cabos CC até os inversores TRIO 27,6 e UNO 5.0 resistênte a UV e ao contato constante com a água	Instalação do eletroduto sobre bóias e aterrado em vala	m	335		370	-	R$ 3,84	0%	R$ 3,84	R$ 0,74	R$ 0,89	R$ 1,37	R$ 6,83	R$ 1.420,80	R$ 2.526,38	
1.6.3	Eletroduto corrugado de PEAD 1"	Eletroduto fabricado em polietileno de alta densidade (PEAD) de diâmetro nominal de 1", para encaminhamento dos cabos de aterramento, resistênte a UV e ao contato constante com a água	Instalação do eletroduto sobre bóias e aterrado em vala	m	112		130	-	R$ 2,33	0%	R$ 2,33	R$ 0,74	R$ 0,89	R$ 0,99	R$ 4,94	R$ 302,90	R$ 642,27	
1.6.4	Bóia para encaminhamento dos cabos	Boiás naltícas para encaminhamento dos cabos ao solo, material plastico com proteção UV, ligadas por cabo de aço galvanizado	Construção e instalação das boias para suporte dos cabos	un.	47		47	-	R$ 316,42	0%	R$ 316,42	R$ 0,74	R$ 0,89	R$ 79,51	R$ 397,55	R$ 14.871,74	R$ 18.684,99	
1.6.5	Caixas de passagem	Caixa de passagem de alvenaria com dimensão de 0,8x0,8x1,0m, fundo com brita	Constução da caixa de passagem em vala	un.	2		2	-	R$ 388,10	0%	R$ 388,10	R$ 31,91	R$ 38,45	R$ 114,61	R$ 573,07	R$ 776,20	R$ 1.146,14	
1.6.6	Caixas de passagem	Caixa de passagem de alvenaria com dimensão de 0,6x0,6x0,6m, fundo com brita	Constução da caixa de passagem em vala	un.	1		1	-	R$ 137,20	0%	R$ 137,20	R$ 31,91	R$ 38,45	R$ 51,89	R$ 259,44	R$ 137,20	R$ 259,44	
1.6.7	Valas	Valas subterrâneas de largura de 70 cm e 75 cm de profundidade	Perfuração e construção das valas.	m³	11		12	-	R$ 9,06	0%	R$ 9,06	R$ 0,51	R$ 0,61	R$ 2,54	R$ 12,72	R$ 108,72	R$ 152,69	
1.6.8	Valas	Valas subterrâneas de largura de 50 cm e 75 cm de profundidade	Perfuração e construção das valas.	m³	8		9	-	R$ 9,06	0%	R$ 9,06	R$ 0,51	R$ 0,61	R$ 2,54	R$ 12,72	R$ 81,54	R$ 114,52	
1.6.9	Eletrocalha Perfurada com tampa	Eletrocalha perfurada 100x75mm com tampa, galvanizada a fogo.	Instalação das eletrocalhas	m	5,64		6	-	R$ 26,07	0%	R$ 26,07	R$ 2,76	R$ 3,33	R$ 8,04	R$ 40,21	R$ 156,42	R$ 241,24	
1.6.10	Eletrocalha Perfurada com tampa	Eletrocalha perfurada 200x750mm com tampa, galvanizada a fogo.	Instalação das eletrocalhas	m	6,09		7	-	R$ 46,14	0%	R$ 46,14	R$ 2,76	R$ 3,33	R$ 13,06	R$ 65,29	R$ 322,96	R$ 457,03	***Considerando que uma equipe de um montador e um auxiliar demorea 10 minutos para instalar 1 metro de eletrocalha***
1.6.11	Eletrocalha Perfurada com tampa	Eletrocalha perfurada 300x75mm com tampa, galvanizada a fogo.	Instalação das eletrocalhas	m	11,89		13	-	R$ 88,27	0%	R$ 88,27	R$ 2,76	R$ 3,33	R$ 23,59	R$ 117,96	R$ 1.147,51	R$ 1.533,44	
1.6.12	Eletrocalha Perfurada com tampa	Eletrocalha perfurada 400x75mm com tampa, galvanizada a fogo.	Instalação das eletrocalhas	m	1,19		2	-	R$ 99,89	0%	R$ 99,89	R$ 2,76	R$ 3,33	R$ 26,50	R$ 132,48	R$ 199,77	R$ 264,95	
1.7	Aterramento							-								**R$ 22.308,28**	**R$ 55.988,33**	
1.7.1	Cabo de cobre nú 16 mm²	Têmpera meio-duro; seção nominal 16 mm²; formação ≥ 19 fios; classe de encordoamento 2, normas ABNT NBR-5111 e 7576.	Lançamento dos cabos sobre os flutuadores	m	1.294		1.340	-	R$ 3,38	0%	R$ 3,38	R$ 0,88	R$ 1,06	R$ 1,33	R$ 6,66	R$ 4.529,20	R$ 8.922,62	
1.7.2	Cabo de cobre nú 50 mm²	Têmpera meio-duro; seção nominal 50 mm²; formação ≥ 19 fios; classe de encordoamento 2, normas ABNT NBR-5111 e 7576.	Lançamento dos cabos para terra em valas.	m	149		160	-	R$ 12,00	0%	R$ 12,00	R$ 1,31	R$ 1,58	R$ 3,72	R$ 18,61	R$ 1.920,00	R$ 2.977,03	
1.7.3	Cabo de cobre isolado 35 mm²	Cabo de cobre isolado flexível; seção nominal 35 mm²; formação ≥ 19 fios; classe de encordoamento 2, normas ABNT NBR-5111 e 7576.	Lançamento dos cabos em eletroduto sobre boias até chegar à terra	m	126		140	-	R$ 18,49	0%	R$ 18,49	R$ 1,31	R$ 1,58	R$ 5,34	R$ 26,72	R$ 2.588,60	R$ 3.740,65	
1.7.4	Terminal olhal de compressão	Terminal de compressão para cabo 16 mm² cobre	Instalação do terminal para ligação dos cabos	un.	6.438		6.510	-	R$ 1,86	0%	R$ 1,86	R$ 1,31	R$ 1,58	R$ 1,19	R$ 5,93	R$ 12.108,60	R$ 38.613,55	
1.7.5	Caixa de inspeção	Caixa de inspeção de PVC para aterramento	Instalação das caixas em solo	un.	4		4	-	R$ 9,87	0%	R$ 9,87	R$ 1,31	R$ 1,58	R$ 3,19	R$ 15,94	R$ 39,48	R$ 63,78	
1.7.6	Solda exotérmica	Contemplando forma, discos metálicos, pó de ignição, cartucho com pó exotérmico e massa de vedação	Realização da solda nas juntas do aterramento	un.	1		1	-	R$ 419,00	0%	R$ 419,00	R$ 8,83	R$ 10,64	R$ 109,62	R$ 548,09	R$ 419,00	R$ 548,09	
1.7.7	Haste de aterramento	Haste de aterramento de aço cobreado 5/8"x 2,4 m.	Instalação da haste de aterramento.	un.	20		20	-	R$ 35,17	0%	R$ 35,17	R$ 4,42	R$ 5,32	R$ 11,23	R$ 56,13	R$ 703,40	R$ 1.122,62	

Análise Econômica - UFV Veredas Sol e Lares

FOTOVOLTEC Solar Engineering

Consultor	UFV Veredas Sol e Lares - MG	Tipo de Sistema	Potência CC [kWp]	Potência CA [kW]	Módulos FV	Revisão	Data
Fotovoltec Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda.		Sistema Fixo Flutuante com Módulos diversos	1.196,2	1.039	3.413	R06	29/11/2018

As características técnicas e os quantitativos de equipamentos foram estimadas tomando como base a documentação da UFV, dados fornecidos pelo cliente e visita técnica ao local.

Item	Característica	Descrição	Serviço	Unid.	Quant.		Quatidade Considerada	Custo Unitário (USD/EUR)	Custo unitário (R$)	Taxa de nacionalização	Custo Unitário Considerado	Custo Mão-de-Obra	Custo Unitário Leis Sociais	BDI unitário	CUB	Custo material	Custo Total Novo	Obs.
2	***Obras civis e outras obras***																	
2.1	Segurança					m²										**R$ 51.639,14**	**R$ 68.328,01**	
2.1.1	Portão pivotante de duas folhas	Portão pivotante de duas folhas de 2x2m. Estrutura de aço galvanizado de 2" e espessura de 2mm, com arame galvanizado, fio 10, em malha quadrangular de 2".	Instalação da porteira na entrada do empreendimento.	un.	1		1	-	R$ 2.452,64	0%	R$ 2.452,64	R$ 33,17	R$ 39,97	R$ 631,45	R$ 3.157,23	R$ 2.452,64	R$ 3.157,23	
2.1.2	Bóia de arinque	Linha de bóias com flutuabilidade própria, diâmetro de XX cm, resistente a UV e posicionadas a cada vão de 3m.	Instalação da linha de bóias de arinque.	un.	177		177	-	R$ 200,00	0%	R$ 200,00	R$ 5,53	R$ 6,66	R$ 53,05	R$ 265,24	R$ 35.400,00	R$ 46.947,17	
2.1.3	Cerca de alambrado (2m de altura) coroado com arame farpado (4 linhas) e concertina	Cerca com mourão de concreto armado, concretado em solo.	Escavação para enterrar os postes de concreto e instalação da cerca.	m.	125		130	-	R$ 106,05	0%	R$ 106,05	R$ 2,76	R$ 3,33	R$ 28,04	R$ 140,18	R$ 13.786,50	R$ 18.223,61	
2.2	Obras civis					m²										**R$ 89.633,38**	**R$ 129.608,02**	
2.2.1	Limpeza do terreno do eletrocentro e subestação	Supressão vegetal e limpeza superficial do terreno	Retirar totalmente a vegetação com auxílio de máquinas existente no terreno	m²	-	1.015	1.117	-	R$ 0,31	0%	R$ 0,31	R$ 0,17	R$ 0,21	R$ 0,17	R$ 0,86	R$ 346,27	R$ 956,82	*Considerando 10% a mais da área delimitada pela cerca.*
2.2.2	Terraplanagem (Recorte e aterramento)	Terraplanagem incluindo recorte, aterro, nivelamento e compactação (sem descarte e fornecimento de material).	Realizar terraplanagem: recorte, aterro, nivelamento e compactação.	m³		81,20	83,00	-	R$ 3,45	0%	R$ 3,45	R$ 15,23	R$ 18,35	R$ 9,26	R$ 46,29	R$ 286,35	R$ 3.842,07	*Considerando uma altura de corte médio de 8cm.*
2.2.3	Via de acesso interno de 5m largura - 8 ton/eixo	Vias de acesso interno de 5 m de largura com capacidade de carga de 8 ton/eixo, com valetas laterais de 2x1 m de largura, para drenagem, do tipo estrada rural de material local com tratamento de superfícies "antipoeira". Produto de referência do tratamento: IDESA, Ecopavi (ou outro tratamento "anti poeira"	Construção das vias de acesso, inluindo desmatamento, fundação da estrutura, estaqueamento, terraplanagem, compactação do solo, pavimentação	m		45,00	47,00	-	R$ 42,05	0%	R$ 42,05	R$ 0,61	R$ 0,73	R$ 10,85	R$ 54,24	R$ 1.976,35	R$ 2.549,36	
2.2.5	Sala Elétrica	Sala em alvenaria (9,5x4,88m) com paredes espeças e cobertura em laje maciça e ventilação conforme especificação.	Construção e conexão do cabeamento de entrada e de saída da Subestação unitária.	m²	1	44,00	48,00	-	R$ 719,21	0%	R$ 719,21	R$ 40,42	R$ 48,70	R$ 202,08	R$ 1.010,41	R$ 34.522,08	R$ 48.499,74	
2.2.6	Almoxarifado	Sala em alvenaria (9,5x2,5m) com paredes e cobertura em laje maciça, com sistema de refrigeração do ambiente conforme especificação.	Construção e conexão do cabeamento de entrada e de saída da Subestação unitária.	m²	1	24,00	25,00	-	R$ 719,21	0%	R$ 719,21	R$ 40,42	R$ 48,70	R$ 202,08	R$ 1.010,41	R$ 17.980,25	R$ 25.260,28	
2.2.7	Subestação de energia	Sala em alvenaria (4,95x5,25m - para sala de transformação e 4,7x4,35m para sala de medição) com paredes espeças e cobertura em laje maciça e ventilação conforme especificação.	Construção e conexão do cabeamento de entrada e de saída da Subestação unitária.	m²	1	46,50	48,00	-	R$ 719,21	0%	R$ 719,21	R$ 40,42	R$ 48,70	R$ 202,08	R$ 1.010,41	R$ 34.522,08	R$ 48.499,74	
3	***Estação Solarimétrica, Sistema de Automação e Monitoramento e Sistema de segurança***																	
3.1	Estação solarimétrica															**R$ 92.390,00**	**R$ 116.039,28**	
3.1.1	Sensor de temperatura ambiente e umidade	Sensor de temperatura e umidade com capa de proteção contra irradiação. Referência comercial E+E, EE71, saída modbus	Instalação de sensor de temperatura e umidade.	un.	1		1	-	R$ 2.070,00	0%	R$ 2.070,00	R$ 9,53	R$ 11,49	R$ 522,76	R$ 2.613,78	R$ 2.070,00	R$ 2.613,78	
3.1.2	Piranômetro	Piranômetro ISO 9060 "secondary standard", referência comercial: EKO MS-80M, saída modbus	Instalação de piranômetro.	un.	3		3	-	R$ 17.500,00	0%	R$ 17.500,00	R$ 9,53	R$ 11,49	R$ 4.380,26	R$ 21.901,28	R$ 52.500,00	R$ 65.703,83	
3.1.3	Quadro elétrico com Data logger	Data logger com entradas para os sensores especificados, 2 meses de capacidade de armazenamento (valores 1 min), MOD-bus e software do logger. Portas Modbus, compatível com inversores de diversos fabricantes (ABB, Sungrow, Fronius, ...), porta ethernet, modem GPRS integrado. Quadro elétrico e componentes. Referência comercial: Meier-NT ADL-MSX mini PRO	Montagem do quadro e Instalação.	un.	1		1	-	R$ 16.500,00	0%	R$ 16.500,00	R$ 19,07	R$ 22,97	R$ 4.135,51	R$ 20.677,55	R$ 16.500,00	R$ 20.677,55	
3.1.4	Biruta	Anemoscopio digital, referência comercial: Nessa DVE	Montagem do anemoscopio	un.	1		1	-	R$ 3.690,00	0%	R$ 3.690,00	R$ 19,07	R$ 22,97	R$ 933,01	R$ 4.665,05	R$ 3.690,00	R$ 4.665,05	
3.1.5	Anemômetro	Anemômetro de pulso, referência comercial: Thies-Clima Compact	Montagem do anemômetro	un.	1		1	-	R$ 3.690,00	0%	R$ 3.690,00	R$ 9,53	R$ 11,49	R$ 927,76	R$ 4.638,78	R$ 3.690,00	R$ 4.638,78	
3.1.6	Pluviômetro	Pluviômetro de balde Young 52203	Montagem do pluviômetro	un.	1		1	-	R$ 4.360,00	0%	R$ 4.360,00	R$ 9,53	R$ 11,49	R$ 1.095,26	R$ 5.476,28	R$ 4.360,00	R$ 5.476,28	
3.1.7	Sensor de temperatura dos módulos	Sensor de temperatura superficie PT100/PT1000 com conversor Modbus	Montagem dos sensores	un.	5		5	-	R$ 970,00	0%	R$ 970,00	R$ 9,53	R$ 11,49	R$ 247,76	R$ 1.238,78	R$ 4.850,00	R$ 6.193,88	
3.1.8	Suporte montagem da estação e dos sensores	Suporte estação meteorológica (para anemômetro e temperatura ambiente acoplado a estrutura e para pluviômetro,).	Instalação de suporte .	un.	1		1	-	R$ 4.730,00	0%	R$ 4.730,00	R$ 57,20	R$ 68,92	R$ 1.214,03	R$ 6.070,15	R$ 4.730,00	R$ 6.070,15	
3.2	Monitoramento															**R$ 8.067,52**	**R$ 10.410,46**	
3.2.1	Torre de comunicação	Torre de aço galvanizado, estaiada, com chumbadores, suporte de antena, degraus e para-raios	Montagem e instalação da torre	un.	1		1	-	R$ 7.700,00	0%	R$ 7.700,00	R$ 80,17	R$ 96,60	R$ 1.969,19	R$ 9.845,95	R$ 7.700,00	R$ 9.845,95	***Considerando que uma equipe com dois montadores de estrutura e um operdor de máquina. Tempo dado em horas/ unidades***
3.2.2	Sinalização	Sinalizador de topo com fotocélula resistente à intempérie e de alta durabilidade	Instalação do sinalizador	un.	2		2	-	R$ 79,00	0%	R$ 79,00	R$ 4,77	R$ 5,74	R$ 22,38	R$ 111,89	R$ 158,00	R$ 223,78	
3.2.3	Antena GPRS	Antena para transmissão de dados, modem e cabo 20 metros	Instalação da antena e configuração da comunicação	un.	1		1	-	R$ 209,52	0%	R$ 209,52	R$ 28,60	R$ 34,46	R$ 68,15	R$ 340,73	R$ 209,52	R$ 340,73	***Considerando que uma equipe com um eletricista e um técnico. Tempo dado em horas/ unidades***
3.3	Sistema de Segurança															**R$ 6.482,60**	**R$ 11.139,97**	
3.3.1	Sistema de controle de acesso	Sistema de controle eletrônico de acesso e abertura dos portões da UFV e da edificação de operação e controle.	Instalação de controle de acesso nos portões.	un.	1		1	-	R$ 1.150,00	0%	R$ 1.150,00	R$ 220,36	R$ 265,51	R$ 408,97	R$ 2.044,84	R$ 1.150,00	R$ 2.044,84	
3.3.2	Sistema de controle de intrusão pela cerca	Sistema com "cabo de escuta"/ cabo de microfones, ou cabo de detecção de vibrações para detectar instruções pela cerca e identificar o local da intrusão.	Instalação de cabo de escuta em todo o perímetro do terreno.	un.	1		1	-	R$ 847,60	0%	R$ 847,60	R$ 440,72	R$ 531,03	R$ 454,84	R$ 2.274,19	R$ 847,60	R$ 2.274,19	
3.3.3	Sistema de vídeo vigilância do perímetro	Sistema de câmeras instaladas ao longo do perímetro para observação diurna e noturna da faixa perimetral. Câmeras com função de zoom e girar para se aproximar de objetos de interesse / intrusões etc. Integração do sistema com o sistema de detecção de intrusão (chamar as imagens do local de intrusão). Gravação da imagens em HD e interface para transmissão das imagens e intrusões para uma central remota de equipe de segurança: - câmeras digitais de alta definição, banda infravermelha e banda visível (preto e branco); - sistema computacional para análise automática das imagens e detecção de pessoas intrusoras -> alarme; - número de câmeras: 5 ; - servidor para gravar pelo menos 7 dias de filmagem de vídeo vigilância; - integração com a central de alarme no centro operacional (com a opção de transmissão remota para a empresa de segurança).	Instalação do sistema de vigilância, interconexão e identificação de cabos, integração e configuração do sistema de detecção, filmagem e alarme.	un.	1		1	-	R$ 4.485,00	0%	R$ 4.485,00	R$ 440,72	R$ 531,03	R$ 1.364,19	R$ 6.820,94	R$ 4.485,00	R$ 6.820,94	
4	***Materiais sobresalente e O&M***																	
4.1	Materiais de reposição sobresalentes					Wp total										**R$ 100.822,43**	**R$ 126.028,04**	
4.1.1	Plataforma/Flutuadores	Segundo o fabricante é ideal ter 1% das dos equipamentos em estoque como peça de reposição		un.	34		34	R$ 82,09	R$ 311,94	100%	R$ 623,88	R$ -	R$ -	R$ 155,97	R$ 779,86	R$ 21.293,16	R$ 26.616,45	
4.1.2	Módulos fotovoltaicos monocristalinos	Módulo fotovoltaico de silício monocristalino com 355 Wp, 72 células (6x12), dimensões 1,956x0,992x0,040 m. Referência comercial: JKM355M-72		un.	20	7.100	20	R$ 0,30	R$ 1,14	30%	R$ 1,48	R$ -	R$ -	R$ 0,37	R$ 1,85	R$ 10.522,20	R$ 13.152,75	
4.1.3	Módulos fotovoltaicos policristalinos dual glass	Módulo fotovoltaico de silício policristalino com 325 Wp, 72 células (6x12), dimensões 1,968x0,992x0,006 m. Referência comercial: CS6X-325P-FG		un.	20	6.500	20	R$ 0,33	R$ 1,24	30%	R$ 1,61	R$ -	R$ -	R$ 0,40	R$ 2,01	R$ 10.435,75	R$ 13.044,69	
4.1.4	Módulos fotovoltaicos de filme fino CdTe	Módulo fotovoltaico de filme fino CdTe com 115 Wp, 216 células, dimensões 1,200x0,600x0,0068 m. Referência comercial: FS-4115-3		un.	6	690	6	R$ 0,42	R$ 1,60	30%	R$ 2,07	R$ -	R$ -	R$ 0,52	R$ 2,59	R$ 1.431,61	R$ 1.789,52	
4.1.5	Módulos fotovoltaicos de filme fino OPV	Módulo orgânico de filme fino OPV com 55,6 Wp, dimensões 1,955x1,085x0,006 m. Referência comercial: Sunew		un.	11	612	11	-	R$ -	0%	R$ -	R$ -	R$ -	R$ -	R$ -	R$ -	R$ -	

Análise Econômica - UFV Veredas Sol e Lares

FOTOVOLTEC Solar Engineering

Consultor	UFV Veredas Sol e Lares - MG	Tipo de Sistema	Potência CC [kWp]	Potência CA [kW]	Módulos FV	Revisão	Data
Fotovoltec Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda.		Sistema Fixo Flutuante com Módulos diversos	1.196,2	1.039	3.413	R06	29/11/2018

As características técnicas e os quantitativos de equipamentos foram estimadas tomando como base a documentação da UFV, dados fornecidos pelo cliente e visita técnica ao local.

Item	Característica	Descrição	Serviço	Unid.	Quant.		Quatidade Considerada	Custo Unitário (USD/EUR)	Custo unitário (R$)	Taxa de nacionalização	Custo Unitário Considerado	Custo Mão-de-Obra	Custo Unitário Leis Sociais	BDI unitário	CUB	Custo material	Custo Total Novo	Obs.
4	*Materiais sobressalente e O&M*																	
4.1.6	Cabo solar 4mm²	Cobre estanhado encordoamento com dupla isolação Tensão 1,0kV VCC. Resistente ao contato direto com água (submerso) Normas UL4703 e TUV 2 Pfg 1169/08.2007		m	280		300	-	R$ 2,00	0%	R$ 2,00	R$ -	R$ -	R$ 0,50	R$ 2,50	R$ 600,00	R$ 750,00	
4.1.7	Cabo solar 25mm²	Cobre estanhado encordoamento com dupla isolação Tensão 1,0kV VCC. Resistente ao contato direto com água (submerso) Normas UL4703 e TUV 2 Pfg 1169/08.2006		m	500		500	-	R$ 12,26	0%	R$ 12,26	R$ -	R$ -	R$ 3,07	R$ 15,33	R$ 6.130,00	R$ 7.662,50	
4.1.8	Cabo solar 50mm²	Cobre estanhado encordoamento com dupla isolação Tensão 1,0kV VCC. Resistente ao contato direto com água (submerso) Normas UL4703 e TUV 2 Pfg 1169/08.2006		m	290		300	-	R$ 23,44	0%	R$ 23,44	R$ -	R$ -	R$ 5,86	R$ 29,30	R$ 7.032,00	R$ 8.790,00	
4.1.9	Cabo solar 95mm²	Cobre estanhado encordoamento com dupla isolação Tensão 1,0kV VCC. Resistente ao contato direto com água (submerso) Normas UL4703 e TUV 2 Pfg 1169/08.2007		m	1.000		1.000	-	R$ 40,98	0%	R$ 40,98	R$ -	R$ -	R$ 10,25	R$ 51,23	R$ 40.980,00	R$ 51.225,00	
4.1.10	Cabo solar 120mm²	Cobre estanhado encordoamento com dupla isolação Tensão 1,0kV VCC. Resistente ao contato direto com água (submerso) Normas UL4703 e TUV 2 Pfg 1169/08.2008		m														
4.1.11	Cabo 6mm²	Condutor de Cobre, encordoamento flexível. Isolação HEPR/EPR. Próprio para ambientes externos Tensão 0,6/1kV, Normas: NBR 7285		m	10		10	-	R$ 2,73	0%	R$ 2,73	R$ -	R$ -	R$ 0,68	R$ 3,42	R$ 27,33	R$ 34,16	
4.1.12	Cabo 16mm²	Condutor de Cobre, encordoamento flexível. Isolação HEPR/EPR. Próprio para ambientes externos Tensão 0,6/1kV, Normas: NBR 7286		m	10		10	-	R$ 7,41	0%	R$ 7,41	R$ -	R$ -	R$ 1,85	R$ 9,27	R$ 74,14	R$ 92,68	
4.1.13	Cabo 35mm²	Condutor de Cobre, encordoamento flexível. Isolação HEPR/EPR. Próprio para ambientes externos Tensão 0,6/1kV, Normas: NBR 7286		m	65		100	-	R$ 10,06	0%	R$ 10,06	R$ -	R$ -	R$ 2,52	R$ 12,58	R$ 1.006,40	R$ 1.258,00	
4.1.14	Terminal olhal de compressão	Terminal de compressão para cabo 16 mm² cobre		un.	100		100	-	R$ 2,90	0%	R$ 2,90	R$ -	R$ -	R$ 0,73	R$ 3,63	R$ 290,00	R$ 362,50	
4.1.15	Conector MC4	Conector MC4 macho e fêmea, adequado ao cabo solar de 4 mm²		un.	50		50	-	R$ 1,60	0%	R$ 1,60	R$ -	R$ -	R$ 0,40	R$ 2,00	R$ 80,00	R$ 100,00	
4.1.16	Fusível	Fusível de 15 A com porta fusível tipo gPV		un.	16		16	-	R$ 19,99	0%	R$ 19,99	R$ -	R$ -	R$ 5,00	R$ 24,99	R$ 319,84	R$ 399,80	
4.1.17	DPS	Dispositivo de proteção contra surtos de 160 A		un.	2		2	-	R$ 300,00	0%	R$ 300,00	R$ -	R$ -	R$ 75,00	R$ 375,00	R$ 600,00	R$ 750,00	
4.2	Equipamentos para realização de O&M					Wp total										**R$ 16.376,07**	**R$ 20.470,09**	
4.2.1	Chave combinada	Kit (8 a 19mm) 9 peças		un.	1		1	-	R$ 62,90	0%	R$ 62,90	R$ -	R$ -	R$ 15,73	R$ 78,63	R$ 62,90	R$ 78,63	
4.2.2	Chave allen	Kit (0,5'' a 3/8'' e 0,7 a 10mm) 25 peças		un.	1		1	-	R$ 39,90	0%	R$ 39,90	R$ -	R$ -	R$ 9,98	R$ 49,88	R$ 39,90	R$ 49,88	
4.2.3	Chave Fenda e Philips	Chave (Fendas: 1/8 x5'' a 1/4 x 6'') 5 peças		un.	1		1	-	R$ 37,99	0%	R$ 37,99	R$ -	R$ -	R$ 9,50	R$ 47,49	R$ 37,99	R$ 47,49	
4.2.4	Chave torx	Kit (T08 a T40) 8 peças		un.	1		1	-	R$ 69,90	0%	R$ 69,90	R$ -	R$ -	R$ 17,48	R$ 87,38	R$ 69,90	R$ 87,38	
4.2.5	Alicate de Corte	Alicate de 6''		un.	1		1	-	R$ 21,10	0%	R$ 21,10	R$ -	R$ -	R$ 5,28	R$ 26,38	R$ 21,10	R$ 26,38	
4.2.6	Alicate Universal	Alicate de 8''		un.	1		1	-	R$ 28,78	0%	R$ 28,78	R$ -	R$ -	R$ 7,20	R$ 35,98	R$ 28,78	R$ 35,98	
4.2.7	Alicate de Bico	Alicate de 6''		un.	1		1	-	R$ 17,67	0%	R$ 17,67	R$ -	R$ -	R$ 4,42	R$ 22,09	R$ 17,67	R$ 22,09	
4.2.8	Alicate desencapador	Capacidade de cortar cabos de 0,2 a 6 mm		un.	1		1	-	R$ 99,90	0%	R$ 99,90	R$ -	R$ -	R$ 24,98	R$ 124,88	R$ 99,90	R$ 124,88	
4.2.9	Alicate Crimpador hidráulico	Capacidade de crimpar cabos de 10 a 300 mm²		un.	1		1	-	R$ 407,93	0%	R$ 407,93	R$ -	R$ -	R$ 101,98	R$ 509,91	R$ 407,93	R$ 509,91	
4.2.10	Alicate de crimpar MC4	Kit (capacidade de crimpar com matriz de 2,5 a 6 mm²) + jogos de chaves planas em plástico		un.	1		1	-	R$ 2.239,00	0%	R$ 2.239,00	R$ -	R$ -	R$ 559,75	R$ 2.798,75	R$ 2.239,00	R$ 2.798,75	
4.2.11	Alicate de crmpar	Capacidade de crimpar cabos de 0,5 a 6 mm²		un.	1		1	-	R$ 129,90	0%	R$ 129,90	R$ -	R$ -	R$ 32,48	R$ 162,38	R$ 129,90	R$ 162,38	
4.2.12	Martelo	Martelo de aço forjado com cabo de fibra de vidro e empunhadura em borracha termoplástica		un.	1		1	-	R$ 21,10	0%	R$ 21,10	R$ -	R$ -	R$ 5,28	R$ 26,38	R$ 21,10	R$ 26,38	
4.2.13	Barco	Barco quilhado em aluminio naval chapa de 1,2 mm e comprimento de 4,90 m, boca de 1,35m e fundo de 1,00 m rebitado. Lotação 4 pessoas, suporta 390 kg		un.	1		1	-	R$ 3.900,00	0%	R$ 3.900,00	R$ -	R$ -	R$ 975,00	R$ 4.875,00	R$ 3.900,00	R$ 4.875,00	
4.2.14	Motor	Motor de 15 HP		un.	1		1	-	R$ 6.600,00	0%	R$ 6.600,00	R$ -	R$ -	R$ 1.650,00	R$ 8.250,00	R$ 6.600,00	R$ 8.250,00	
4.2.15	Carreta para barco	Carreta reboque em ferro para barco de 5 metros		un.	1		1	-	R$ 2.700,00	0%	R$ 2.700,00	R$ -	R$ -	R$ 675,00	R$ 3.375,00	R$ 2.700,00	R$ 3.375,00	
4.3	EPI's para O&M					Wp total										**R$ 610,32**	**R$ 762,90**	
4.3.1	Bota Impermeável	Bota impermeável de PVC cano médio		un.	3		3	-	R$ 25,00	0%	R$ 25,00	R$ -	R$ -	R$ 6,25	R$ 31,25	R$ 75,00	R$ 93,75	
4.3.2	Luva Látex Impermeável	Luva impermeável com suporte textil e revestimento em látex		un.	3		3	-	R$ 2,11	0%	R$ 2,11	R$ -	R$ -	R$ 0,53	R$ 2,64	R$ 6,33	R$ 7,91	
4.3.3	Óculos transparente	Óculos de proteção com lente em duropolicarbonato com tratamento antirisco		un.	3		3	-	R$ 3,98	0%	R$ 3,98	R$ -	R$ -	R$ 1,00	R$ 4,98	R$ 11,94	R$ 14,93	
4.3.4	Capacete com jugular	Capacete de proteção não sendo condutor de corrente elétrica e com alta resistência dielétrica, com carneira em plástico e suspensão push key		un.	3		3	-	R$ 30,35	0%	R$ 30,35	R$ -	R$ -	R$ 7,59	R$ 37,94	R$ 91,05	R$ 113,81	
4.3.5	Colete Salva Vidas	Salva vidas de capacidade 120 kg, material em Nylon 70 x 240 gomado e reforçado, enchimento em espuma de polipropileno de células fechadas		un.	3		3	-	R$ 142,00	0%	R$ 142,00	R$ -	R$ -	R$ 35,50	R$ 177,50	R$ 426,00	R$ 532,50	
4.4	Material para limpeza O&M					Wp total										**R$ 580,11**	**R$ 725,14**	
4.4.1	Extensão telescópica	Extensão frabricada em aluminio anodizado para facilitar a limpeza dos módulos		un.	3		3	-	R$ 126,92	0%	R$ 126,92	R$ -	R$ -	R$ 31,73	R$ 158,65	R$ 380,76	R$ 475,95	

Análise Econômica - UFV Veredas Sol e Lares

FOTOVOLTEC Solar Engineering

Consultor	UFV Veredas Sol e Lares - MG	Tipo de Sistema	Potência CC [kWp]	Potência CA [kW]	Módulos FV	Revisão	Data
Fotovoltec Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda.		Sistema Fixo Flutuante com Módulos diversos	1.196,2	1.039	3.413	R06	29/11/2018

As características técnicas e os quantitativos de equipamentos foram estimadas tomando como base a documentação da UFV, dados fornecidos pelo cliente e visita técnica ao local.

Item	Característica	Descrição	Serviço	Unid.	Quant.		Quatidade Considerada	Custo Unitário (USD/EUR)	Custo unitário (R$)	Taxa de nacionalização	Custo Unitário Considerado	Custo Mão-de-Obra	Custo Unitário Leis Sociais	BDI unitário	CUB	Custo material	Custo Total Novo	Obs.
4	***Materiais sobresalente e O&M***																	
4.4.2	Rodo Combinado	Equipamento formado por lavador, com luva de acrílico e por um limpador de vidros, com guia de metal e lâmina de borracha		un.	3		3	-	R$ 46,45	0%	R$ 46,45	R$ -	R$ -	R$ 11,61	R$ 58,06	R$ 139,35	R$ 174,19	
4.4.3	Balde	Balde de plástico com capacidade de 10 litros		un.	3		3	-	R$ 20,00	0%	R$ 20,00	R$ -	R$ -	R$ 5,00	R$ 25,00	R$ 60,00	R$ 75,00	
5	***Atividades***																	
5.1	Projeto															**R$ 82.225,41**	**R$ 171.687,04**	
5.1.2	Projeto executivo da UFV e acompanhamento da obra.			un.	1		1	-	R$ 67.080,00	0%	R$ 67.080,00	R$ 8.620,96	R$ 10.387,39	R$ 21.522,09	R$ 107.610,44	R$ 67.080,00	R$ 107.610,44	
5.1.3	Projeto executivo da subestação de entrada aprovação da conexão junto a concessionária.			un.	1		1	-	R$ 15.145,41	0%	R$ 15.145,41	R$ 4.741,53	R$ 5.713,07	R$ 6.400,00	R$ 32.000,00	R$ 15.145,41	R$ 32.000,00	
5.1.5	Comissionamento		Realização da verificação do sistema, ensaios de comissionamento, inspeções e avaliação de desempenho segundo Norma 16274:2014.	un.	1		1	-		0%		R$ 11.638,29	R$ 14.022,98	R$ 6.415,32	R$ 32.076,60	R$ -	R$ 32.076,60	
5.2	Treinamento															**R$ 12.500,00**	**R$ 22.295,66**	
5.2.1	Capacitação de mão de obra local, fornecimento de treinamento para montagem eletromecânica dos módulos e estruturas flutuantes. E instalação de inversores e quadro geral do eletrocentro		Capacitação em 3 dias de curso com engenheiro e técnico fotovoltaico, inclui custas com transporte, hospedagem e refeições	un.	1		1	-	R$ 7.500,00	0%	R$ 7.500,00	R$ 1.452,18	R$ 1.749,73	R$ 2.675,48	R$ 13.377,40	R$ 7.500,00	R$ 13.377,40	
5.2.2	Capacitação de mão de obra local, fornecimento de treinamento para operação e manutenção do sistema fotovoltaico		Capacitação em 2 dias de curso com engenheiro e técnico fotovoltaico, inclui custas com transporte, hospedagem e refeições	un.	1		1	-	R$ 5.000,00	0%	R$ 5.000,00	R$ 968,12	R$ 1.166,49	R$ 1.783,65	R$ 8.918,26	R$ 5.000,00	R$ 8.918,26	
5.3	Outras despesas															**R$ 84.502,83**	**R$ 105.628,54**	
5.3.1	Despesas associadas a salários de atividades não englobadas nos itens anteriores (Ex. Motorista, ambulância, cozinha, encarregado, pessoal da limpeza, etc.)				1		1	-	R$ 84.502,83	0%	R$ 84.502,83	R$ -	R$ -	R$ 21.125,71	R$ 105.628,54	R$ 84.502,83	R$ 105.628,54	
TOTAL																R$ 6.176.485,15	R$ 7.720.768,86	
Específico [R$/kWp]																	**6.454,44**	

ANEXOS

F.7. Análise de produção de energia

Estudo de Produção de Energia

Premissas

Características dos Equipamentos

Módulo Jinko Solar c-Si Mono PERC

Características do Módulo Fotovoltaico		
Fabricante		Jinko Solar
Modelo		JKM355M-72-V
Tipo de célula		Silício Mono-cristalino PERC
Número de células		72 (6 x 12)
Características Elétricas		
Condições STC		
Potência nominal	[Wp]	355
Tensão nominal	[V]	39,3
Corrente nominal	[A]	9,04
Tensão em circuito aberto	[V]	47,8
Corrente em curto-circuito	[A]	9,45
Coeficiente de temperatura Pmpp	[%/°K]	-0,39
Tolerância da potência	[%]	0°+3
Características Mecânicas		
Dimensões do módulo	[mm]	1956 x 992 x 40
Peso	[kg]	26,5
Moldura	Mat.	Liga de alumínio anodizado
Seção do cabo	[mm²]	4
Conectores	Tipo	MC4 ou compatível

Características do Inversor FV		
Fabricante		ABB
Modelo		PVS-100-TL
Características de Entrada (CC)		
Máxima tensão de entrada	[V]	1000
Faixa de tensão de operação MPPT	[V]	480 - 850
Máxima corrente de entrada	[A]	216
Número de entradas	Un.	4
Características da Saída (CA)		
Potência nominal aparente	[kVA]	1000
Potência nominal ativa	[kW]	1000
Máxima corrente de saída	[A]	145
Tensão nominal de saída	[V]	400
Frequência de operação	[Hz]	50/60
FP na potência nominal		1
Eficiência máxima	%	98,4
Máxima distorção harmônica total	%	<3
Características das Proteções		
Proteção para sobre tensão CA		Sim

Características das estruturas de montagem		
Fabricante/Modelo	-	Hefei Jntech
Tipo de estrutura	Fixa/Seguidor	Fixa
Azimute	[°]	0° (Norte)
Ângulo de inclinação da mesa	[°]	12°
Distância fileira a fileira	[m]	1,49
Largura da mesa	[m]	1,01
Comprimento da mesa	[m]	40,32
Número de módulos por mesa	un.	20
Número de séries fotovoltaicas por mesa	un.	1
Número de mesas por inversor	un.	16

Jinko-mono-PERC_355 Wp

Avaliação da Produção de Energia e Perdas Consideradas - UFV Sol e Lares		
Cenário simulado	Módulo	Jinko Solar JKM355M-72-V
	Inversor	ABB PVS-100-TL
	Potência total instalada CC [kWp]	1.136
	Potência total instalada CA [kW]	1.000
	Razão Wp/W	1,14
	Irradiação Global Horizontal (IGH) [kWh/m²ano]	2.036
	Ganho Irradiação Global no plano Inclinado	-3,7%
	Irradiação Global no plano Inclinado (IGI) [kWh/m²ano]	2.111
Prod. de energia anual de referência (PR=100%) [MWh/ano]		2.398
Perdas até Irradiação Global no plano Inclinado (IGI)	Sombreamento externo - horizonte	0,4%
	Sombreamento interno - entre mesas e objetos próximos	0,7%
	Angulares (IAM)	1,6%
	Sujeira	2,0%
Irradiação efetiva no plano do coletor [kWh/m²ano]		2.013
Produção de energia nominal do arranjo em STC [MWh/ano]		2.291
Perdas elétricas do módulo até o inversor	Nível de irradiância	0,4%
	Temperatura	6,0%
	Sombreamento: Perdas elétricas	0,0%
	Tolerância / Qualidade dos módulos	-1,5%
	LID	1,3%
	Correção espectral	0,0%
	Incompatibilidade elétrica (mismatch)	1,0%
	Ôhmicas em corrente contínua	0,7%
Produção de Energia MPPT do arranjo [MWh/ano]		2.110
Perdas elétricas no inversor	Eficiência do inversor e controle de potência máxima	2,0%
	Excedência da potência nominal do inversor	0,1%
	Consumo noturno	0,00%
Produção Anual de Energia P50 - ano zero [MWh/ano]		2.066
Degradação no 1º ano		0,0%
Degradação média em 20 anos		3,3%
Ganho de energia com a diminuição da sobrepotência no inversor		-0,1%
Produção Anual de Energia Certificada (P50) [MWh/ano]		1.998
Desempenho Global (PR)		83,3%
Consumo Interno incluindo perdas auxiliares do inversor (ventilação, outras)		0,3%
Perda por consumo interno incluindo perdas auxiliares dos inversores [MWh/ano]		6
Perdas elétricas do inversor até o PMI	Transformador	1,17%
	LT até o ponto de conexão	0,17%
Perdas Elétricas até o Ponto de Medição Individual (PMI) [MWh/ano]		28
Indisponibilidade	Taxa Equivalente de Indisponibilidade Forçada (TEIF)	0,45%
	Indisponibilidade Programada (IP)	0,25%
Perdas elétricas até o centro de gravidade do submercado		0,00%
Produção de Energia Líquida 1º ano [MWh/ano]		2.017
Garantia Física [MW médio] 1º ano		0,230
Produção de Energia Líquida média 20 anos [MWh/ano]		1.950
Garantia Física [MW médio] média 20 anos		0,223

Estudo de Produção de Energia

Premissas

Características dos Equipamentos

Módulo First Solar CdTe

Características do Módulo Fotovoltaico		
Fabricante		First Solar
Modelo		FS-4115-3
Tipo de célula		CdTe filme fino
Número de células		216 (2 x 108)
Características Elétricas		
Condições STC		
Potência nominal	[Wp]	115
Tensão nominal	[V]	69,3
Corrente nominal	[A]	1,66
Tensão em circuito aberto	[V]	87,6
Corrente em curto-circuito	[A]	1,83
Coeficiente de temperatura Pmpp	[%/°K]	-0,28
Tolerância da potência	[W]	0~+5
Características Mecânicas		
Dimensões do módulo	[mm]	1200 x 600 x 6,8
Peso	[kg]	12
Moldura	Mat.	Sem moldura
Seção do cabo	[mm²]	2,5
Conectores	Tipo	MC4 ou MC4-EVO

Características do Inversor FV		
Fabricante		ABB
Modelo		UNO-DM-5.0-TL-PLUS
Características de Entrada (CC)		
Máxima tensão de entrada	[V]	600
Faixa de tensão de operação MPPT	[V]	145 - 530
Máxima corrente de entrada	[A]	38
Número de entradas	Un.	4
Características da Saída (CA)		
Potência nominal aparente	[kVA]	5
Potência nominal ativa	[kW]	5
Máxima corrente de saída	[A]	22
Tensão nominal de saída	[V]	230
Frequência de operação	[Hz]	50/60
FP na potência nominal		1
Eficiência máxima	%	97,4
Máxima distorção harmônica total	%	<3,5
Características das Proteções		
Proteção para sobre tensão CA		Sim

Características das estruturas de montagem		
Fabricante/Modelo		Hefei Jntech
Tipo de estrutura	Fixa/Seguidor	Fixa
Azimute	[°]	0° (Norte)
Ângulo de inclinação da mesa	[°]	12°
Distância fileira a fileira	[m]	1,49
Largura da mesa	[m]	0,62
Comprimento da mesa	[m]	12,12
Número de módulos por mesa	un.	6
Número de séries fotovoltaicas por mesa	un.	1
Número de mesas por inversor	un.	8

First Solar-CdTe_115 Wp

Avaliação da Produção de Energia e Perdas Consideradas - UFV Sol e Lares		
Cenário simulado	Módulo	First Solar FS-4115-3
	Inversor	ABB UNO-DM-5.0-TL-PLUS
	Potência total instalada CC [kWp]	5,52
	Potência total instalada CA [kW]	5,0
	Razão Wp/W	1,10
	Irradiação Global Horizontal (IGH) [kWh/m²ano]	2.036
	Ganho Irradiação Global no plano Inclinado	-3,7%
	Irradiação Global no plano Inclinado (IGI) [kWh/m²ano]	2.111
Prod. de energia anual de referência (PR=100%) [kWh/ano]		11.653
Perdas até Irradiação Global no plano Inclinado (IGI)	Sombreamento externo - horizonte	0,4%
	Sombreamento interno - entre mesas e objetos próximos	0,2%
	Angulares (IAM)	2,3%
	Sujeira	2,0%
Irradiação efetiva no plano do coletor [kWh/m²ano]		2.010
Produção de energia nominal do arranjo em STC [kWh/ano]		11.100
Perdas elétricas do módulo até o inversor	Nível de irradiância	0,1%
	Temperatura	4,6%
	Sombreamento: Perdas elétricas	0,0%
	Tolerância / Qualidade dos módulos	1,0%
	LID	0,0%
	Correção espectral	-2,3%
	Incompatibilidade elétrica (mismatch)	1,0%
	Ôhmicas em corrente contínua	0,7%
Produção de Energia MPPT do arranjo [kWh/ano]		10.529
Perdas elétricas no inversor	Eficiência do inversor e controle de potência máxima	2,9%
	Excedência da potência nominal do inversor	0,1%
	Consumo noturno	0,00%
Produção Anual de Energia P50 - ano zero [kWh/ano]		10.213
Degradação no 1º ano		0,0%
Degradação média em 20 anos		4,8%
Ganho de energia com a diminuição da sobrepotência no inversor		0,0%
Produção Anual de Energia Certificada (P50) [kWh/ano]		9.728
Desempenho Global (PR)		83,5%
Consumo Interno incluindo perdas auxiliares do inversor (ventilação, outras)		0,3%
Perda por consumo interno incluindo perdas auxiliares dos inversores [MWh/ano]		31
Perdas elétricas do inversor até o PMI	Transformador SE unitária	1,17%
	LT até o ponto de conexão	0,17%
Perdas Elétricas até o Ponto de Medição Individual (PMI) [MWh/ano]		137
Indisponibilidade	Taxa Equivalente de Indisponibilidade Forçada (TEIF)	0,45%
	Indisponibilidade Programada (IP)	0,25%
Perdas elétricas até o centro de gravidade do submercado		0,00%
Produção de Energia Líquida 1º ano [MWh/ano]		9.974
Garantia Física [MW médio] 1º ano		1,139
Produção de Energia Líquida média 20 anos [MWh/ano]		9.492
Garantia Física [MW médio] média 20 anos		1,084

Estudo de Produção de Energia

Premissas

Características dos Equipamentos

Módulo Solar Frontier CIS

Características do Módulo Fotovoltaico		
Fabricante		Solar Frontier
Modelo		SF175-S
Tipo de célula		CIS
Número de células		170 (1 x 170)
Características Elétricas		
Condições STC		
Potência nominal	[Wp]	175
Tensão nominal	[V]	89,5
Corrente nominal	[A]	1,96
Tensão em circuito aberto	[V]	114
Corrente em curto-circuito	[A]	2,2
Coeficiente de temperatura Pmpp	[%/°K]	-0,31
Tolerância da potência	[W]	0~+5
Características Mecânicas		
Dimensões do módulo	[mm]	1257 x 977 x 35
Peso	[kg]	20
Moldura	Mat.	Liga de alumínio anodizado
Seção do cabo	[mm²]	2,5
Conectores	Tipo	MC4 ou compatível

Características do Inversor FV		
Fabricante		ABB
Modelo		UNO-DM-1.2-TL-PLUS
Características de Entrada (CC)		
Máxima tensão de entrada	[V]	600
Faixa de tensão de operação MPPT	[V]	90 - 580
Máxima corrente de entrada	[A]	10
Número de entradas	Un.	2
Características da Saída (CA)		
Potência nominal aparente	[kVA]	1,2
Potência nominal ativa	[kW]	1,2
Máxima corrente de saída	[A]	5,5
Tensão nominal de saída	[V]	230
Frequência de operação	[Hz]	50/60
FP na potência nominal		1
Eficiência máxima	%	94,8
Máxima distorção harmônica total	%	<3,5
Características das Proteções		
Proteção para sobre tensão CA		Sim

Características das estruturas de montagem		
Fabricante/Modelo		Hefei Jntech
Tipo de estrutura	Fixa/Seguidor	Fixa
Azimute	[°]	0° (Norte)
Ângulo de inclinação da mesa	[°]	12°
Distância fileira a fileira	[m]	-
Largura da mesa	[m]	1
Comprimento da mesa	[m]	10,09
Número de módulos por mesa	un.	5
Número de séries fotovoltaicas por mesa	un.	1
Número de mesas por inversor	un.	1

Canadian-poli-DG_325 Wp

Avaliação da Produção de Energia e Perdas Consideradas - UFV Sol e Lares		
Cenário simulado	Módulo	Solar Frontier SF175-S
	Inversor	ABB UNO-DM-1.2-TL-PLUS
	Potência total instalada CC [kWp]	0,9
	Potência total instalada CA [kW]	1,2
	Razão Wp/W	0,73
	Irradiação Global Horizontal (IGH) [kWh/m²ano]	2.036
	Ganho Irradiação Global no plano Inclinado	-3,7%
	Irradiação Global no plano Inclinado (IGI) [kWh/m²ano]	2.111
Prod. de energia anual de referência (PR=100%) [kWh/ano]		1.847
Perdas até Irradiação Global no plano Inclinado (IGI)	Sombreamento externo - horizonte	0,4%
	Sombreamento interno - entre mesas e objetos próximos	0,1%
	Angulares (IAM)	2,8%
	Sujeira	2,0%
Irradiação efetiva no plano do coletor [kWh/m²ano]		2.002
Produção de energia nominal do arranjo em STC [kWh/ano]		1.755
Perdas elétricas do módulo até o inversor	Nível de irradiância	-0,2%
	Temperatura	5,1%
	Sombreamento: Perdas elétricas	0,0%
	Tolerância / Qualidade dos módulos	0,0%
	LID	0,0%
	Correção espectral	0,0%
	Incompatibilidade elétrica (mismatch)	1,0%
	Ôhmicas em corrente contínua	0,7%
Produção de Energia MPPT do arranjo [kWh/ano]		1.640
Perdas elétricas no inversor	Eficiência do inversor e controle de potência máxima	7,7%
	Excedência da potência nominal do inversor	0,0%
	Consumo noturno	0,00%
Produção Anual de Energia P50 - ano zero [kWh/ano]		1.513
Degradação no 1º ano		0,0%
Degradação média em 20 anos		6,7%
Ganho de energia com a diminuição da sobrepotência no inversor		0,0%
Produção Anual de Energia Certificada (P50) [kWh/ano]		1.412
Desempenho Global (PR)		76,5%
Consumo Interno incluindo perdas auxiliares do inversor (ventilação, outras)		0,3%
Perda por consumo interno incluindo perdas auxiliares dos inversores [kWh/ano]		4,5
Perdas elétricas do inversor até o PMI	Transformador	1,17%
	LT até o ponto de conexão	0,17%
Perdas Elétricas até o Ponto de Medição Individual (PMI) [kWh/ano]		20
Indisponibilidade	Taxa Equivalente de Indisponibilidade Forçada (TEIF)	0,45%
	Indisponibilidade Programada (IP)	0,25%
Perdas elétricas até o centro de gravidade do submercado		0,00%
Produção de Energia Líquida 1º ano [kWh/ano]		1.478
Garantia Física [kW médio] 1º ano		0,2
Produção de Energia Líquida média 20 anos [kWh/ano]		1.378
Garantia Física [kW médio] média 20 anos		0,2

Estudo de Produção de Energia

Premissas

Características dos Equipamentos

Módulo Canadian Solar c-Si Poli DG

Características do Módulo Fotovoltaico		
Fabricante		Canadian Solar
Modelo		CS6X-325P-FG
Tipo de célula		Silício Poli-cristalino Double Glass
Número de células		72 (6 x 12)
Características Elétricas		
Condições STC		
Potência nominal	[Wp]	325
Tensão nominal	[V]	37
Corrente nominal	[A]	8,78
Tensão em circuito aberto	[V]	45,5
Corrente em curto-circuito	[A]	9,34
Coeficiente de temperatura Pmpp	[%/°K]	-0,4
Tolerância da potência	[W]	0~+5
Características Mecânicas		
Dimensões do módulo	[mm]	1968 x 992 x 5,8
Peso	[kg]	27,5
Moldura	Mat.	Sem moldura
Seção do cabo	[mm²]	4
Conectores	Tipo	Série T4

Características do Inversor FV		
Fabricante		ABB
Modelo		TRIO-27.6-TL-OUTD
Características de Entrada (CC)		
Máxima tensão de entrada	[V]	1000
Faixa de tensão de operação MPPT	[V]	500 - 800
Máxima corrente de entrada	[A]	64
Número de entradas	Un.	20
Características da Saída (CA)		
Potência nominal aparente	[kVA]	27,6
Potência nominal ativa	[kW]	27,6
Máxima corrente de saída	[A]	45
Tensão nominal de saída	[V]	400
Frequência de operação	[Hz]	50/60
FP na potência nominal		1
Eficiência máxima	%	98,2
Máxima distorção harmônica total	%	<3
Características das Proteções		
Proteção para sobre tensão CA		Sim

Características das estruturas de montagem		
Fabricante/Modelo		Hefei Jntech
Tipo de estrutura	Fixa/Seguidor	Fixa
Azimute	[°]	0° (Norte)
Ângulo de inclinação da mesa	[°]	12°
Distância fileira a fileira	[m]	1,49
Largura da mesa	[m]	1,01
Comprimento da mesa	[m]	20,18
Número de módulos por mesa	un.	10
Número de séries fotovoltaicas por mesa	un.	0,5
Número de mesas por inversor	un.	10

Canadian-poli-DG_325 Wp

Avaliação da Produção de Energia e Perdas Consideradas - UFV Sol e Lares		
Cenário simulado	Módulo	Canadian Solar CS6X-325P-FG
	Inversor	ABB TRIO-27.6-TL-OUTD
	Potência total instalada CC [kWp]	32,5
	Potência total instalada CA [kW]	27,6
	Razão Wp/W	1,18
	Irradiação Global Horizontal (IGH) [kWh/m²ano]	2.036
	Ganho Irradiação Global no plano Inclinado	-3,7%
	Irradiação Global no plano Inclinado (IGI) [kWh/m²ano]	2.111
Prod. de energia anual de referência (PR=100%) [kWh/ano]		68.608
Perdas até Irradiação Global no plano Inclinado (IGI)	Sombreamento externo - horizonte	0,4%
	Sombreamento interno - entre mesas e objetos próximos	0,6%
	Angulares (IAM)	2,0%
	Sujeira	2,0%
Irradiação efetiva no plano do coletor [kWh/m²ano]		2.007
Produção de energia nominal do arranjo em STC [kWh/ano]		65.192
Perdas elétricas do módulo até o inversor	Nível de irradiância	0,5%
	Temperatura	6,4%
	Sombreamento: Perdas elétricas	0,0%
	Tolerância / Qualidade dos módulos	-0,8%
	LID	1,1%
	Correção espectral	0,0%
	Incompatibilidade elétrica (mismatch)	1,0%
	Ôhmicas em corrente contínua	0,7%
Produção de Energia MPPT do arranjo [kWh/ano]		59.460
Perdas elétricas no inversor	Eficiência do inversor e controle de potência máxima	2,0%
	Excedência da potência nominal do inversor	0,2%
	Consumo noturno	0,00%
Produção Anual de Energia P50 - ano zero [kWh/ano]		58.139
Degradação no 1º ano		0,0%
Degradação média em 20 anos		0,4%
Ganho de energia com a diminuição da sobrepotência no inversor		-0,1%
Produção Anual de Energia Certificada (P50) [kWh/ano]		58.014
Desempenho Global (PR)		84,6%
Consumo Interno incluindo perdas auxiliares do inversor (ventilação, outras)		0,3%
Perda por consumo interno incluindo perdas auxiliares dos inversores [kWh/ano]		174,4
Perdas elétricas do inversor até o PMI	Transformador	1,17%
	LT até o ponto de conexão	0,17%
Perdas Elétricas até o Ponto de Medição Individual (PMI) [kWh/ano]		781
Indisponibilidade	Taxa Equivalente de Indisponibilidade Forçada (TEIF)	0,45%
	Indisponibilidade Programada (IP)	0,25%
Perdas elétricas até o centro de gravidade do submercado		0,00%
Produção de Energia Líquida 1º ano [kWh/ano]		56.777
Garantia Física [kW médio] 1º ano		6,5
Produção de Energia Líquida média 20 anos [kWh/ano]		56.653
Garantia Física [kW médio] média 20 anos		6,5